



Анализ проектов печатных плат перед запуском в производство

Выбор завода

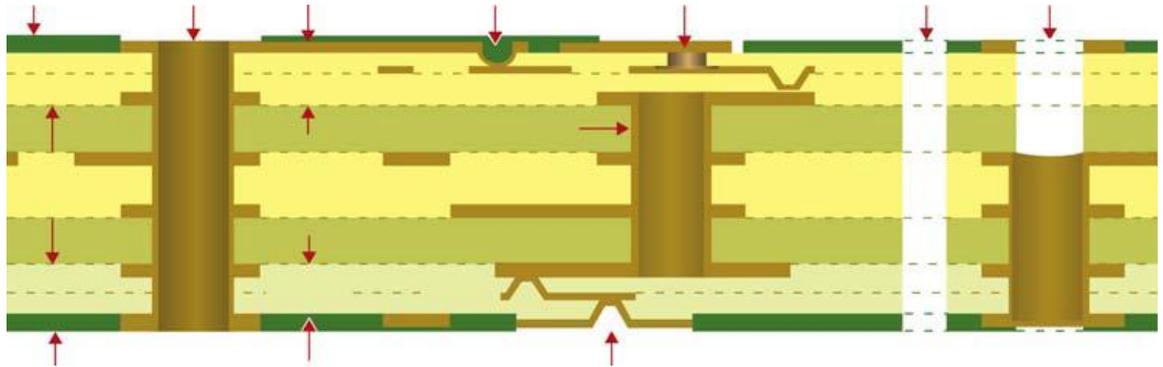
- Факторы выбора производства
 - Нестандартная структура
 - Повышенные требования к качеству или внешнему виду
 - Особые материалы
 - Предельные параметры
- Предварительные консультации с производством
 - Оптимизация по стоимости
 - Выбор материалов из наличия
 - Сочетание параметров
- Предварительный заказ материалов



Пределные возможности

- Избегать сочетания предельных параметров

- Проводники и зазоры
- Aspect ratio
- Спец.материалы
- Глухие отверстия
- Гибкие слои
- Толстая фольга



- Локализовать узкие места на плате

- Допуск на импеданс
- Узкие зазоры и проводники
- Переходные отверстия малого диаметра
- Отступ от отверстий до металла

- Уточнять возможность сочетания нескольких факторов у выбранного производителя

Прототипы vs Серийные vs Крупные серии

- Перед заказом уточнять, пойдет ли заказ в серию
- Прототипы и серии делаются на разных заводах
 - Отличия в возможностях
 - Отличия в качестве и внешнем виде
 -
- Средние серии могут иметь хуже качество, чем прототипы
 - Слабее возможности завода
 - Меньше желания отступить от «типовых» решений
 - Выше риски применения предельных параметров
- Крупные серии сложных плат – можно получить супер-качество



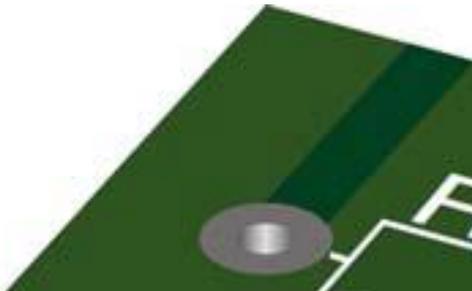
Проверка DRC в САПР и проверка DFM

- Перед выводом производственных файлов – запустите DRC.
- Проверьте, что вы не отключили некоторые проверки «для ускорения трассировки»
- Надо понимать разницу между DRC (проверка правил) и DFM (проверка технологичности)
- DFM в ваших САПР, и DFM в САМ – две большие разницы
 - В OrCAD присутствуют некоторые проверки DFM.
 - В Cadence Allegro есть большинство (99%) проверок DFM.
 - В Altium проверок DFM мало, в основном DRC «по запросам».
 - Встроенный Camtastic слабоват, позволяет посмотреть герберы, но не позволяет сделать полный DFM-анализ.
 - Рекомендуется проверять Gerber-файлы в САМ-системах типа CAM350.



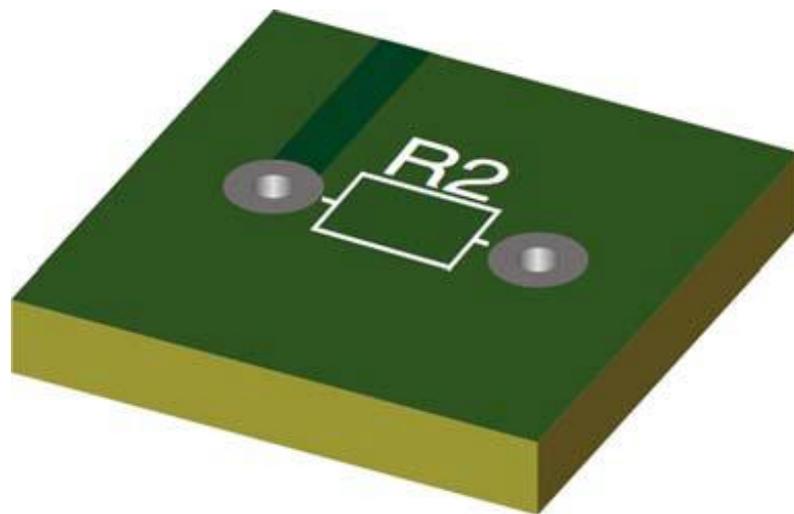
Паяльная маска

- Вскрытие – на 0.1 мм больше, чем площадка
- Мостики – не менее чем 0.1 мм
- Проводник между площадками – хотя бы по 0.05 мм закрыт маской с обеих сторон
- Нежелательно брать черную и особенно черную матовую маску
 - Возможны проблемы с задубливанием
 - Возможны проблемы с визуальным контролем качества монтажа



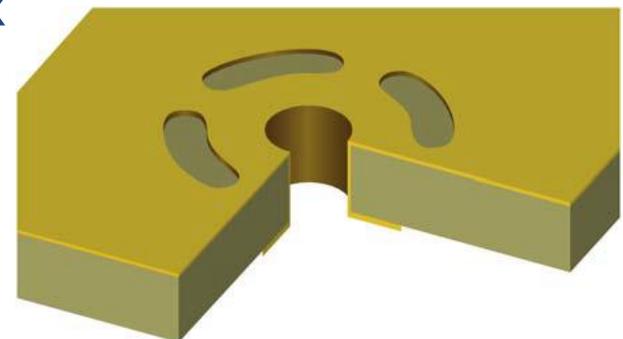
Маркировка (шелкография)

- Размер символов не менее чем 1 мм
- Ширина линии не менее 0.1 мм (лучше 1.27 мм)
- Сочетание ширины линии и высоты текста
- Не допускать линий маркировки и текстов на открытых от маски участках металла
- Цвет маркировки, маски, и материала – должны сочетаться



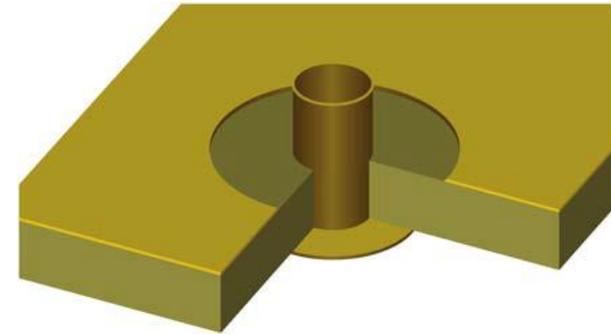
Полигоны и негативные слои

- Отступ от края платы 0.3 – 0.5 мм,
от вырезов, от неметаллизированных отверстий
- Термальный контакт для металлизированных
отверстий «под пайку»
- Для торцевой металлизации:
 - Внешние слои должны выходить на край ПП
 - Предусмотреть зоны для технологических
перемычек (5 мм / каждые 100 мм)



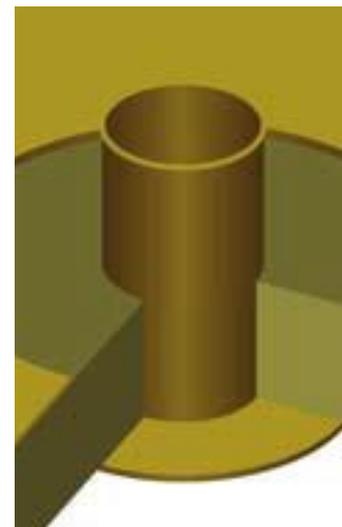
Отступ от отверстий до металла во внутренних слоях

- Отступ от внешнего диаметра (то есть от сверла) до металла – оптимально – не менее 0.25 мм
 - Иногда допустимо 0.2 мм
 - В критических случаях 0.15 мм
 - Есть один завод, который может 0.1 мм, но только на образцах и без глухих отверстий



Aspect Ratio

- Соотношение диаметра отверстия и толщины платы – 1:10
 - Иногда допустимо 1:12
 - В критических случаях 1:15
 - Есть один завод, который может 1:30, но только на образцах



Бланк заказа – важно для оценки!

- Структура слоев и наличие ядер снаружи
- Толщина ПП и допуск
- Класс точности
- Гарантийные пояски
- Импеданс и допуск
- Критические параметры
 - Aspect Ratio
 - Отступ от сверла до меди
 - Наличие несквозных отверстий

Проверки в САМ350

- Подготовка
- Проверки внутренних слоев
- Внешние слои
- Негативные слои, полигоны
- Маска
- Маркировка
- Отверстия и отступы
- Гарантийные пояски
- Паяльная паста

Checks in Stream<Stream 0>

+ Add ✖ Delete 📄 Duplicate ⬆ Up ⬇ Down

Run	Name	Type
<input checked="" type="checkbox"/>	Cleanup	Cleanse Data
<input checked="" type="checkbox"/>	Internal Signal Layers	Signal Layer
<input checked="" type="checkbox"/>	Outer Signal Layers	Signal Layer
<input checked="" type="checkbox"/>	Negative Planes	Negative Plane
<input checked="" type="checkbox"/>	Solder Mask Layers	Solder Mask
<input checked="" type="checkbox"/>	Silkscreen Layers	Silkscreen
<input checked="" type="checkbox"/>	Drill and Mill	Drill and Mill
<input checked="" type="checkbox"/>	Paste Mask Layers	Paste Mask

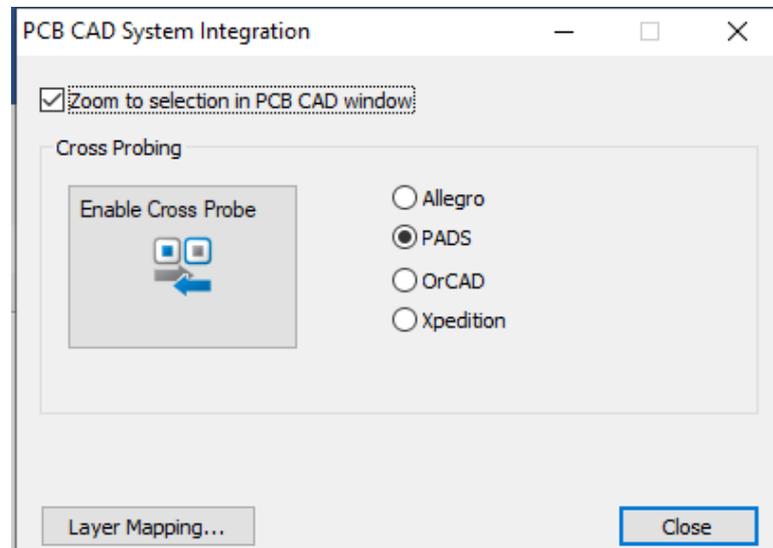
Редактор правил в САМ350

- Позволяет выбрать только необходимые типы проверок
- Позволяет задать корректные параметры (например, в зависимости от толщины меди в слое)
- Позволяет сохранить набор правил в виде файла

Area Filter	Entire Region
▾ <input checked="" type="checkbox"/> Copper Spacing	
<input checked="" type="checkbox"/> Copper to Pad	0.076
<input checked="" type="checkbox"/> Copper to Track	0.076
<input checked="" type="checkbox"/> Copper to Copper	0.152
<input checked="" type="checkbox"/> Track to Pad	0.076
<input checked="" type="checkbox"/> Track to Track	0.076
<input checked="" type="checkbox"/> Pad to Pad	0.076
▾ <input checked="" type="checkbox"/> Board Outline Spacing	
<input checked="" type="checkbox"/> Copper to Board Outline	
<input checked="" type="checkbox"/> Copper to Mill Path	0.254
<input checked="" type="checkbox"/> Copper to Mill Tab	0.254
▾ <input checked="" type="checkbox"/> Pad Spacing	
<input checked="" type="checkbox"/> SMD Pad to Laser Via Pad	0.076
<input checked="" type="checkbox"/> SMD Pad to Laser Via Pad	0.076

Синхронизация САМ350 и САПР

- Возможна стыковка САМ350 и вашей САПР, для оперативной корректировки ошибок
- Упрощается анализ корректности проекта
- Исключается влияние посторонних людей на качество проекта (в случае корректировок на заводе-производителе)

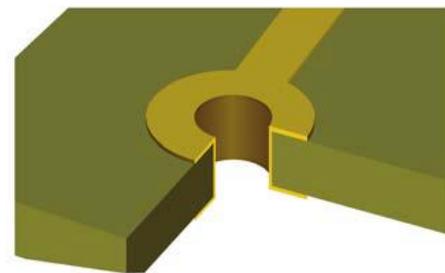
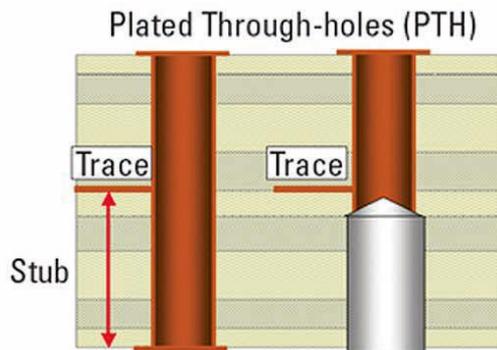


Экспорт из САПР в ODB++ или Gerber

- Gerber – формат RS274X (со встроенными апертурами)
- ODB++ упрощает импорт и проверку в CAM350
- ODB++ содержит список цепей как дополнительный фактор контроля

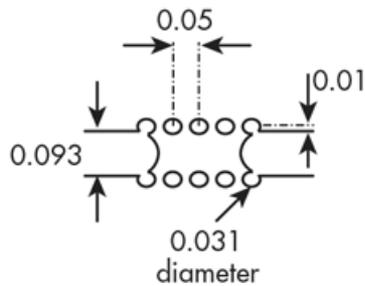
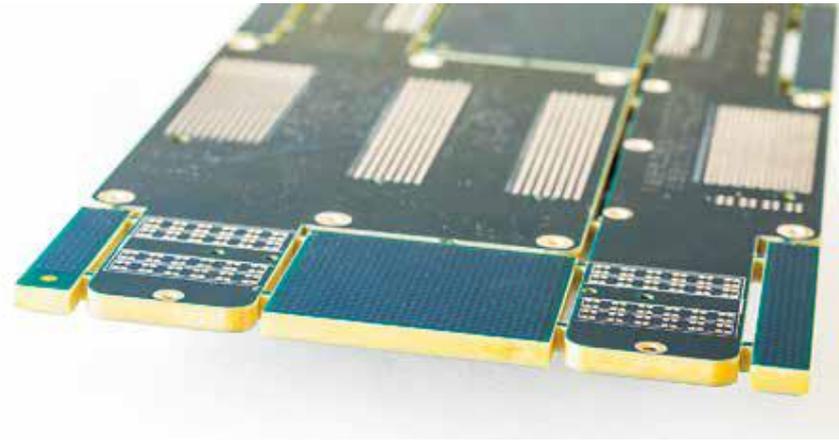
Настройка экспорта сверловки NC drill

- Единицы измерения – должны соответствовать проекту и параметрам экспорта Gerber RS274X
- Точность (число знаков после точки) – в соответствии с Gerber
- Диаметр отверстий – финишный (после металлизации)
- Допуск на диаметр - +/- 0.1 мм, отдельно указать отверстия под запрессовку (допуск +/- 0.05 мм)
- Отдельными файлами:
 - Неметаллизированные
 - Отверстия по контуру
 - Перфорация перемычек
 - Каждый тип глухих отверстий
 - Каждый тип отверстий «обратной сверловки»

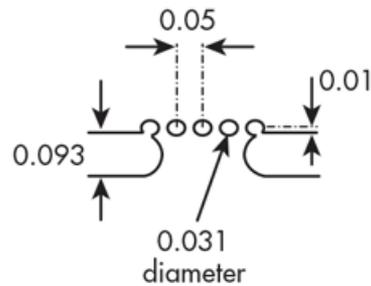


Панелизация

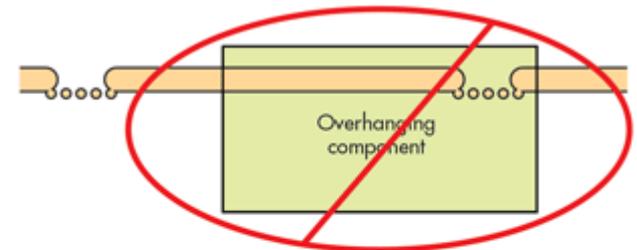
- Поля = 10 мм с 2 или 4 сторон
- Ширина паза = 2 мм
- Перемычки = 4-5 мм
- Перфорация = 0.5 мм...0.75 мм
- Шаг перфорации = 1...1.25 мм
- Реперные точки – 3 шт по углам
- Возможно скрайбирование



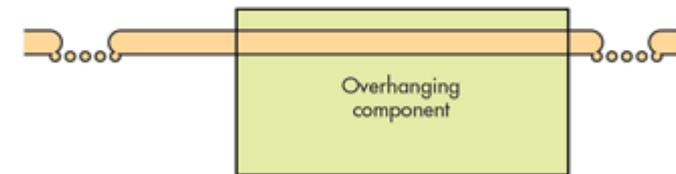
Double-side breakout



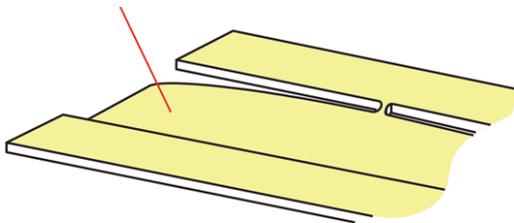
Single-side breakout



Avoid this

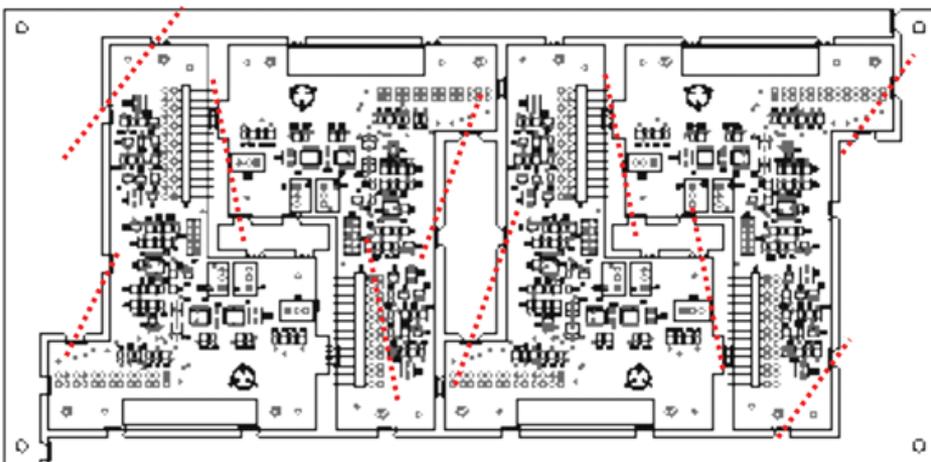
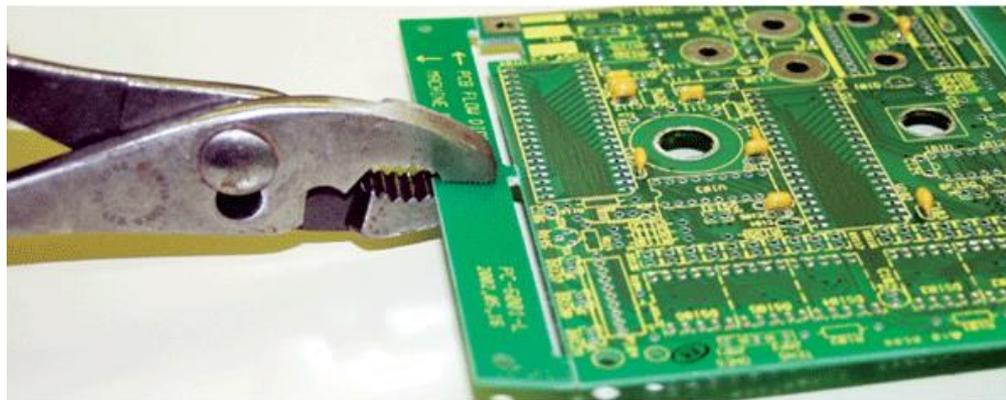
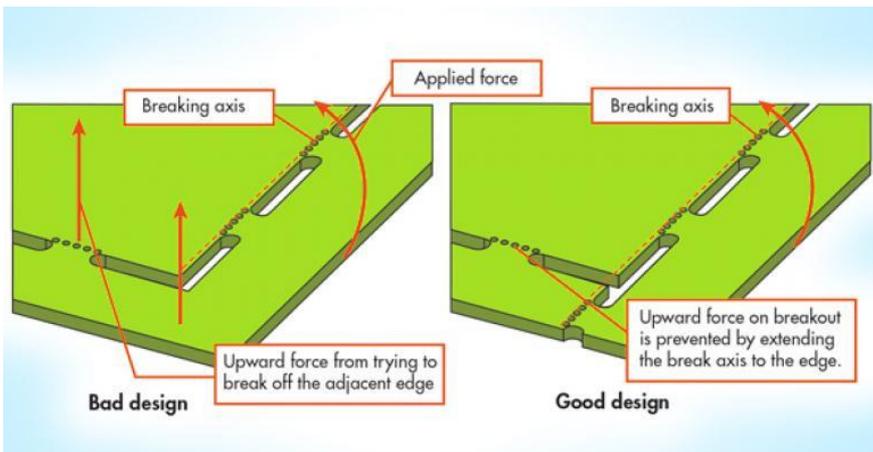


Preferred

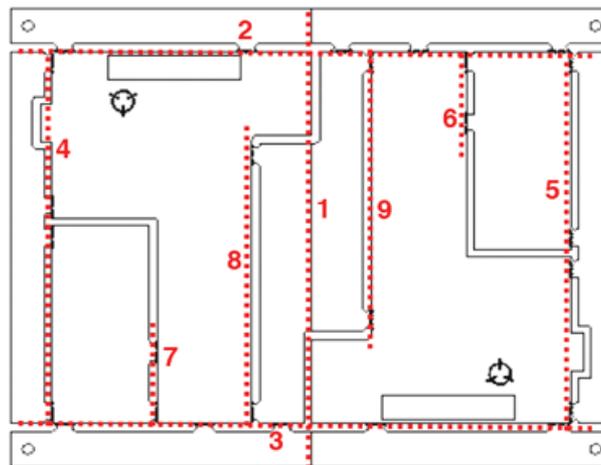


Панелизация - особенности

- Учитывайте рекомендации сборочного производства



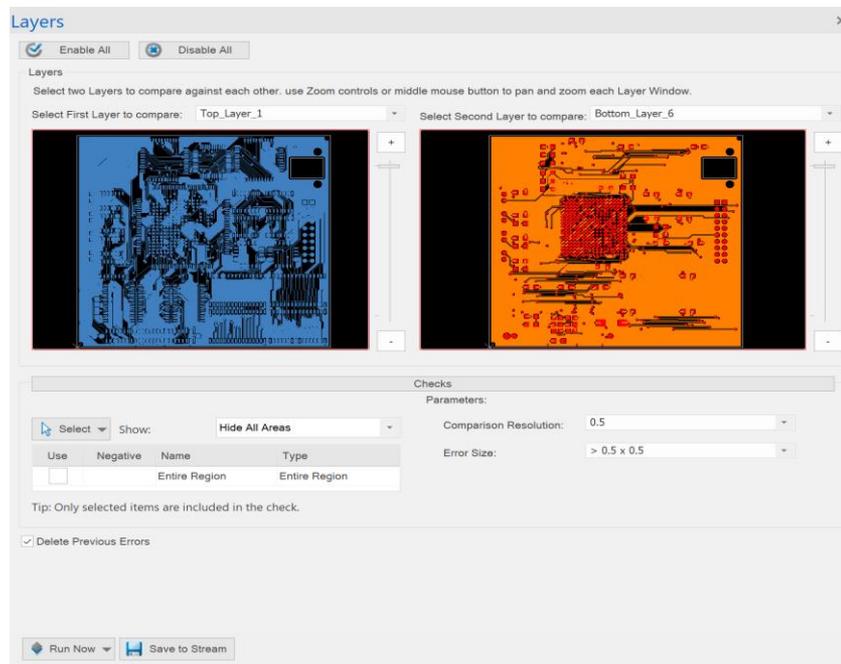
Bad design



Good design

Сравнение версий КД

- Часто бывают сомнения в корректности версий
- Вы можете проверить соответствие вашей документации и исходного проекта
- Используйте функцию сравнения Gerber-файлов в CAM350, проектов в САМ-формате, или нетлиста и проекта



Анализ импеданса и возвратных токов Sigrity ERC

- Импеданс проводников
- Корректность полигонов возвратного тока
- Загрузите ODB++ в Sigrity ERC и получите результат анализа

The screenshot displays the Cadence Sigrity ERC software interface. The main window shows a PCB layout with a color-coded impedance plot. A vertical color bar on the right indicates impedance values ranging from 29.6 (blue) to 78.3 (red). The layout features a central component with VCC and GND pins, and surrounding traces. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Mode, Setup, Tools, Window, Help), a toolbar, and several panels. The 'Workflow SPEED GENERATOR' panel is active, showing 'Layout Setup' and 'ERC Simulation/Check Mode' options. The 'Results and Report' panel lists various tables and plots, including 'Impedance Summary Table', 'Coupling Summary Table', and 'Reference Tx -> Rx'. The 'Output' panel at the bottom shows the current operation: 'Forming Coupled Traces'.

Пример - проверки DFM в САПР Cadence Allegro

В чем проблема разделения CAD / CAM:

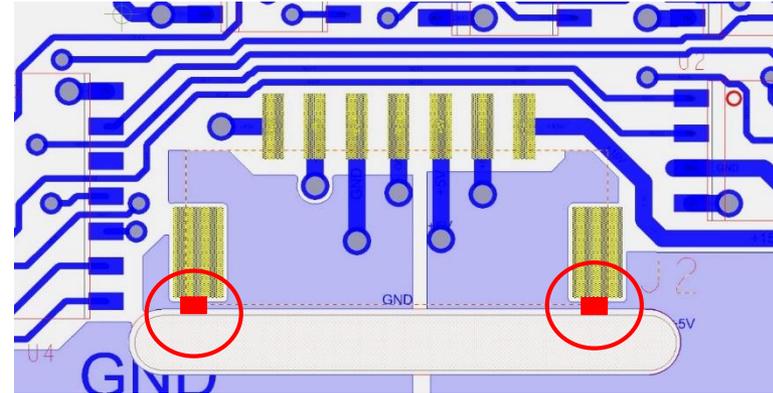
- Многие проблемы могут быть найдены слишком поздно
- Возникают задержки в коммуникациях при уведомлении о найденных ошибках
- После корректировки надо опять проверять
- Производство задерживается



Типичные проблемы DFM

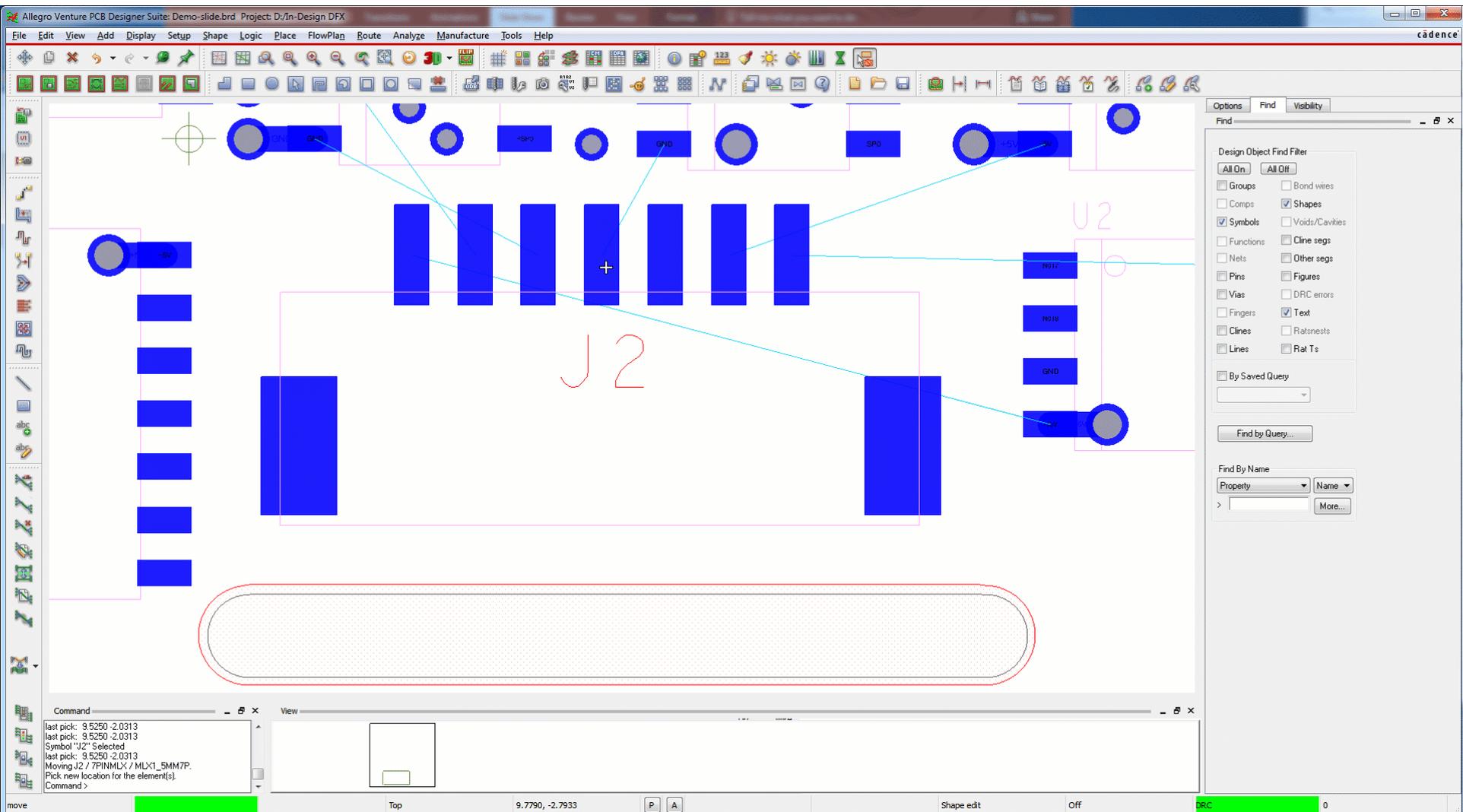
1. Площадки близко к вырезу в плате

- Если найдено поздно
 - Требуется существенных переработок
 - Задерживает запуск производства
 - Может создать другие проблемы



- В Allegro эта проблема может быть найдена при размещении:
 - Не требует переработки
 - Не вызывает задержек в производстве

Автоматическое обнаружение проблемы DFM в Allegro при размещении:



Типичные проблемы DFM

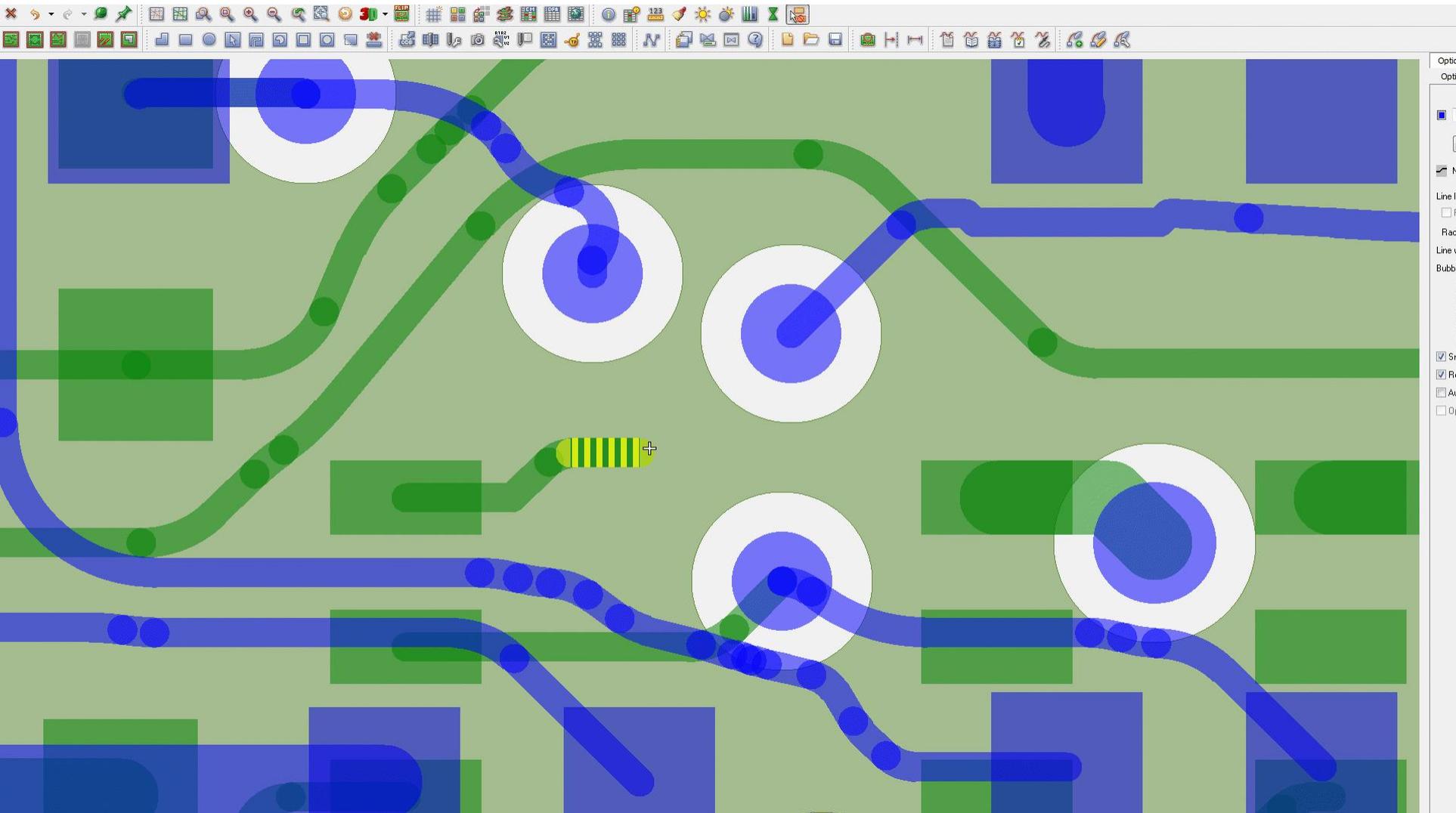
2. Медные заужения в полигонах из-за переходных отверстий

- Если найти поздно
 - Требует перетрассировки
 - Задерживает выпуск продукции



- В Allegro эта проблема может быть найдена при трассировке:
 - Корректируется в процессе трассировки
 - Не вызывает проблем при изготовлении

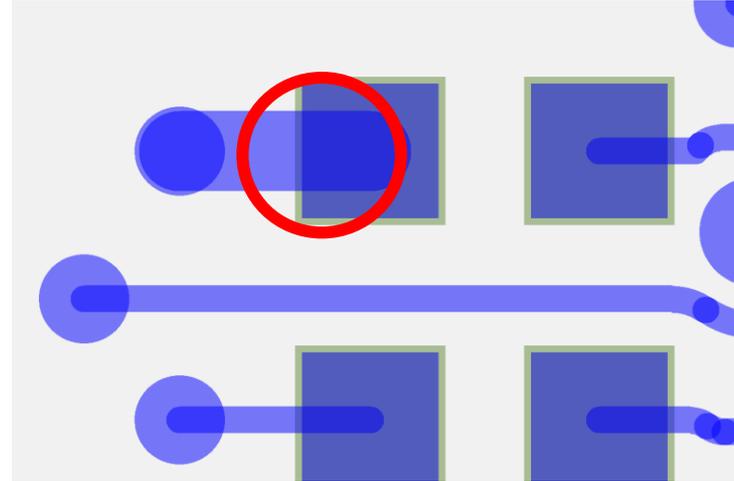
Автоматическое обнаружение в Allegro при трассировке



Типичные проблемы DFM

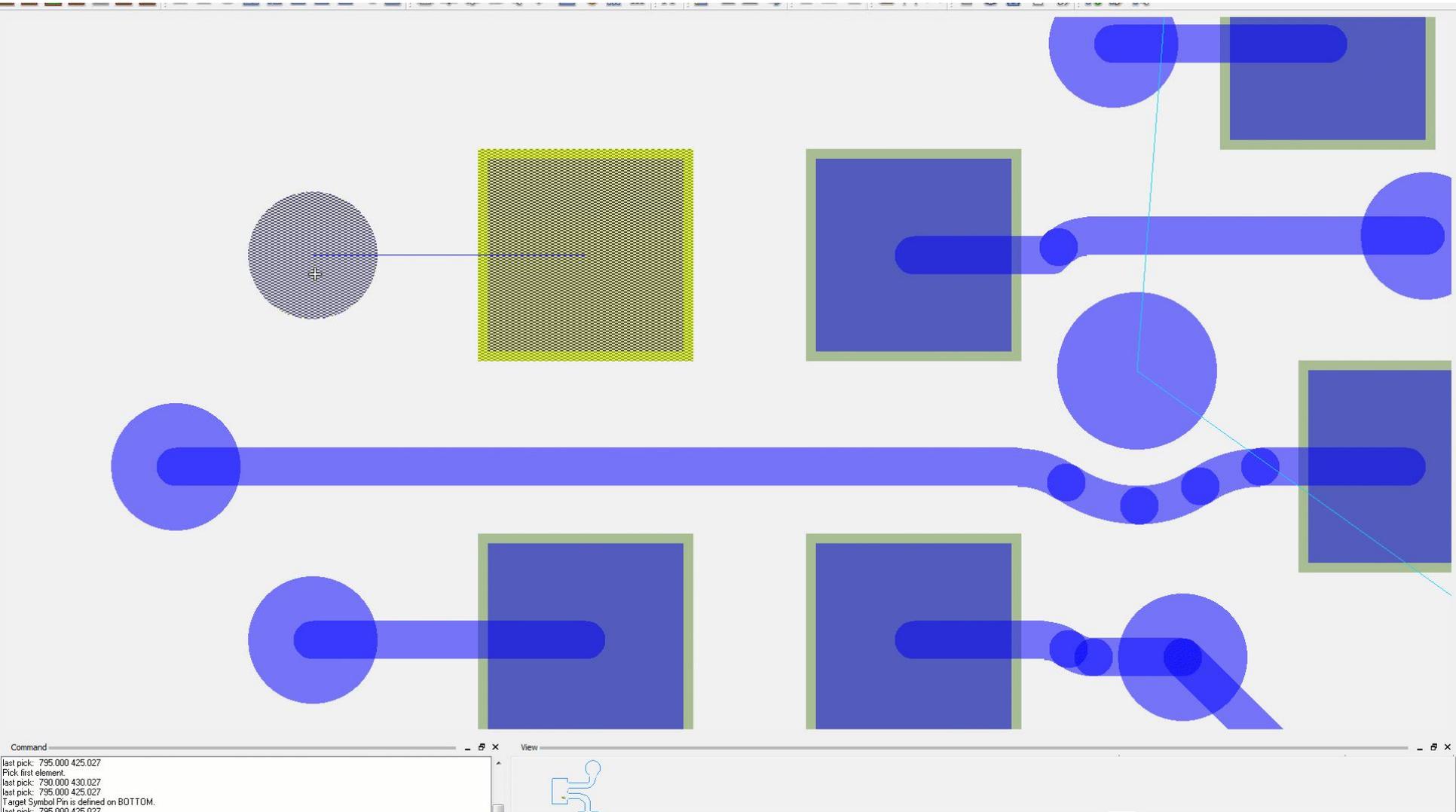
3. Чрезмерно открытая от маски медь

- Если найти поздно
 - Требуется корректировка всего проекта
 - Задерживает производство



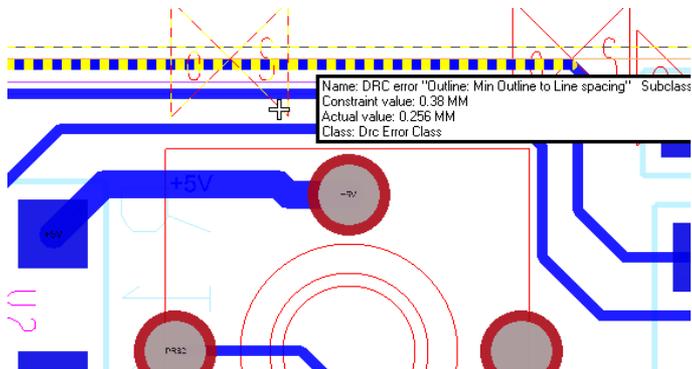
- В Allegro это может быть найдено при трассировке:
 - Легко скорректировать
 - Не вызывает задержек производства

Автоматическое обнаружение в Allegro при корректировке проекта

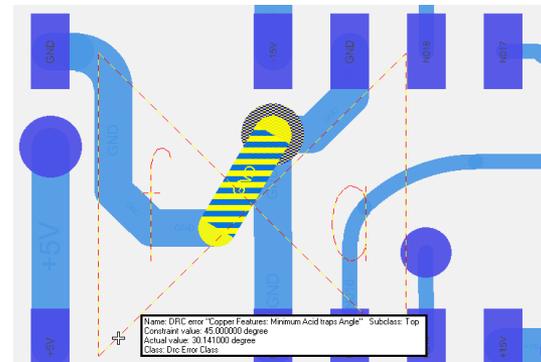


DesignTrue DFM в САПР Allegro мгновенно находит проблемы производимости

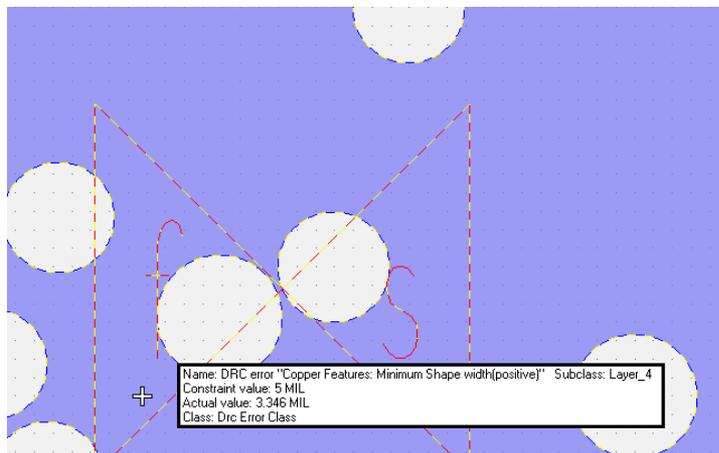
Отступ от меди до края ПП



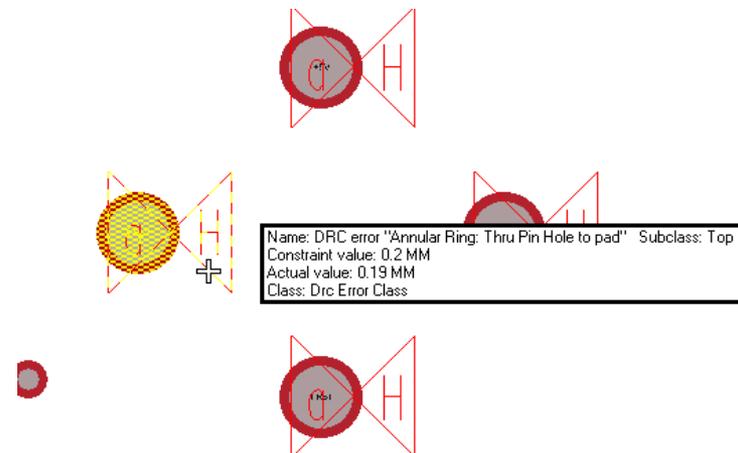
Кислотные ловушки



Узкие места в меди



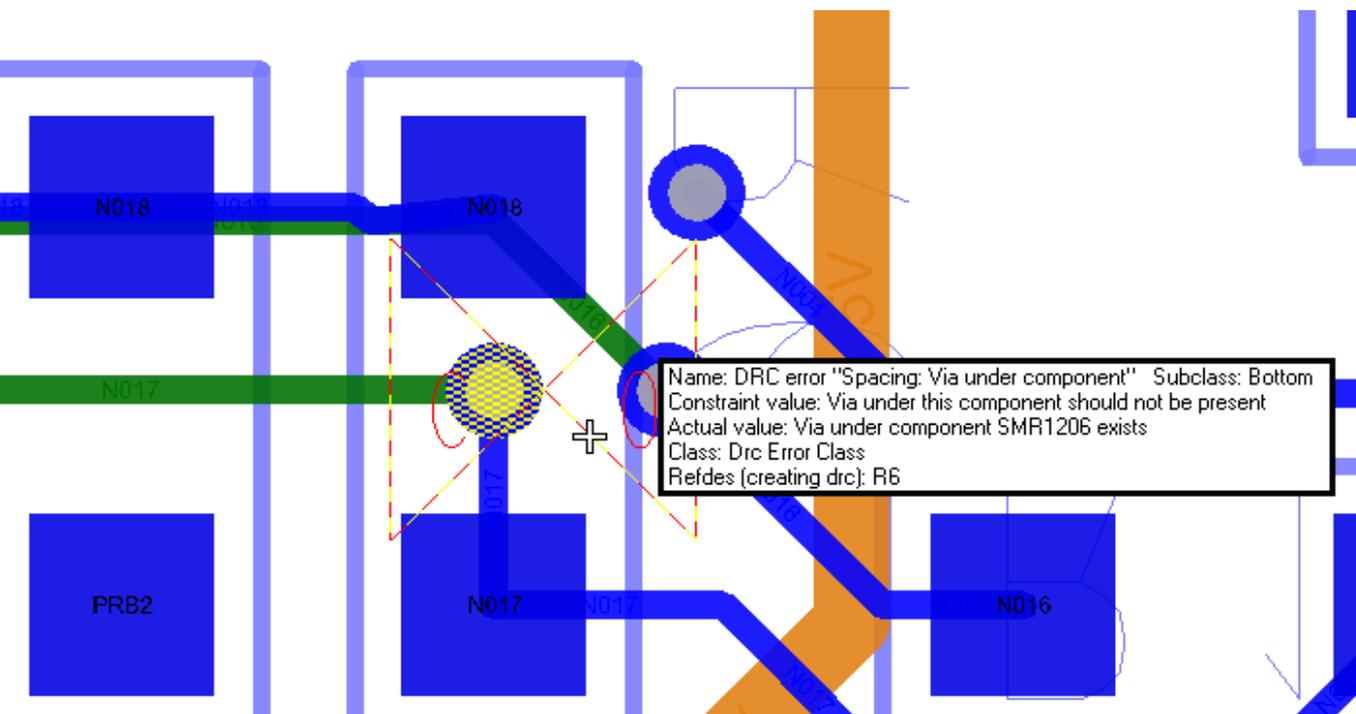
Гарантийные пояски



DesignTrue DFM

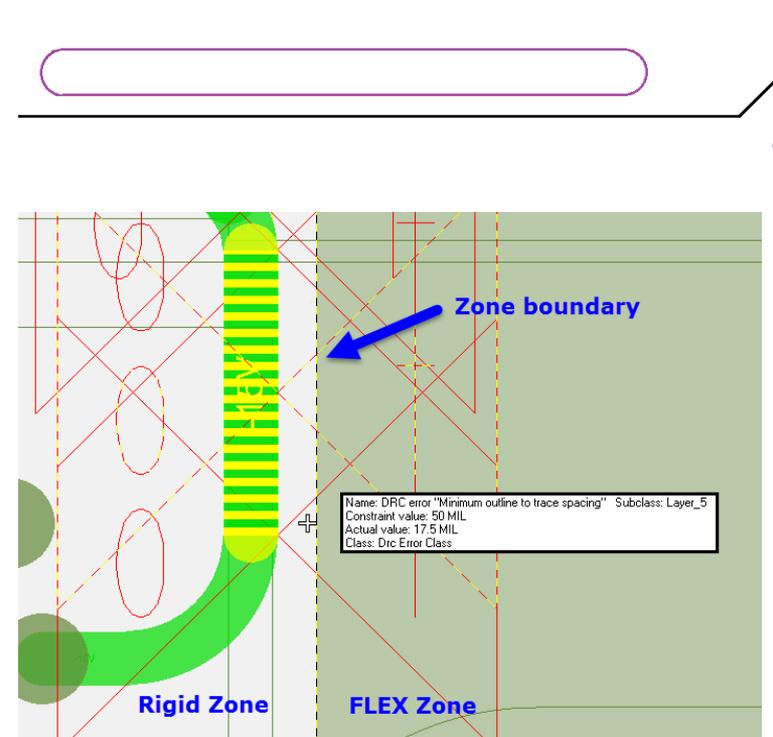
Design for Assembly – разработка для монтажа

- Проверки пригодности к монтажу
 - Отступ компонента от контура ПП
 - Отступ от мелких компонентов до меди
 - Переходные отверстия под SMD-компонентом



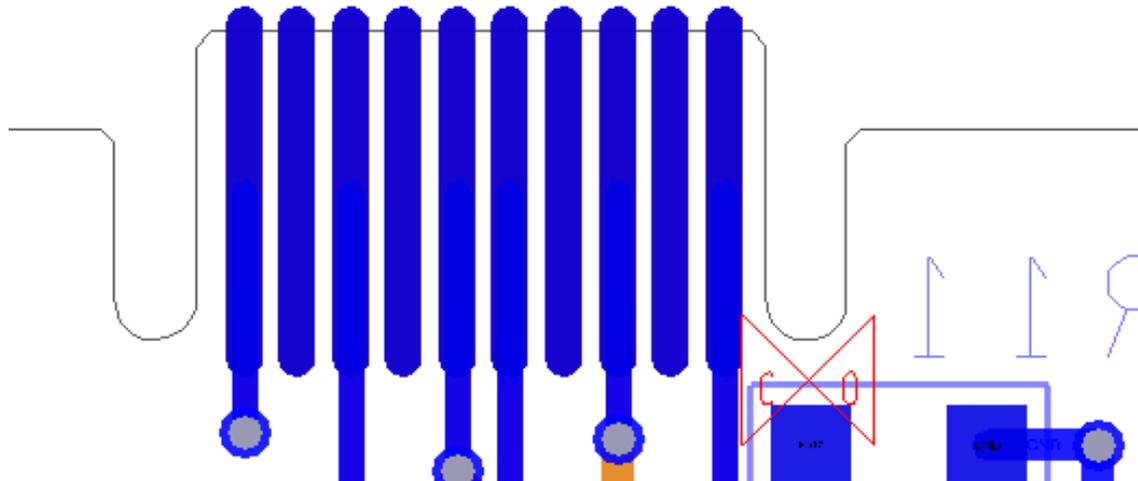
Проверки DesignTrue DFF – особенности в САПР Allegro

- Проверки контура
 - Проверяются объекты, которые находятся внутри или пересекают границу
- Учет зон для плат с разной структурой в зонах (например, гибко-жесткие)
 - Проверки учитывают разные правила для зон



Проверки DesignTrue DFA – особенности в САПР Allegro

- Возможность исключить некоторые компоненты из листа проверок
 - Ножевые разъемы
 - Компоненты для установки на торец платы



Спасибо за внимание!

Ваши вопросы?