



## СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ВЫБОР ПОСТАВЩИКА И ТЕХНОЛОГИИ – СПОСОБ ИЗБЕЖАТЬ ТУПИКОВОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ

Евгений Мордкович

nec@ostec-group.ru

В течение последних 6-7 лет силами инженеров ЗАО Предприятие Остек были подготовлены десятки статей, которые знакомили наших читателей с самыми современными подходами в организации контроля качества выпускаемой радиоэлектронной продукции с точки зрения электрических характеристик. За это время мы рассмотрели такие новые и актуальные темы как внутрисхемное тестирование, входной контроль, периферийное сканирование. Поделились опытом мировых лидеров о том, как можно применять традиционные для всего мира способы проверки печатных узлов и компонентов, а также порой экзотическими, но не менее важными решениями в области предупреждения дефектов сборочного производства. В то же время мы сами успели сменить несколько партнеров, предлагавших, на наш взгляд, устаревшие и уже не отвечающие современным потребностям активно развивающейся российской отрасли приборостроения технологии.

Основными критериями выбора поставщиков-производителей тестовых решений были:

- актуальность и перспективность решаемых задач. Позволяют избежать тупикового пути развития технологий тестирования;
- высокая техническая грамотность, уровень технической поддержки и репутация в глазах мировых лидеров приборостроения. Гарантия своевременного, точного и квалифицированного ответа от разработчиков систем на все вопросы, возникающие во время внедрения систем на отечественных предприятиях. К слову, такие же встречные требования были у наших зарубежных партнеров к компании Остек, искавших надежных представителей на 1/6 части суши нашей планеты;
- доступность технологических решений и надежность архитектуры машин. Уберегла многих российских заказчиков от излишних затрат на внедрение избыточных или устаревших решений, которые сказывались на полной стоимости владения оборудованием;
- простота ежедневной эксплуатации и широта доступных обновляемых ресурсов и библиотек предлагаемого спектра оборудования. Обеспечили быстрое приобретение навыков работы отечественными специалистами производственных компаний, многие из которых получили престижный статус тестовых инженеров на своих предприятиях.

Обобщая опыт нескольких лет работы с наиболее популярными на данный момент на территории России системами электрического контроля SPEA и JTAG, мы решили поделиться с читателями основными аспектами и особенностями развиваемых нами подходов,

которые выгодно отличаются от периодически проявляющихся решений-полумер.

Как и при рассмотрении любой технологии, выбор тестового оборудования необходимо начинать с понимания конечного результата. Что мы получаем на выходе? Каков сухой остаток от внедрения той или иной технологии контроля? Ответы на эти вопросы можно дать, опираясь на несколько критериев.

### ТЕСТОВОЕ ПОКРЫТИЕ

Без сомнения, в первую очередь, от автоматизированной системы электрического тестирования мы ждем максимально полную и достоверную информацию о соответствии проверяемого нами изделия конструкторской документации. Более того, как правило, оператору не хочется, да и не нужно знать, каким именно способом машина проводит те или иные измерения. Можно сколь угодно долго теоретизировать о том, какая методика потенциально может обеспечить максимальную эффективность проверки, но в результате необходимо смотреть на перечень доступных для тестирования цепей и компонентов для конкретного тестируемого изделия. Как раз на этом этапе и проявляются основные преимущества систем, внедряемых специалистами Остека.

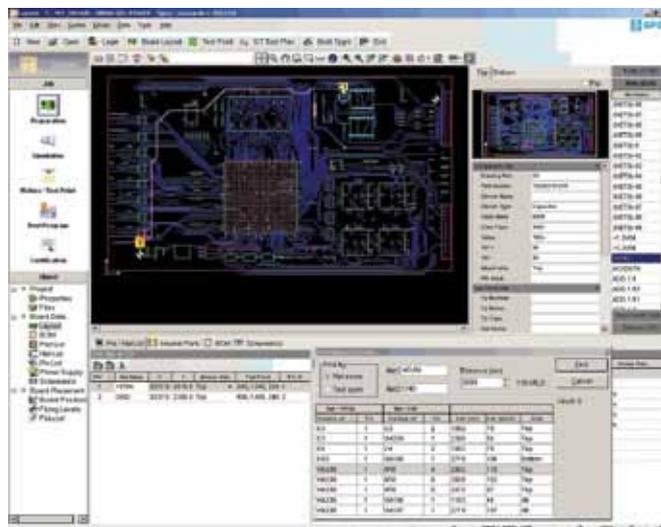


Рис. 1 Визуализация и выверка тестового покрытия в программной среде Leonardo

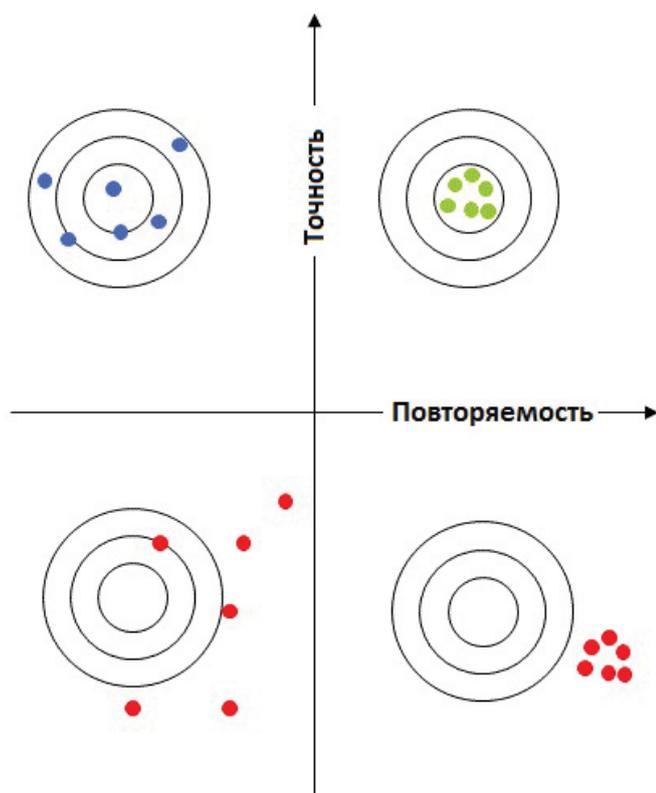


Рис. 2 Варианты комбинации точности и повторяемости

Предлагаемые разработчиками систем SPEA и JTAG программно-аппаратные средства позволяют наглядно показать степень обеспечения тестового покрытия и проанализировать глубину проводимых тестов. Наиболее ярким образом это представлено в программной среде Leonardo за счет использования запатентованной модели NZTest (рис. 1), реализованной в сотрудничестве со специалистами компании Siemens.

В предыдущих статьях и на семинарах мы рассказывали о нюансах применения методики измерения узловых импедансов. Ключевая идея состоит в том, что по точному значению комплексного сопротивления цепи мы имеем право сделать вывод о том, что номиналы всех компонентов, увязанные в текущую цепь, соответствуют исходной спецификации. Исходя из этого, у нас резко снижается количество требуемых измерений, необходимых лишь для того, чтобы определить электрический образ изделия. Далее включается мощный математический комплекс, благодаря которому становится доступна информация о точном номинале каждого компонента. Причем необходимость локализации дефекта возникает только тогда, когда полученная информация не соответствует расчетным значениям узловых импедансов. Получается, что у нас нет необходимости в физическом контакте со всеми элементами схемы до тех пор, пока не будет выявлено отклонение электрических параметров по цепям. С другой стороны, мы в состоянии обеспечить контакт в любой точке, имеющей физический доступ. Это уникальное свойство явилось определяющим в выборе архитектуры мирового флагмана систем с шестью летающими пробниками SPEA 4060.

Рыночная, а во многом маркетинговая ситуация в мире внутреннего контроля постоянно ставит вопрос о необходимости наращивания существующих решений. Например, один из североамериканских производителей утверждает, что для обеспечения наилучшего тестового покрытия необходимо применять до 10 пробников, тем более, что каждый из потенциальных пользователей подобных машин задается вопросом превосходства систем, исходя

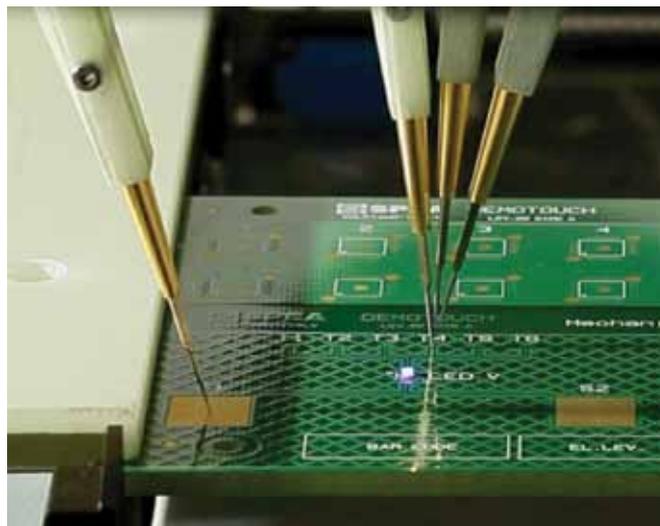


Рис. 3 Работа SPEA 4060 с прецизионной демонстрационной платой

из количества контактирующих устройств. Инженеры компании SPEA сознательно не нагружают существующую схему работы пробников (четыре сверху и два снизу) дополнительными средствами измерения, которые при уже существующем технологическом преимуществе над аналогами будут избыточными и необоснованно повысят стоимость машин на рынке. Собственный семилетний опыт проведения сравнительных тестов одних и тех же печатных узлов на системах самых популярных мировых производителей показал, что реализованный SPEA подход обеспечивал тестовое покрытие, как минимум на 30% превышающее аналоги. Стоит, правда, оговориться, что речь шла о подготовке тестового решения в автоматическом режиме – существенный фактор, поскольку основным требованием к автомату является минимизация участия оператора в поиске неисправностей и обеспечения выполнения тестовой программы в полном объеме. В погоне за формальной подгонкой паспортных данных всеми участниками рынка скрыта попытка «доказать» на бумаге если не преимущества того или иного решения, то хотя бы похожесть и сопоставимость тестового покрытия. Первые подтверждения этого тезиса мы начали получать 2-3 года назад, когда к нам стали обращаться пользователи альтернативных систем с летающими пробниками, принявшие решение именно опираясь на убедительные, как им казалось, технические характеристики, указанные в рекламных брошюрах. Понимая сложившуюся ситуацию, мы стали настаивать на проведении предварительных испытаний системы на изделиях заказчиков в нашем демонстрационном зале. Таким образом, еще до принятия окончательного решения о внедряемой технологии, пользователь получает конкретный результат по «боевому» печатному узлу, который в дальнейшем будет проверяться на предприятии. Результат не заставил себя долго ждать. Популярность систем SPEA 4060 выросла на порядок за счет прозрачности и достоверности результата, получаемого от внедрения.

## ПОВТОРЯЕМОСТЬ КОНТАКТИРОВАНИЯ

После прояснения вопроса с масштабами тестового покрытия важно определиться, сможем ли мы обеспечить повторяемость позиционирования пробников, и, как следствие, повторяемость проводимых измерений. В конечном счете, нам важно не однократное попадание щупами в заданную точку, а понимание того, есть ли окрестность контактирования и какова она. Важна комбинация точности и повторяемости процесса. Рис. 2 наглядно демонстрирует варианты этих комбинаций и обозначает необходимость расставить все точки над *i* в этом вопросе.

Здесь мы часто можем столкнуться с некоторым жонглированием цифрами. Внимание могут привлекать такие параметры, как мини-

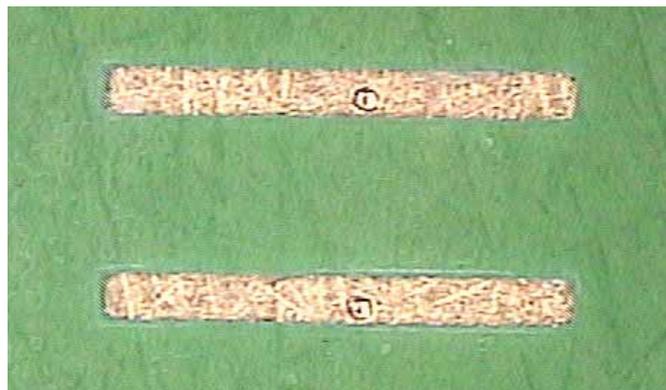


Рис. 4 Снимок с помощью микроскопа после однократного касания пробника SPEA 4060

мальный размер тестовой площадки или галтели компонента, разрядность датчиков позиционирования, диаметры щупов и т.п. Это, безусловно, важные параметры, на которые необходимо опираться, понимая, что делается оценка однократного контактирования. То есть визуально фиксируется факт попадания в заданную точку в пошаговом режиме. Но зная, что точность позиционирования важна не в статике, а в динамике, совместно с партнерами мы провели испытания наиболее популярных систем с летающими пробниками, для чего была разработана специальная версия платы, позволяющая проверить заявляемые характеристики (рис. 3). Для начала мы произвели фиксацию работы одного пробника по контактной площадке в полуавтоматическом режиме и результат, так или иначе, у всех систем был близок по точностным характеристикам. На SPEA 4060 нам удалось добиться уникального показателя в 40 мкм на площадке шириной 100 мкм (рис. 4)

Но больший интерес вызвал вопрос, будут ли столь же точны и повторяемы отпечатки от всех пробников испытываемых систем или все-таки будет некоторая окрестность вокруг целевой (эталонной) точки. На откалиброванных системах были произведены серии контактирования, результаты которых показали степень разобщенности совместной работы всех щупов для разных систем с летающими пробниками (рис. 5)

Полученные иллюстрации и разительные отличия вызвали законный вопрос: «С чем связан такой колоссальный разброс реальных параметров у систем, которые по паспорт-

ным данным кажутся вполне взаимозаменяемыми?». Разработчики указывают на базовые конструктивные отличия приводной части и однозначно обращают нас к передовым технологиям, внедряемым в системах, для которых действительно критичны микронные перемещения, например, в механообработке.

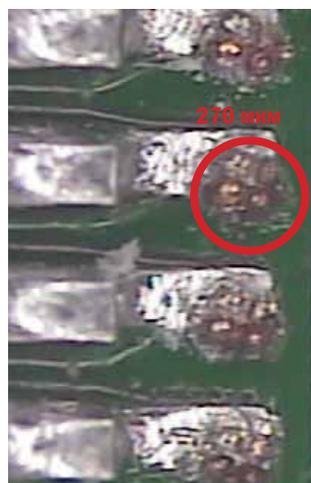
### АГРЕГАТНАЯ ЧАСТЬ

К моменту основания своей компании SPEA в 1976 году Лучано Бонариа понимал, что входит в достаточно насыщенный рынок тестового оборудования с точки зрения предложения со стороны конкурентов. Для того чтобы заслужить внимание со стороны заказчиков, необходимы были принципиально новые подходы и решения, которые смогли бы на голову превосходить существующие технологии. Первый серьезный прорыв, после которого на компанию SPEA стали смотреть как на одного из мировых лидеров тестовых решений, случился в 1988 году – это было внедрение технологии тестирования полупроводниковой продукции на территории Советского Союза. На каждом новом этапе приходилось искать что-то новое, что будет



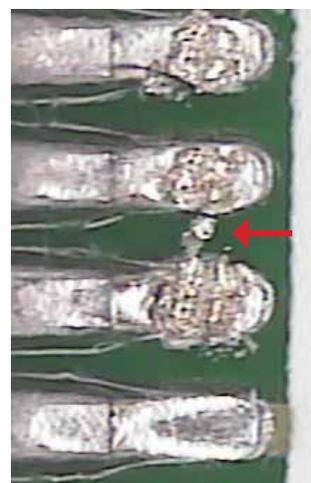
**SPEA 4060**

100 мкм  
40 касаний 4 пробников



**Испытываемая система 1**

Ширина контактной площадки:  
250 мкм  
8 касаний 4 пробников



**Испытываемая система 2**

250 мкм  
10 касаний 4 пробников



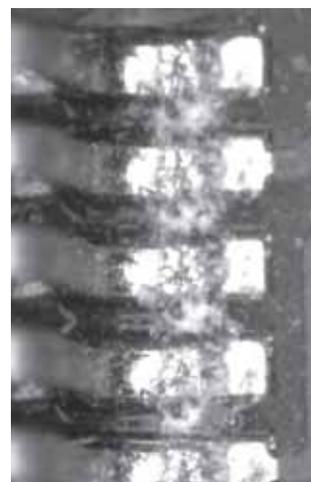
**Испытываемая система 4**

1500 мкм  
10 касаний 4 пробников



**Испытываемая система 5**

Ширина контактной площадки:  
800 мкм  
6 соскальзываний



**Испытываемая система 6**

250 мкм  
10 касаний 4 пробников

Рис. 5 Результат испытаний на проверку точности и повторяемости контактирования различных систем внутрисъемного тестирования

отличать и давать явное преимущество над уже предлагаемыми подходами. Для выбора базовой технологии приведения в движение щупов в начале 90-х годов прошлого столетия был проведен анализ предлагаемых на тот момент идеологий построения прецизионных автоматов. Принимался во внимание ряд факторов, самыми значимыми из которых были:

- простота конструкции, не требующая обслуживания – не требуется смазка, присутствие пыли не сказывается на износе конструкции, нет трущихся элементов;
- технологичность конструкции и безопасность – нет накапливаемой ошибки, точность позиционирования каждого привода не превышает единицы микрон, высокий ресурс скорости приводов, низкая шумность;
- широкий ряд поставщиков комплектующих и сфер применения – возможность выбора оптимальной конфигурации системы; постоянно улучшающиеся характеристики вследствие конкуренции производителей приводов.

На основании этих критериев в качестве базовой была выбрана технология перемещения с помощью линейных приводов. Дополнительные требования, связанные с особенностями приборного производства (непосредственного контакта человека с системой, наличием соответствующих сертификатов производителя) отсекали, по большей части, дешевых или мелких поставщиков силовых узлов. Для средние и крупносерийных производств ключевым оказалось значительное

сокращение времени перемещения пробников по сравнению с аналогами. При реализованных алгоритмах тестирования время измерений занимает порядка 10-15% от всего теста, поэтому длительность перемещения щупов важно снизить до минимума.

Таким образом, система была разработана и предстала в том виде, в котором её знают и по всему миру используют более полутысячи пользователей в настоящее время. В России работу летающих пробников можно встретить уже более чем в 10 городах, а в некоторых и по несколько модификаций. И это при том, что еще три года назад общее количество установок можно было пересчитать по пальцам одной руки.

Популярность применения машин семейства SPEA 4060 растет от года к году, в первую очередь, благодаря быстрому получению реального результата от внедрения системы. Нередки случаи, когда срок окупаемости подобного решения сопоставим с выпуском одной партии изделий, а иногда и всего одного прибора. Все чаще решения о необходимости использования внутрисхемного тестирования на предприятии принимаются, когда сроки и стоимость устранения технологических дефектов должны быть минимальными и нет возможности проводить НИОКР при каждой регулировке изделия. Здесь на помощь и приходит семейство установок с летающими пробниками SPEA 40XX в комбинации со станциями периферийного сканирования JTAG, способные решать самые сложные и экзотические задачи электрического контроля. ■■



Рис. 6 Региональное присутствие парка машин с летающими пробниками SPEA 40XX на территории РФ