

# КАЧЕСТВО

## Программное решение вопросов запуска продукции в производство

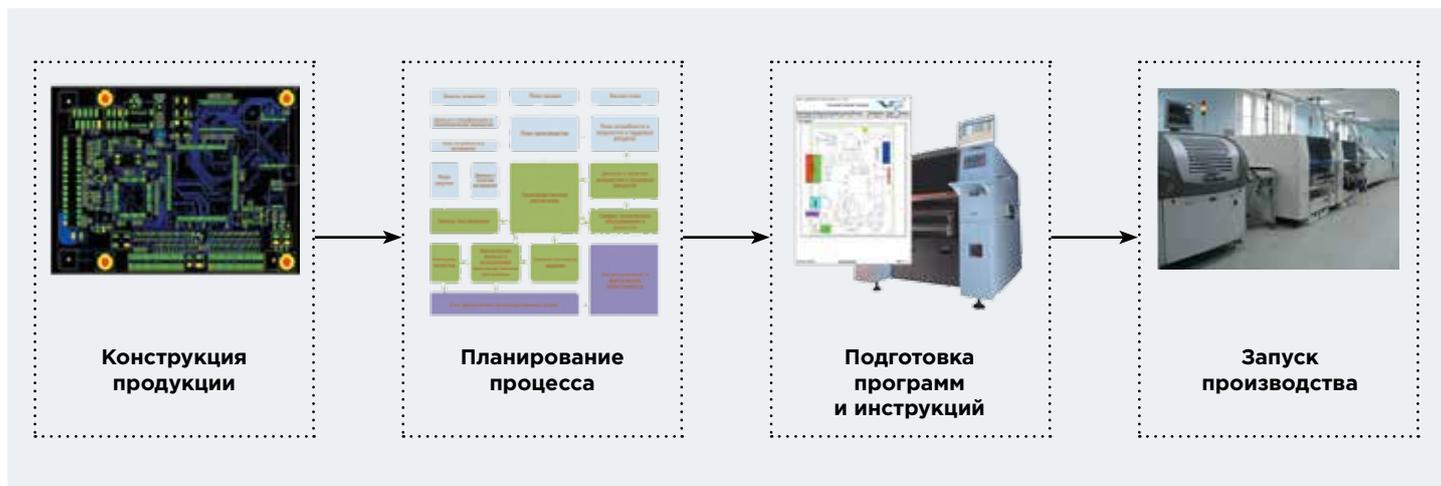


Текст: Александр Антонов

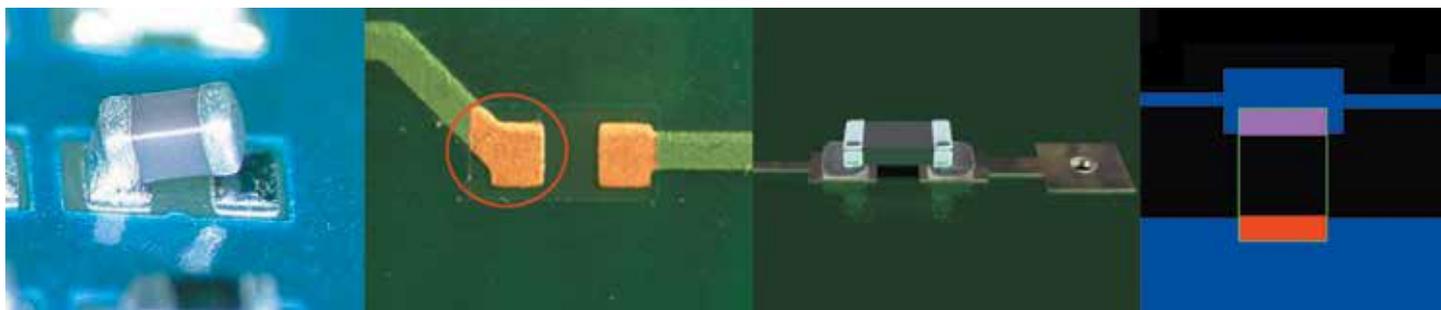
Как известно, выпуск новой продукции и подготовка производства зависят от многих факторов. В зарубежной литературе такой процесс подготовки производства получил название NPI (англ. New Product Introduction — внедрение в производство нового изделия). Процесс проходит несколько стадий и включает в себя все этапы работ от проработки конструкции изделия, планирования технологического процесса, подготовки оборудования и инструкций до непосредственного запуска самого процесса сборки рис 1.

В условиях глобальной конкуренции стоимость, качество и скорость выхода продукции на рынок являются залогом успеха компаний, поэтому крайне важно при подготовке производства учитывать множество факторов. Нужно понимать, что ошибки, недочеты конструкции и процесса, влияние человеческого фактора, качество подготовки данных, рабочих инструкций и программ и прочие моменты в конечном итоге скажутся на общей трудоемкости, уровне дефектности, издержках в процессе внедрения и, в конечном итоге — на качестве и надежности выпускаемого продукта.

Именно поэтому необходимо задавать и качественно прорабатывать следующие вопросы: технологична ли конструкция, есть ли возможность ее сборки при имеющихся ресурсах и оборудовании, как наиболее оптимально организовать сам процесс сборки.



1  
Этапы внедрения новой продукции для производства



2  
Причины появления дефекта «надгробный камень»

В конечном итоге от качества подготовки всех этапов будет зависеть, насколько дорогим и трудозатратным окажется сам процесс внедрения изделия и его производство, что скажется не только на скорости попадания продукции на рынок, но и на ее себестоимости.

И в данном случае на всех этапах не самую последнюю роль играет непосредственно сама конструкция изделия, которая будет определять весь технологический процесс и возможность оптимальной сборки имеющимися мощностями компании-производителя. Ведь одно дело сборка малой партии относительно простого изделия с небольшим количеством компонентов, когда, по сути, можно обойтись только ручным трудом. И совсем другое дело — подготовка предприятия к серийному выпуску сложной продукции с большим количеством компонентов штыревого и поверхностного монтажа, наличием компонентов QFN, BGA, LGA, ИМС с мелким шагом, крупногабаритных компонентов и пр.

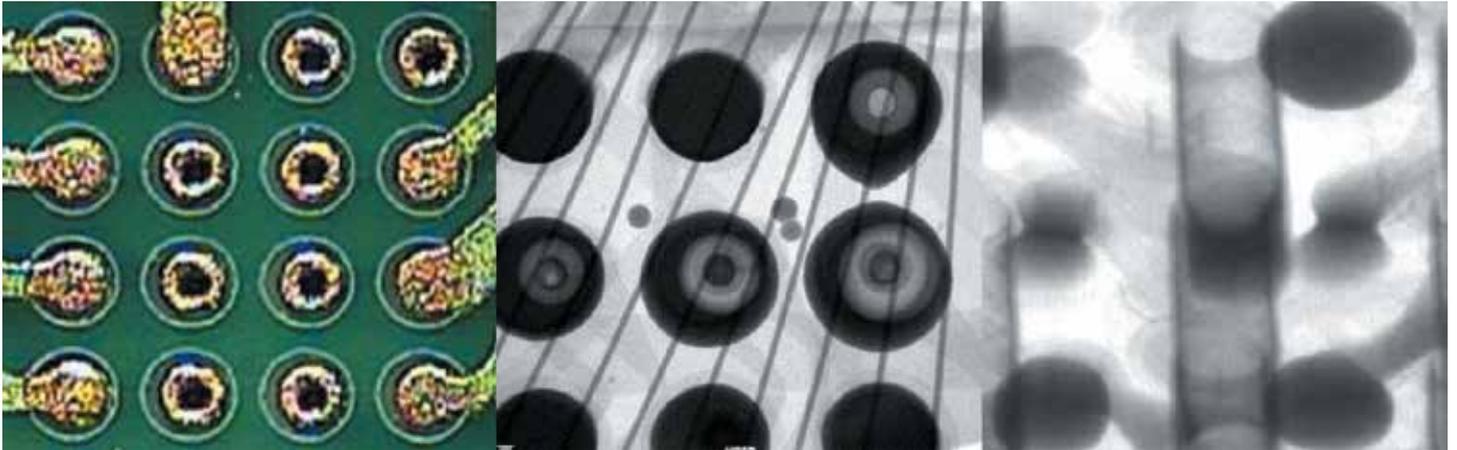
В этом случае разработка изделия, подготовка и организация производства — это сложная задача, требующая более тщательного подхода и привлечения большего количества ресурсов и автоматизированного оборудования. В идеале, конструкция изделия должна учитывать не только возможности используемого оборудования и позволять выполнять автоматизированную

сборку, но и учитывать технологические требования и рекомендации (например, к размеру контактных площадок, взаимному расположению компонентов и элементов платы и пр.).

Возьмем, например, такой известный дефект как «надгробный камень». Как известно, вызывать возникновение данного дефекта может не только разница в нанесенных объемах пасты, точность установки компонентов и используемая технология и профиль оплавления, но и размер и конструкция контактных площадок и окон в паяльной маске компонента. Разница в теплоемкости площадок и площади открытой металлизации также могут способствовать образованию данного вида дефекта пайки **рис 2**.

Еще одним примером служит расположение открытых переходных отверстий в непосредственной близости от контактных площадок компонента BGA или даже на них, что провоцирует изменение формы шариков, утеkanie припоя и образование пустот в пайке выводов BGA **рис 3**, обнаружить которые можно только на рентгеновском оборудовании. Наличие подобных эффектов при низкой надежности образующихся паяных соединений ставит под вопрос надежность и длительность работы всего изделия в целом.

При серийной сборке и привлечении автоматизированного оборудования конструкция должна учиты-



3  
Образования дефектов при пайке BGA

вать не только общие требования — наличие реперных знаков, технологических полей для транспортировки по конвейеру — но и возможности и ограничения используемого оборудования и технологического процесса. Например, производители установок для автоматизированной селективной пайки дают определенные рекомендации по расстоянию и размерам до компонентов от точек пайки рис 4. Несоблюдение этих рекомендаций приведет либо к невозможности качественной автоматизированной сборки (повреждение компонентов или повышенное дефектообразование), либо к введению дополнительных ручных операций по допайке проблемных участков.

Только грамотное проектирование изделий с учетом технологии изготовления (англ. DFM — Design For Manufacturing) или, иными словами, учет всех технологических требований и рекомендаций по процессу сборки и его планирование помогут упростить процесс наладки и подготовки производства и запустить выпуск продукции в минимальные сроки.

Немаловажную роль в подготовке производства после проработки конструкции изделия будут играть и все последующие этапы и действия. Нужно грамотно организовать сам процесс сборки и его отладки, подготовить подробные ясные инструкции, проработать и распределить рабочую нагрузку, организовать своевременную передачу информации о внесении возможных изменений, качественно и тщательно подготовить программы и данные для автоматизированного оборудования и пр. От этого будет зависеть, насколько быстро и безболезненно пройдет этап запуска и насколько стабильным и предсказуемым окажется процесс сборки изделия в итоге.

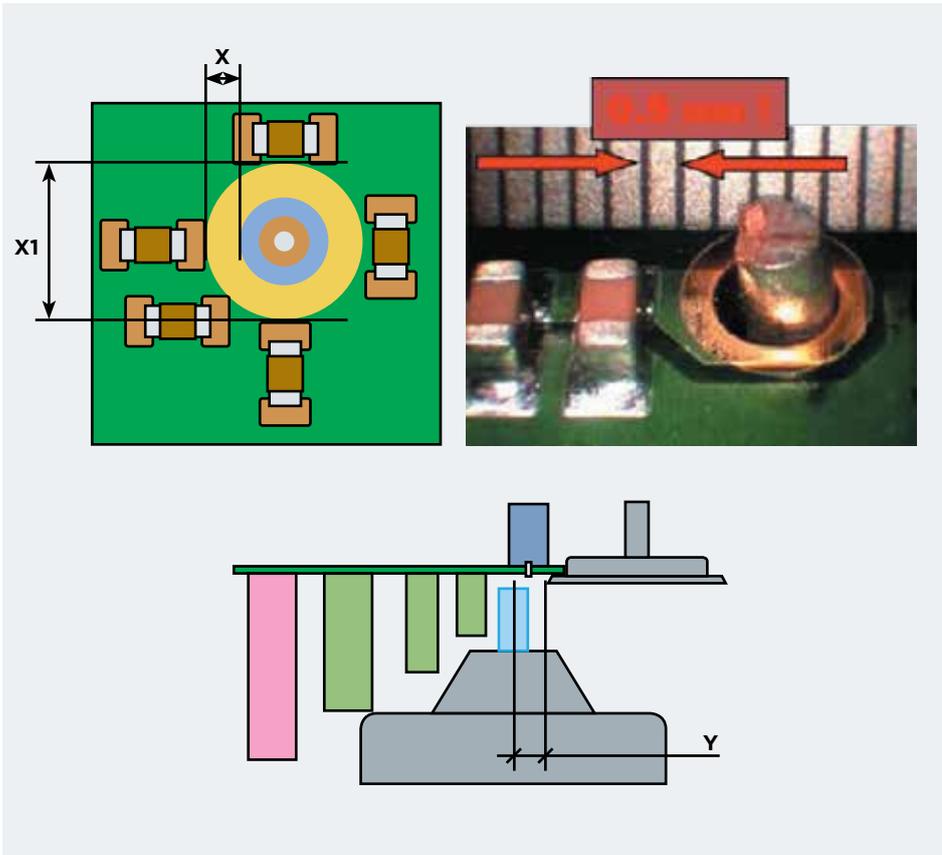
Упростить задачу организации и запуска процесса сборки нового изделия предлагает компания Vayo (Шанхай), фокус деятельности которой направлен на разработку продвинутого комплекса программного обеспечения VayoPro, упрощающего и оптимизирующего все процессы, связанные с внедрением новой продукции

для производства. Компания располагает программными продуктами для большинства этапов внедрения, начиная с автоматического анализа технологичности конструкции изделия и последующего планирования процесса сборки, генерирования и подготовки рабочих инструкций и заканчивая подготовкой данных и программ для автоматизированного оборудования рис 5. На сегодняшний день подобными пакетами программ уже пользуются многие крупнейшие компании-производители электроники.

В своем программном обеспечении компания Vayo делает упор не только на максимально простое выполнении всех операций и действий и оказании своевременной технической поддержки, но и на возможностях, функционале и гибкости своих продуктов при их приемлемой стоимости и возможности бесплатного тестирования.

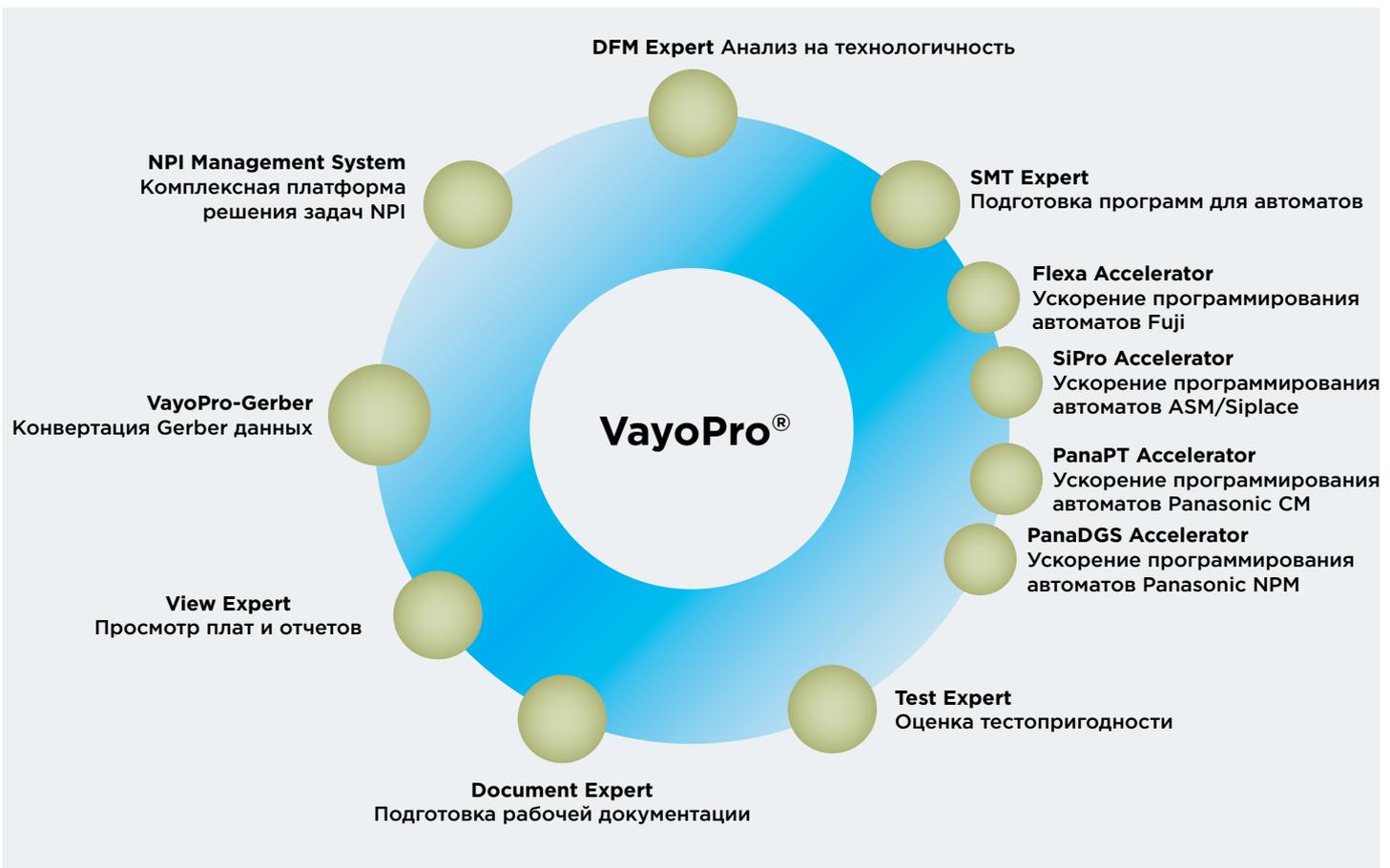
Отличительными особенностями программ VayoPro являются возможность работы с герберами и почти всеми популярными форматами CAD-данных (Cadence, Zuken, Altium/Protel, Mentor, PowerPCB и т. д.), импорт и анализ содержимого BOM-файлов разных форматов, интуитивный и понятный интерфейс пользователя на разных языках.

Программное обеспечение DFM Expert служит для проведения анализа конструкции изделий в автоматическом режиме. DFM Expert позволяет анализировать не только конструкцию элементов платы (размер и положение реперов, дорожек, термобарьеров и шелкографии, апертур трафарета), но и выполнять так называемую «виртуальную сборку изделия». Это значит, что программа выполняет анализ конструкции платы во взаимосвязи со всеми устанавливаемыми компонентами и тестовыми площадками. Благодаря этому появляются широкие возможности по определению технологичности конструкции, то есть выявлению в конструкции всех узких участков с точки зрения возможных проблем сборки, ремонта и тестопригодности изделий.



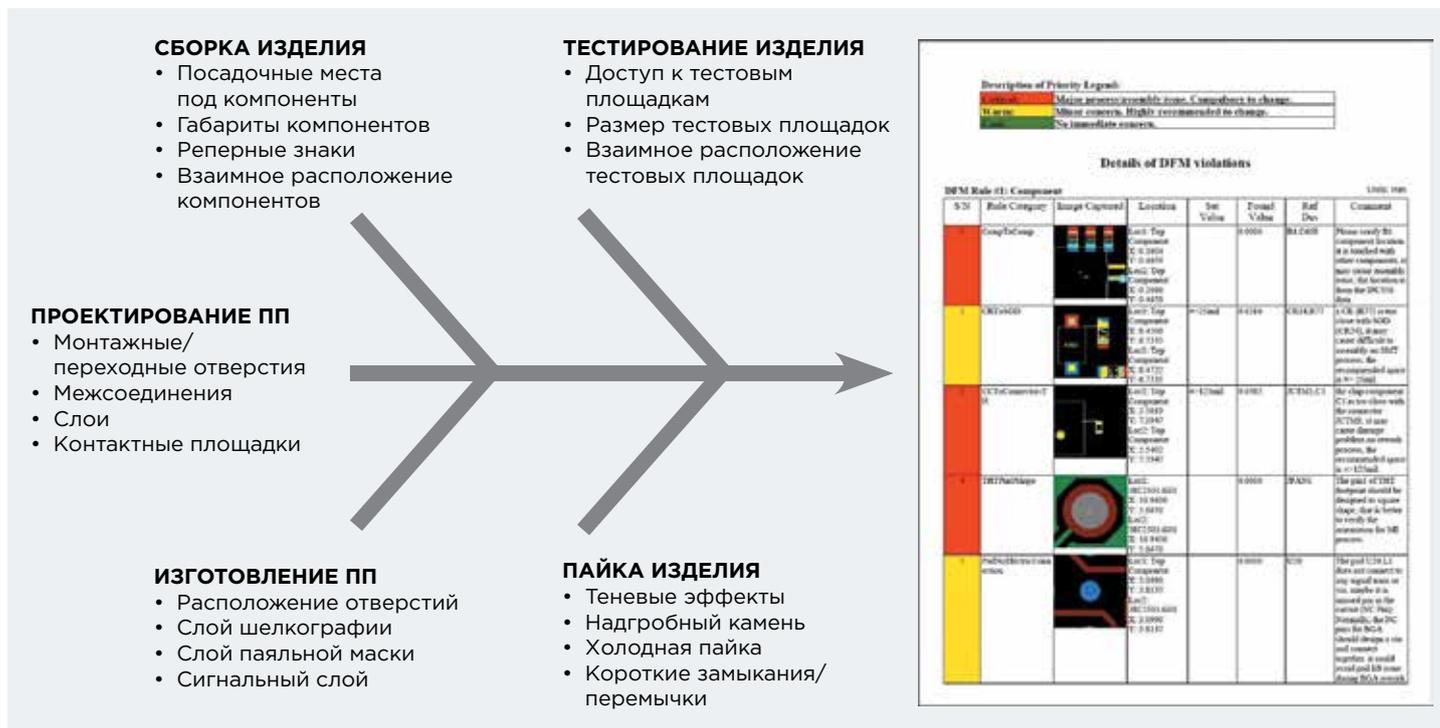
4

Примеры ограничений при селективной пайке



5

Программные решения компании Vayo



6

Возможности DFM-Анализа с генерацией отчета

Такой комплексный подход к анализу изделий на этапе конструирования позволяет:

- определить оптимальное расположение компонентов с учетом их размеров и параметров;
- установить размеры, форму и соответствие контактных площадок и выводов компонентов;
- определить размещение компонентов с точки зрения технологии сборки;
- обеспечить выполнение требований производителей оборудования и процесса (например, при волновой или селективной пайке);
- обеспечить высокий уровень ремонтпригодности и тестопригодности изделия;
- и многое другое.

Для проведения анализа с учетом параметров всех компонентов программа имеет огромную готовую библиотеку (более 150 000 компонентов) правил проверки с рекомендациями из стандартов и учетом опыта производителей электроники. Также есть возможность создавать свои правила и устанавливать свои критерии анализа.

Результатом работы программы является детальный отчет с указанием всех выявленных несоответствий в конструкции изделия, что позволяет внести своевременные изменения и организовать бесперебойную сборку изделия с первого раза по запланированному оптимальному технологическому процессу.

Еще один интересный продукт компании — ПО Document Expert, в задачи которого входит подготовка рабочих инструкций для операторов линий и участков ручного монтажа. Программа позволяет быстро подготовить и сгенерировать текстовые и графические

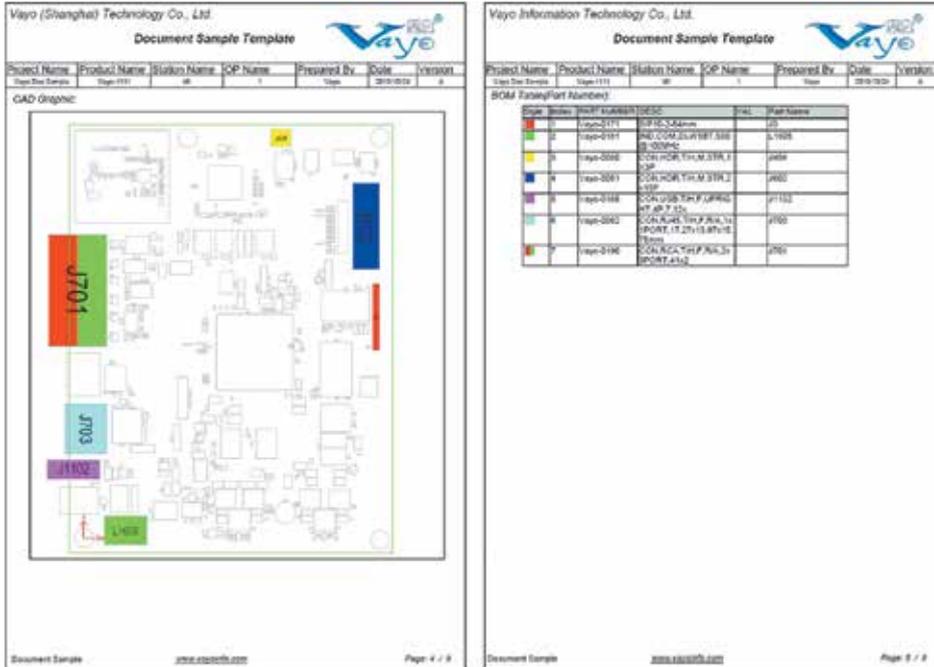
инструкции по разработанному потоку сборки изделия, провести автоматический анализ конструкции изделия с точки зрения распределения сбалансированной нагрузки на рабочие места и участки (например, при ручной пайке или монтаже компонентов) с учетом опыта сотрудников, режима работы и программы выпуска. После такой автоматической балансировки на выходе можно получить графические инструкции и указания монтажникам по пайке определенных компонентов на закрепленных рабочих местах, которые можно распечатать или передать по сети предприятия **рис 7**.

Важным этапом процесса внедрения новой продукции в производство является подготовка данных и программ для автоматизированного оборудования, в частности для автоматов установки компонентов. Для этой операции компания Vayo также предлагает уникальное запатентованное решение, реализованное в виде программных продуктов SMT Expert и Vayo Accelerator. Их задача — ускорение и упрощение процедуры подготовки программ сборки для новых изделий благодаря интеллектуальному автоматическому подходу к процессу подготовки данных с минимальным количеством манипуляций со стороны человека. Программное обеспечение по максимуму использует для обработки всю информацию, содержащуюся в импортируемых герберах и CAD-данных. К такой информации, в частности, относится информация о типе, полярности, координатах и размере компонентов и их выводов, положение реперных знаков и пр.

В программе можно выполнять мультипликацию плат, программирование реперных знаков и корректировку координат установки компонентов, а также

7

Пример графических инструкций по пайке



7 Пример графических инструкций по пайке

автоматическую подготовку и «обучение» компонентов на плате с проверкой и корректировкой полярности и углов поворота при установке. Все это возможно благодаря осуществляемому программой автоматическому графическому анализу и сравнению компонентов из CAD-данных с моделями и параметрами компонентов в библиотеке рис 8. Это избавляет от необходимости ручного поиска соответствия в библиотеке или описания новых компонентов на плате: программа сама автоматически установит соответствие компонентов, откорректирует углы поворота или предложит список аналогичных похожих компонентов из библиотеки с возможностью редактирования их параметров прямо из интерфейса программы.

Такой автоматизированный интеллектуальный подход позволяет упростить и оптимизировать один из самых сложных и трудоемких этапов подготовки программы и ее отладки для автоматов установки, связанный с обучением новых компонентов и проверкой полярности и углов их установки. На выходе программа генерирует подготовленные данные и рабочие файлы для последующей их загрузки в автоматы установки.

Таким образом, возможности ПО SMT Expert и Vayo Accelerator позволяют не только ускорить процесс программирования автоматизированного оборудования, уменьшить время его простоя, но и свести к минимуму все издержки, связанные с человеческим фактором и оптимизацией программ установки компонентов.



8 Графический автоматический анализ компонентов в ПО Vayo

## Вывод

Процесс успешного и быстрого внедрения новой продукции для производства или New Product Introduction (NPI) в общем случае представляет собой непростую задачу, когда учесть и проработать необходимо действительно многое, начиная от обеспечения технологичности изготавливаемой продукции и заканчивая грамотной подготовкой и организацией самого технологического процесса. Именно поэтому в мире разрабатываются и набирают всю большую популярность программные продукты для решения задач NPI, использование которых помогает упростить и ускорить процесс подготовки производства к выпуску продукции и избежать возможных проблем при запуске и отладке. □