



ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Алексей Кивелев
lines@ostec-group.ru

Итак, мы с вами определились: для того чтобы не просто существовать, а быть лидером в сложившейся жесткой конкурентной борьбе на рынке, производители обязаны выпускать продукцию самого высокого качества при минимальной цене. При оценке общей стоимости производства важно принимать во внимание в том числе затраты на гарантийное обслуживание, возможные отзывы изделий, их ремонт. Комплексная система прослеживаемости является важнейшим элементом в достижении успеха при решении данной задачи. Она позволяет полностью проследить процесс сборки продукции: какие комплектующие, материалы применялись и кто их поставщик, применялись в каких изделиях, в какое время и т.д. Прослеживаемость производства – это основа комплексной системы управления качеством и планирования на предприятии. Как уже отмечалось, система прослеживаемости – сложный программно-аппаратный комплекс. И в данной статье мы расскажем о различных вариантах его организации на предприятиях по производству изделий электроники.

Система прослеживаемости производств, выпускающих изделия электронной техники, в первую очередь, затрагивает технологические материалы и комплектующие. Особое внимание уделяется собственно самим производственным процессам и операциям, и всему, что с ними связано.

В зависимости от объема регистрируемых данных можно выделить четыре основных уровня построения программно-аппаратного комплекса по прослеживаемости производства, по которым можно также определить выгоды как для самого изготовителя, так для конечного заказчика (потребителя). И чем выше уровень организации системы прослеживаемости на производстве, тем выше требования к программному и аппаратному обеспечению, тем выше стоимость внедрения всего комплекса.

Уровень 1:

- **Идентификация печатных плат, групповых заготовок.**



Это самый простой уровень организации системы прослеживаемости. Идентификационный номер, присутствующий на печатной плате (или групповой заготовке), считывается до (или после) технологи-

ческой операции. На данном этапе система определяет, что платы прошли через все технологические процессы (включая тестовые и контрольные операции) в требуемое время и в нужной последовательности. При этом детальная регистрация технологических режимов и условий протекания процессов не проводится. Самый распространенный пример прослеживаемости 1-го уровня, применяемый на отечественных предприятиях – это идентификация отдельных плат или групповой заготовки для операции автоматического оптического контроля качества паяных соединений. Идентификация изделий требуется для того, чтобы впоследствии на верификационной станции определить, какие именно платы имеют брак, тип дефекта и его локализацию (рис. 1). Идентификационный номер (ряд предприятий применяют просто порядковые номера) на других

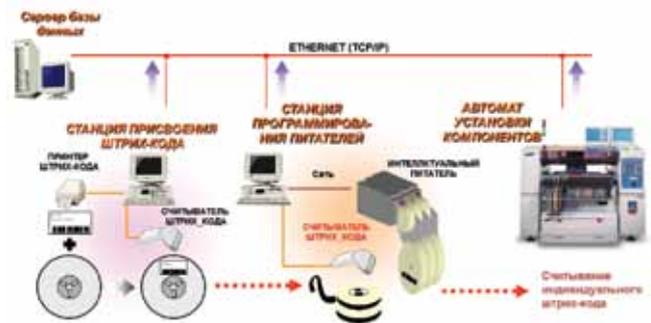


Рис. 1 Статистический анализ данных автоматического оптического контроля

технологических операциях может и не считываться.

Система прослеживаемости 1-го уровня в режиме реального времени позволяет без труда получить следующие статистические данные:

- количество произведенных изделий;
- операции, на которых в текущий момент времени находятся печатные платы;
- количество изделий, находящихся в ремонте, общий процент брака продукции;
- количество отгруженной клиенту продукции.

Таким образом, можно управлять текущей загрузкой производства и осуществлять оперативное планирование. Но наличия только информации о факте выполнения той или иной технологической операции зачастую бывает недостаточным.

Уровень 2:

Идентификация технологических материалов и комплектующих.

Одна из наиболее важных задач этого уровня – организация системы прослеживаемости электронных компонентов. Когда катушка с компонентами (или поддон, пенал) поступает на склад, ей присваивается уникальный штрих-код, который содержит такие данные, как: тип корпуса, номинал, производитель, поставщик, количество, заводской номер и т.п. Далее учет комплектующих ведется применительно ко всем партиям выпускаемых изделий (а не для каждой платы!).

В России автоматизированный учет электронных компонентов широко применяется многими предприятиями. Импульсом к его внедрению послужили современные автоматы установки поверхностно-монтажных элементов, имеющие интеллектуальные питатели и соответствующее программное обеспечение. Производства получили возможность связывать конкретный тип компонента с серийным номером питателя. Алгоритм этой работы представлен на рис. 1. Данные по расходу элементов хранятся в базе и могут автоматически выдаваться на склад, благодаря чему непрерывно отслеживается остаток компонентов на производстве, и прогнозируются дальнейшие закупки.

Дополнительно появляется возможность полностью исключить ошибки, связанные с установкой питателя с ошибочным компонентом. В автомате считывается идентификатор питателя и связь «питатель-катушка», и если в слоте находится другой компонент, то система автоматически сигнализирует об ошибке.

Система прослеживаемости 2-го уровня предоставляет полную информацию по перечню комплектующих, которые применялись в производстве партии изделий, и позволяет отслеживать цепочку поставки. При необходимости можно гарантировать заказчику продукции, что использовался только разрешенный перечень компонентов.

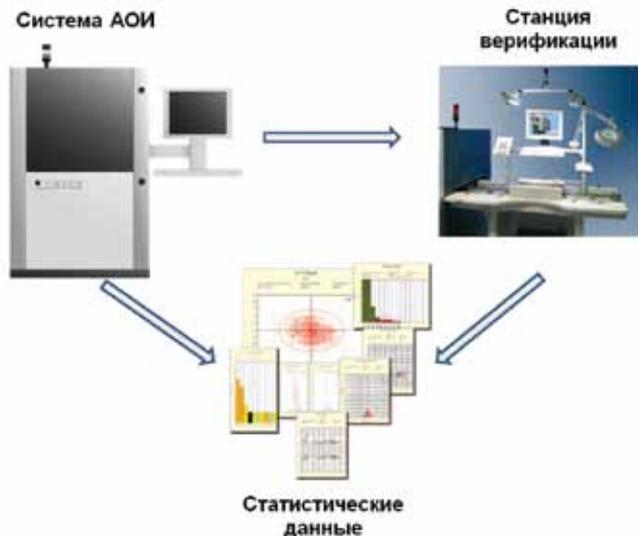


Рис. 1 Алгоритм работы системы прослеживаемости

Однако такой подход к организации системы прослеживаемости имеет ограниченную эффективность. Представим ситуацию: при производстве какой-либо партии печатных плат применялись комплектующие, одинаковые по техническим параметрам, но разных поставщиков или даже разных производителей. В процессе эксплуатации изделия компоненты только одного поставщика (или производителя) оказались дефектными – часто выходят из строя, нестабильно работают, не выдерживаются заявленные характеристики. В этом случае определить, в каких именно изделиях в партии применялись дефектные элементы, кто поставщик (и производитель) невозможно. В результате на повторный анализ для устранения причин брака попадают не только все изделия в партии, но и все поставщики применяемых комплектующих – а это уже может потребовать серьезных финансовых и человеческих ресурсов. Ситуация может усугубиться, если в договоре предусмотрены высокие штрафные санкции для производителя. Даже в случае своей невиновности доказать что-либо вряд ли получится.

Уровень 3:

- **Идентификация каждой платы;**
- **Идентификация технологических материалов, компонентов и комплектующих.**



Дополнительная особенность этого уровня организации системы прослеживаемости – уникальная идентификация каждой платы при помощи штрих-кодирования. 1D или 2D коды наносятся на печатные платы, технологические материалы и комплектующие непосредственно до начала производства – в момент поступления их на склад. Применительно к каждой плате в базе данных хранится информация о том, какие комплектующие применялись, их основные характеристики, заводской номер партии, кто поставщик, кто производитель и т.д. (аналогично уровню 2). И если в процессе испытаний изделия или его эксплуатации были выявлены какие-либо дефект-

Таблица 1 Классификация электронных сборок

Класс 1	Изделия общего назначения	Изделия, пригодные для применения в условиях, при которых главным требованием к готовому изделию является его функционирование
Класс 2	Изделия специального назначения	Изделия, от которых требуется высокие эксплуатационные качества и увеличенный срок службы и для которых бесперебойная работа желательна, но не является особенно важной. Обычно условия эксплуатации изделий не способствуют возникновению отказов.
Класс 3	Изделия с высокими эксплуатационными качествами	Изделия, для которых особую важность имеет бесперебойное функционирование в соответствии со всеми требованиями. Условия эксплуатации достаточно суровые. Это изделия жизнеобеспечения и другие важные системы.

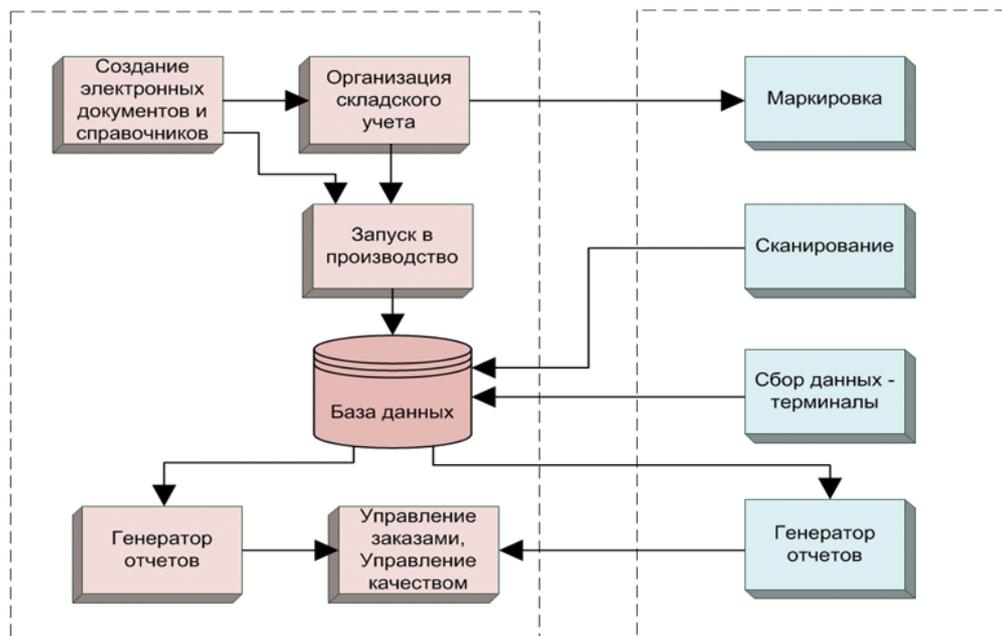


Рис. 2 Общая структура системы прослеживаемости

ные комплектующие, то можно, подняв историю возникновения, понять точную причину и найти источник дефекта. Особенно важно точно знать, в каких именно изделиях установлены дефектные комплектующие, когда требуется отозвать бракованную продукцию или направить специалиста с целью устранения неисправности – ведь это вопрос затрат на ремонт. Детальная информация о составе изделия остается доступной в течение нескольких лет, это главное отличие системы прослеживаемости 3-го уровня. Этот комплекс прослеживаемости отвечает всем требованиям основной массы предприятий, выпускающих продукцию классов 1 и 2 согласно градации по стандарту IPC-A-610 «Критерии приемки электронных сборок» (таблица 1).

Уровень 4:

- **Идентификация каждой платы;**
- **Идентификация технологических материалов, компонентов и комплектующих;**
- **Регистрация параметров технологических процессов.**

Это наивысший уровень организации системы прослеживаемости производства изделий электроники. В базе данных, помимо полной информации о том, какие комплектующие и материалы исполь-

зовались применительно к

каждой печатной плате, также регистрируются все параметры технологических процессов, определяющих качество готовой продукции:

- параметры нанесения паяльной пасты: скорость нанесения, давление ракеля, скорость разделения трафарета и платы и т.д.;
- температурный профиль пайки;
- температурно-влажностные режимы окружающей среды;
- условия хранения комплектующих и материалов;
- результаты контроля качества нанесения паяльной пасты и качества пайки плат;
- количество циклов, длительность и температура процесса отмытки;
- скорость нанесения, количе-

ство слоев влагозащитного покрытия;

- и др.

Общая структура системы прослеживаемости представлена на рис. 2.

При этом руководители предприятия могут получать любые отчеты и статистические данные, необходимые для комплексного управления качеством всего производства в целом, планирования, принятия важных стратегических решений и, конечно же, для управления стоимостью производства. Например, имея полноценную статистику дефектов с разбивкой по типам, для каждой операции можно заранее предпринять корректирующие и предупреждающие действия: сменить поставщика или производителя материалов и комплектующих, отладить режимы на оборудовании, поменять оснастку, обучить персонал и т.п.

Система прослеживаемости такого уровня, безусловно, определяет конкурентоспособность предприятия – это гарантия высокого качества выпускаемой продукции! И ее наличие особенно важно для производителей, работающих в таких отраслях, как медицинская, автомобильная, спецтехника (класс 3 по стандарту IPC, таблица 1) – там, где надежность изделий стоит на первом месте. ■