

ЧТО, ГДЕ И КОГДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ В СИСТЕМЕ SMART

Д.Васильев lines@ostec-group.ru

Структура современного промышленного предприятия настолько сложна, что управлять им невозможно без специальной системы – MES (manufacturing execution system). В основе MES лежит идея прослеживаемости производства – регистрации изделий, произведенных на предприятии, и всех действий, совершенных в процессе их сборки. Благодаря прослеживаемости предприятие получает возможность не только контролировать качество продукции, своевременно устраняя ошибки производства, но и вести статистику качества изделий и эффективности производства.

Одна из самых распространенных MES на предприятиях радиоэлектронной отрасли – iTAC.MES.Suite, созданная крупнейшим разработчиком и интегратором MES-решений немецкой компанией iTAC Software AG. Эта компания была основана в 1998 г. в результате отделения от холдинга Bosch. На российском рынке представлена специально адаптированная для нашей страны MES – SMART, тоже основанная на iTAC.MES.Suite.

SMART – платформенезависимая гибкая система управления производством, ориентированная на самый широкий спектр задач. Как и большинство подобных продуктов, система SMART модульная. В ее состав входит пять основных функциональных модулей (рис.1) и несколько дополнительных функций, среди которых облачное хранение данных и приложения для мобильных устройств. В основе любой MES лежит прослеживаемость, о ней и пойдет речь далее.



Рис.1. Структура MES SMART

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Элементы прослеживаемости впервые начали применяться отнюдь не в машиностроении или иной высокотехнологичной сфере производства, как могло бы показаться на первый взгляд, а в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Еще в античности и средних веках многие производители пищи вели учет приходящего к ним сырья или полуфабрикатов. Благодаря этому они могли контролировать качество производимой продукции. Со временем росли и развивались другие отрасли производства, и учет сырья стал одним из решающих факторов, влияющих на качество продукции. Прослеживаемость все шире распространялась на предприятиях.

Сегодня прослеживаемость стала одним из необходимых элементов производства на предприятиях, чьи главные цели – качество продукции и эффективность производства. Прослеживаемость применяется практически везде: в машиностроении, электронной, химической, легкой промышленности и т.д. Несколько предприятий единой логистической цепочки могут реализовать глобальную прослеживаемость, открывая свои базы данных друг другу; подобные решения широко применяются в автомобилестроении и производстве военной техники.

Нужно отметить, что и в пищевой промышленности – прародительнице прослеживаемости – она распространена повсеместно, а в некоторых отраслях (например, птицеводстве, рыбной и молочной) это обязательное условие работы предприятия.

ЧТО ТАКОЕ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ?

Несмотря на то, что элементы прослеживаемости издавна применялись на предприятиях, международный стандарт ISO 8402 "Управление качеством и обеспечение качества – словарь" дал четкое определение прослеживаемости только в 1994 году (см. врезку) Это определение также приводится и в российских рекомендациях "Система качества. Идентификация и прослеживаемость

Прослеживаемость – способность проследить предысторию, использование или местонахождение объекта с помощью идентификации, которая регистрируется.

Примечания:

1. Термин "прослеживаемость" может быть использован в одном из трех основных значений:
 - а) по отношению к продукции он может определять:
 - происхождение материалов и комплектующих,
 - предысторию производства продукции,
 - распределение и местонахождение продукции после поставки;
 - б) при калибровке – установление связи между измерительным оборудованием и национальными и международными стандартами, первичными стандартами, основными физическими константами или свойствами или эталонными материалами;
 - с) при сборе данных – установление связей между вычислениями и данными по всей петле качества, а иногда и между первоначальными требованиями к качеству объекта.
2. Все аспекты требований к прослеживаемости должны быть четко установлены, например, по периодам времени, месту происхождения или идентификации.

продукции на предприятии", выпущенных ВНИИС Госстандарта РФ (Р 50-601-36-93).

Что же дает введение прослеживаемости современному предприятию электронной промышленности? Обобщив все преимущества, можно назвать это прозрачностью производства. Прослеживаемость позволяет получить ответы на многие важные вопросы:

- на основании каких начальных данных были выпущены изделия?



Рис.2. Основные данные для прослеживаемости

- в рамках какого заказа были выпущены изделия?
- когда были выпущены изделия?
- на каком оборудовании, рабочих местах и кем были выпущены изделия?
- с каким качеством и результатами измерений были выпущены изделия?
- на каком оборудовании, рабочих местах и когда появлялись изделия несоответствующего качества?
- какие компоненты (из какой партии, от какого поставщика и т.д.) устанавливались в изделия?
- и были ли вообще изделия выпущены?

Из собранной в рамках прослеживаемости информации (рис.2) организуется компьютерная база данных, на основе которой впоследствии формируются отчеты, графики и результаты поиска.

Помимо непосредственного сбора данных (пассивной прослеживаемости), на предприятиях часто ведется дополнительный мониторинг данных в режиме реального времени. Онлайн-проверка соответствия этих данных заданным предварительно условиям реализует активную прослеживаемость, причем для каждого изделия задаются индивидуальные условия, например, такие как:

- применение компонентов с заданным каталожным номером, номиналом, из определенной партии, заказа или с иными индивидуальными свойствами;
- правильная комплектация рабочих мест сырьем, компонентами и расходными материалами, в том числе и корректность загрузки питателей для автоматов-установщиков;

- применение определенных оснасток (например, трафаретов), материалов (например, паяльной пасты), контрольно-измерительной аппаратуры или методики автоматического тестирования;
- прохождение изделием заданного маршрута производства и выполнение определенной последовательности операций при его сборке.

Если в какой-то точке производственного процесса обнаружится несоблюдение хотя бы одного условия, производство изделий после этой точки будет приостановлено до устранения причины несоответствия. Такой механизм, предупреждающий ошибки и не допускающий распространение брака, получил название "производство "как запланировано".

ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Прослеживаемость нельзя реализовать, не имея возможности различать элементы, предоставляющие данные, либо сами данные. Для этого применяется неотъемлемая составляющая прослеживаемости – идентификация, то есть назначение каждому объекту уникального признака, по которому его можно отличить от остальных.

Организуя прослеживаемость, имеет смысл идентифицировать все аспекты, которые так или иначе влияют на качество продукции и производство. Это может быть:

- информация о заказах: номер, клиент, тарное место и т.д.;
- каждое производимое изделие;
- сырье: компоненты и расходные материалы;
- оснастка, необходимая для производства изделия;
- рабочие места, участки и оборудование, через которые проходит производственный маршрут изделия;
- работники предприятия, участвующие в производственном процессе.

Каждый объект помечается индивидуальным уникальным цифровым кодом – серийным номером или идентификатором. Для этого чаще всего применяется маркировка или этикетирование штрих-кодом – линейным (1D) или двумерным (2D). Последний применяется для кодирования больших объемов данных, а также если в корпусе, на печатной плате или иных элементах изделия недостаточно места для размещения линейного кода. Важно знать, что для каждого типа штрих-кода существуют общепринятые стандарты кодирования. Штрих-коды могут быть нанесены при приеме сырья или в процессе производства автоматическим маркировщиком (рис.3), наклейками или



Рис.3. Лазерный маркировщик Nutek LMC-S3

иным способом; так же могут использоваться уже имеющиеся маркировки, например, нанесенные на компоненты их производителем.

Иногда производители идентифицируют изделия RFID-метками, то есть интегральными микросхемами с уникальным идентификатором, который считывается по радиоканалу на некотором расстоянии. RFID-метки дают возможность получить серийный номер изделия, если плата прибора недоступна - например, установлена в корпус или залита герметиком. С помощью персональных карт с RFID-метками можно идентифицировать и сотрудников предприятия, участвующих в производственном процессе.

Приборы, хранящие серийный номер в своей памяти и имеющие аппаратный интерфейс для обмена данными, могут идентифицироваться программным методом.

На предприятиях, применяющих бумажную документацию, идентификатором изделия может быть сопроводительный лист, маршрутная карта или иные документы сопровождения.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ

Начиная внедрять прослеживаемость на предприятии, нужно иметь в виду, что типовых решений не существует. Предприятия отличаются друг от друга типом и номенклатурой выпускаемой продукции, объемами производства, установленным оборудованием, организацией производства

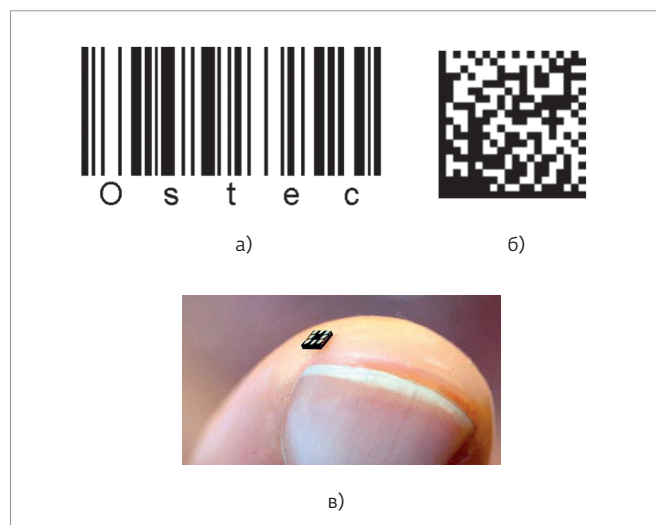


Рис.4. Примеры способов идентификации: штрих-код 1D-Code 128 (а); штрих-код 2D-DataMatrix (б); RFID-чип (в)

и обеспечения, бизнес-процессами, документацией, а также целями внедрения прослеживаемости. Поэтому для каждого производства создается свой, уникальный проект, учитывающий прошлые, текущие и будущие особенности работы предприятия.

Стандартная методика планирования системы прослеживаемости состоит из нескольких этапов.

1. Формулирование и описание целей, ради которых внедряется прослеживаемость. Здесь уместно вспомнить методику определения целей и постановки задач SMART, согласно которой любая цель должна быть:
 - конкретизирована (Specific);
 - измерима (Measurable);
 - достижима (Achievable);
 - значима (Relevant);
 - соотносима с временными сроками (Time-bounded).

2. Определение изделий, для которых вводится прослеживаемость. Описание всех важных для прослеживания аспектов, например, правильность монтажа компонентов, использование оборудования, работа персонала.
3. Определение идентификационных признаков – серийный номер для производимой продукции, каталожный номер для компонентов, индивидуальный номер работника, и т.д. Определение физического формата идентификаторов – штрихкод и его тип, RFID-метка.
4. Определение точек производственного цикла, в которых должна применяться прослеживаемость, и процессов в этих точках, с которых должна собираться информация. Создание идентификационной схемы (схемы производства с указанием точек присвоения, считывания, модификации и т.д. идентификаторов).
5. Определение способа хранения информации – формы, порядка учета, взаимосвязей между идентификационными признаками.

Спланировав структуру прослеживаемости, можно начинать ее физическую реализацию. При этом могут "всплыть" нюансы, которые не были учтены при планировании, либо появятся новые

вводные. Если это произойдет, требуется снова пройти шаги планирования с учетом изменившихся обстоятельств. Правильно и детально проработанная система прослеживаемости – гарантия повышения качества продукции и общей эффективности производства.

ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ В СИСТЕМЕ SMART

В SMART реализована активная прослеживаемость. Система позволяет предупреждать возможные ошибки при производстве, контролируя выполнение условий правильной сборки изделий.

Удобный механизм реализации проектов в системе SMART позволяет гибко настраивать и описывать правила работы для любого уникального проекта. К элементам системы могут добавляться новые атрибуты, а связанные с ними данные – обрабатываться, сортироваться, учитываться в других модулях системы и т.д. (рис.5).

Модуль прослеживаемости SMART состоит из нескольких информационных разделов. В **разделе продукции** пользователь системы получает информацию о произведенных изделиях, сортируя ее по различным условиям поиска, например:

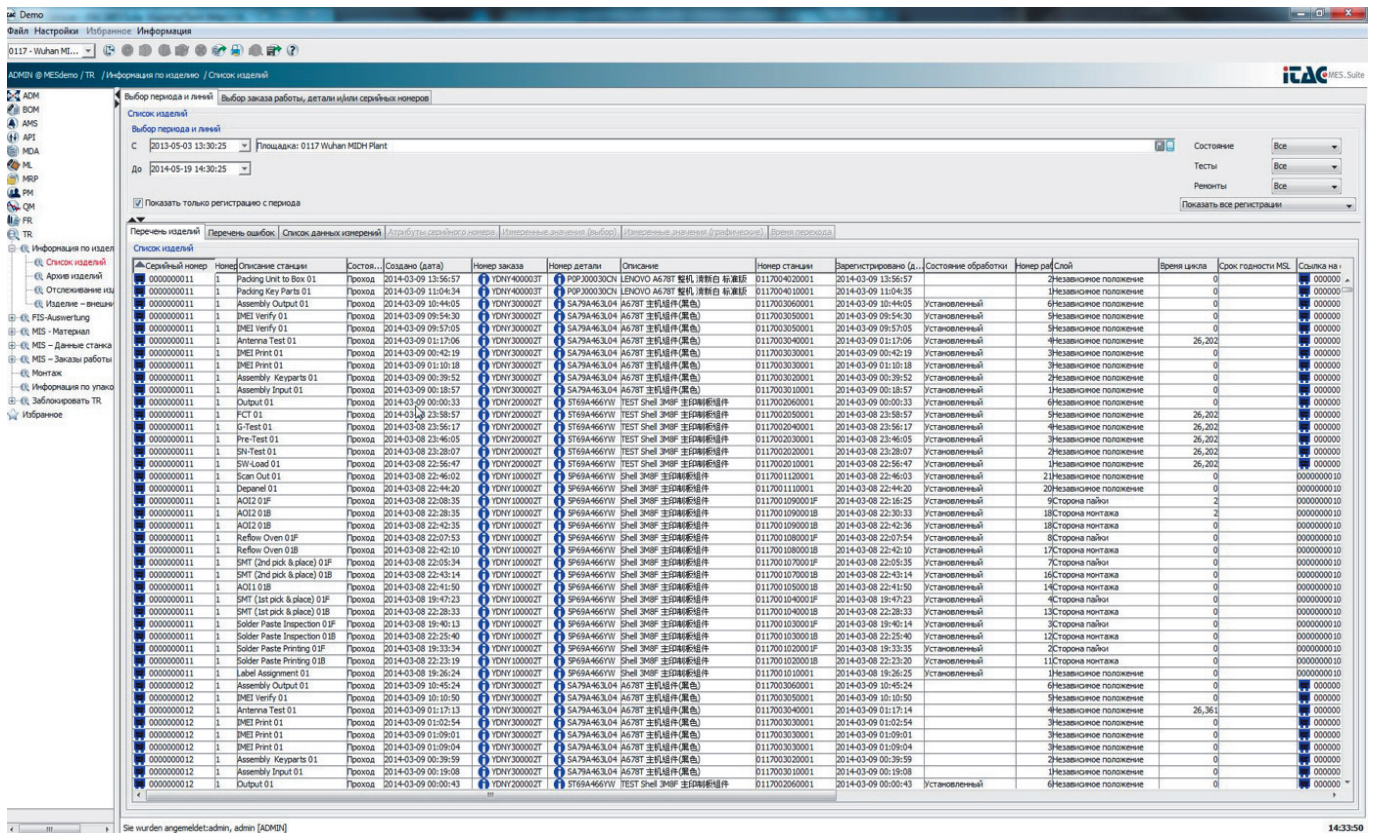


Рис.5. Интерфейс системы SMART. Вывод истории производства

- число произведенных изделий как вообще, так и для определенного заказа;
- серийные номера произведенных изделий;
- полная информация об изделии с указанным серийным номером (когда и где было произведено, история сборки, результаты тестирования и типы отказов, доработки на участке ремонта и т.д.);
- статистика качества произведенных продуктов (количество отказов, графики и таблицы распределения измерений физических величин и т.д.);
- перечень компонентов и материалов, использованных при производстве продукта.
Примеры условий поиска:
- временной интервал;
- участок сборки (рабочие места, линии, цеха, предприятие в целом);
- статус выполнения (завершенное или незавершенное производство);
- были ли отказы при тестировании или ремонт.

Раздел материалов хранит информацию о компонентах и материалах, примененных при производстве. Это может быть:

- обзор партии/партий материалов;
- использование материалов (как партий, так и отдельных единиц) с перечнем серийных номеров изделий, в которых материал был использован;
- связанные с компонентами отказы в производстве, с перечнем изделий и серийных номеров.
Примеры условий поиска:
- временной интервал;
- наименование производителя;
- номер партии;
- номер контейнера;
- классификация материала.

В **разделе процессов** отправная точка для поиска – так называемый "рецепт". Это совокупность элементов документации на изделие, четко описывающей его производство: маршрутные карты, спецификация, необходимые условия по тестированию и т.д. Для каждого "рецепта" данные могут быть найдены по:

- изделиям (количество, серийный номер, дата и т.д.);
- качеству сборки (число отказов и ремонтов, графики измерений);
- обработанным по "рецепту" заказам.

Раздел оборудования и рабочих мест демонстрирует полную картину функционирования автоматизированных и ручных рабочих мест и позволяет получать информацию:

- о степени их загрузке;
- какие заказы выполнялись;
- какие именно изделия собирались на рабочих местах, и т.д.

В **разделе заказов** хранится информация о заказах и их сериях:

- статус и история выполнения заказов (создание, принятие в работу, выработка и т.д.);
- полная информация о производимой в рамках заказа продукции (число, серийные номера, качество, время выполнения и т.д.).

В этом же разделе заказы создают вручную, редактируются, им присваиваются атрибуты – "рецепт", статус, срок исполнения и т.д. Если при развертывании системы была выполнена интеграция с ERP-системой предприятия, заказы могут быть импортированы из нее.

Раздел отгрузок содержит информацию об отгрузках продукции в рамках партии, заказа или иных условий поиска. Пользователь системы может получить информацию об отгруженных, отгружаемых в данный момент или еще не отгруженных изделиях. Система также позволяет учитывать не только серийные номера изделий, но и идентифицировать общие товарные места: групповую упаковку, паллеты, контейнеры и т.д.

В **разделе блокировки** учитываются и отображаются данные по заблокированным в процессе производства изделиям. Именно здесь начинается выяснение причин нарушения условий, заданных в рамках активной прослеживаемости и механизма "производство "как запланировано".

Таким образом, модуль прослеживаемости системы SMART позволяет быстро получить исчерпывающую информацию обо всех изделиях и процессах производства. В следующих статьях цикла будут описаны возможности остальных модулей системы SMART. ●