

# Умная линия: искусственный разум на страже качества



Текст: Евгений Липкин

Часто при общении с представителями приборостроительных предприятий приходится слышать, что вопрос управления качеством продукции является творческим, требующим незаурядной интуиции и наличия шестого чувства. В качестве аргументации данного утверждения идет отсылка к особой специфике, местным проблемам с комплектацией и анекдоту про проклятое место. Однако несмотря на, казалось бы, творческий характер задачи в большинстве случаев найденные решения проблем с качеством вписываются в уже давно известные причинно-следственные связи.

На эту тему хочу привести один пример. Когда моя жена пытается разобраться в настройках автомобиля, то начинается процесс творческого поиска нужной комбинации кнопок и изучения многоуровневого меню бортового компьютера. В ста процентах случаев это приводит к потере времени, а в половине – к звонку мне и просьбе о помощи. И как я не пытался убедить её в следующий раз заглянуть в инструкцию пользователя, лежащую в бардачке, всё никак.

Вы спросите, к чему это я? А вот к чему.

Довольно часто, когда требуется решить задачу предупреждения дефектов или выявления причин их

возникновения, мы не принимаем во внимание уже существующий накопленный опыт, материализованный в виде стандартов, рекомендаций, публикаций и других источников информации. Мы сразу пытаемся решить вопрос здесь и сейчас. Это приводит к потере времени, срыву исполнения заказов, непрогнозируемым срокам решения проблемы и другим неприятным последствиям.

Осенью 2016 года мы представили комплекс «Умная линия»®, предназначенный для повышения эффективности автоматического поверхностного монтажа. Одна из ключевых особенностей данного решения – мощный инструментальный для управления качеством выпускаемой продукции.

Ключевым элементом управления качеством, реализованным в «Умной линии», является обучаемая экспертная система, включающая несколько сотен сценариев возникновения дефектов поверхностного монтажа. Данный механизм позволяет в режиме непрерывного мониторинга своевременно выявлять предвестники проблем и оперативно высчитывать причины дефектов. Эти сценарии подготовлены на основе опыта, накопленного технологами со всего мира и специалистами Остек-СМТ. Были изучены тысячи страниц различных технологических

материалов, накоплена статистика работы оборудования и систем автоматической инспекции, учтён собственный опыт. В итоге получилась система, которая уже сегодня позволяет эффективно решать задачи по управлению качеством сборки печатных узлов на передовых предприятиях нашей страны.

Далее расскажем о принципе работы системы аналитической обработки данных мониторинга комплекса «Умная линия». Можно выделить несколько последовательных основных этапов (рис 1): сбор и первичная обработка данных, аналитическая и статистическая обработка данных и обработка с помощью экспертной системы.

### Сбор и первичная обработка данных

Качество сборки печатного узла зависит от различных факторов, среди которых можно выделить несколько наиболее значимых категорий:

- параметры работы оборудования;
- техническое состояние оснастки (трафареты, вакуумные захваты, ракели и т. д.);
- настройки оборудования;
- климатические параметры помещения;
- качество компонентов;
- соблюдение производственной дисциплины.

Система «Умная линия» в режиме реального времени отслеживает состояние более 100 параметров, связанных с указанными категориями, обеспечивает их первичную обработку, сжатие и сохранение на сервере.

Это позволяет создать массив данных для последующего анализа, охватывающий максимально широкий диапазон параметров, которые человек не в состоянии отслеживать в режиме реального времени.



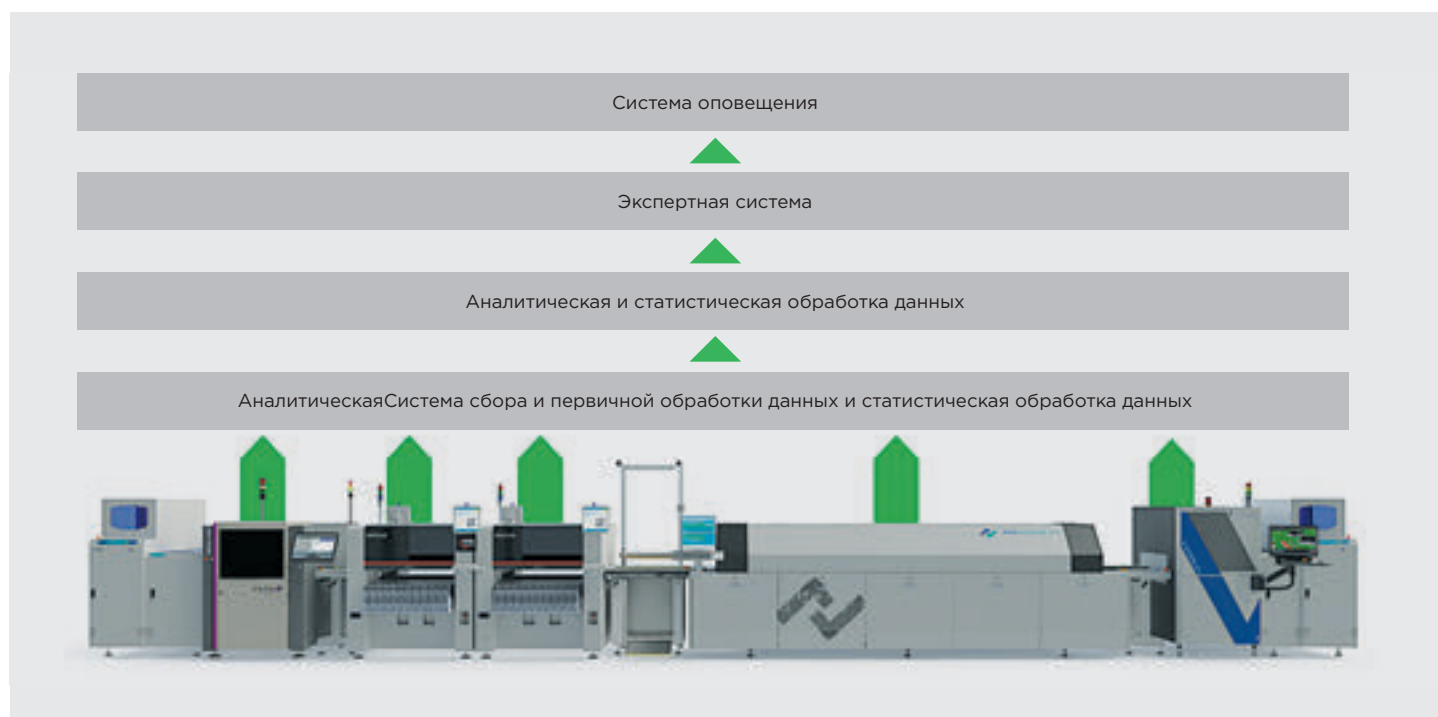
### Аналитическая и статистическая обработка данных

Параллельно с сохранением первичной информации на сервере выполняется её аналитическая и статистическая обработка.

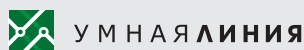
Главные полученные результаты:

- информация о том, какие параметры находятся в допустимом интервале, а какие нет;
- информация о динамике изменения значений параметров и скорости их изменения;
- информация о ключевых индикаторах качества в привязке к временным интервалам, типам изделий, типам компонентов и т. д.;
- прогнозная оценка значений отдельных параметров, влияющих на качество, с учетом динамики их изменения и экстраполяции трендов.

На основе данного анализа строятся аналитические и статистические отчеты (рис 2), и персонал предприя-



1 Последовательность сбора и обработки данных мониторинга комплекса «Умная линия»



УМНАЯ ЛИНИЯ

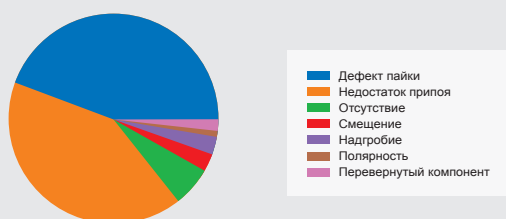
## СВОДНЫЙ МЕСЯЧНЫЙ ОТЧЕТ ПО КАЧЕСТВУ

Период: 29.10.2017 - 30.10.2017

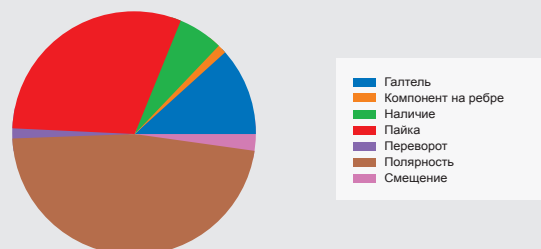
Линия: Линия 1

Программа	Протестировано	Верифицировано	AOI FPY	FPY после верификации	DPMO
prg	111	6	0.82	0.86	16.50
test_prg	359	59	0.75	0.81	408.89

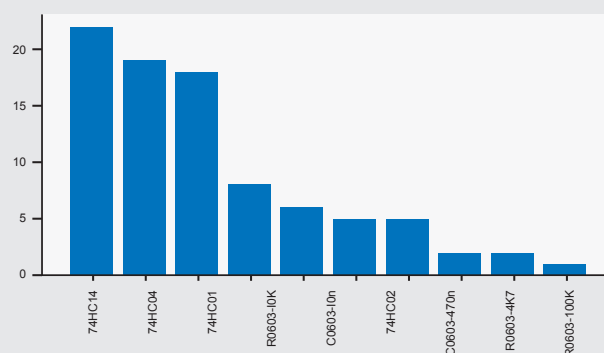
Распределение дефектов по категориям:



Распределение ложных срабатываний по категориям:



Топ 10 ложных срабатываний по номиналам:



2

Экран отчета по качеству

тия (операторы, инженеры, технологи, руководители цеха и производства) информируется об отклонениях.

### Экспертная система

Конечной целью аналитической обработки данных мониторинга является своевременная помощь персоналу в обнаружении предвестников проблем с качеством и оперативная локализация причин дефектов, если они возникают.

Чтобы успешно решить эту задачу, недостаточно просто установить пороговые значения отдельных параметров. Для этого требуется описание более сложных зависимостей между множественными параметрами,

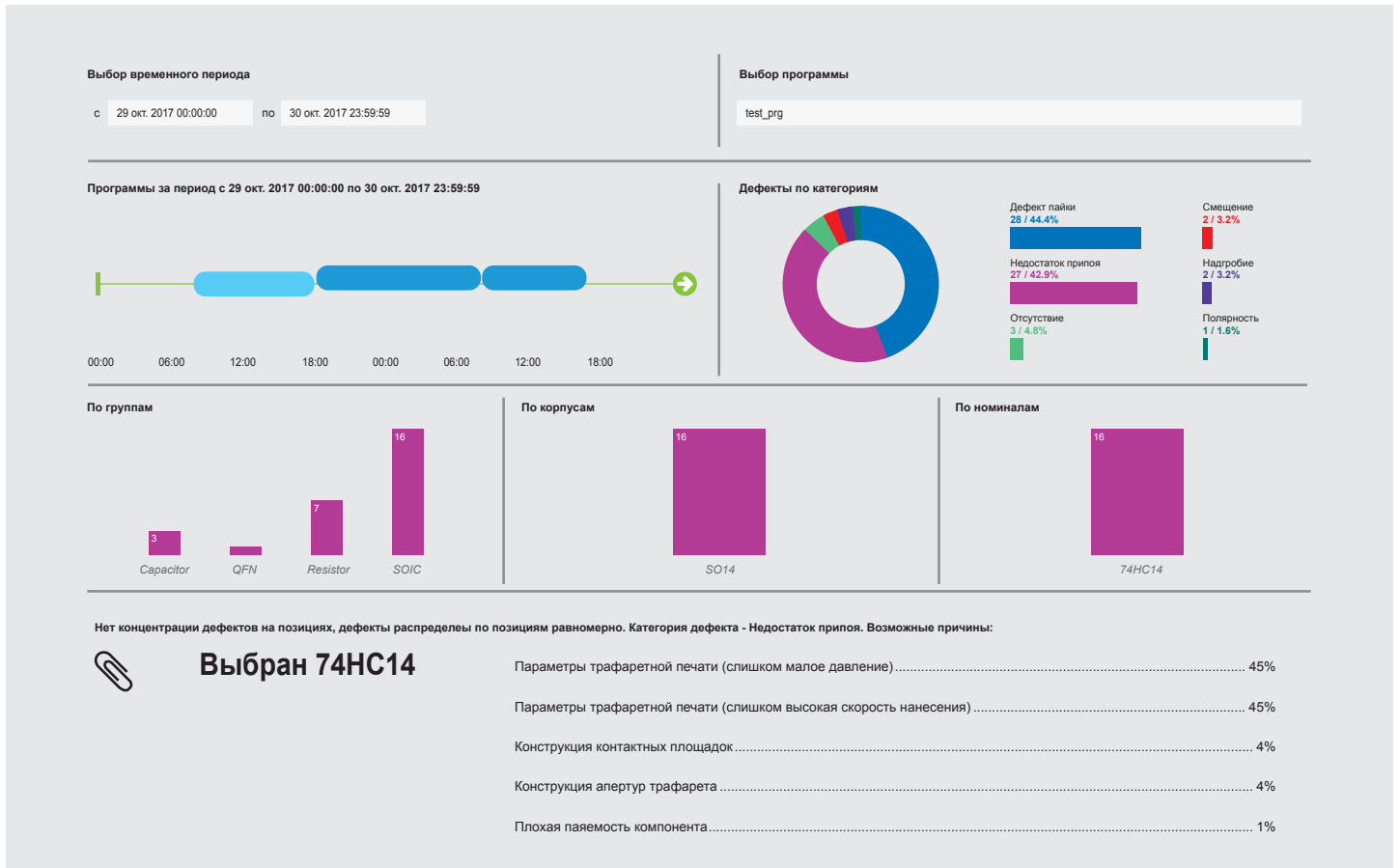
**Экспертная система «Умной линии» – это многолетний опыт, накопленный мировым технологическим сообществом и специалистами нашей компании, переложенный на язык математических моделей и автоматизированных алгоритмов.**

на основе которых принимается решение о степени их совокупного влияния на те или иные аспекты качества продукции. Например, чтобы установить причину возникновения перемычки между выводами микросхемы в корпусе QFP, необходимо в комплексе проанализировать состояние трафарета, режимы работы автомата трафаретной печати, температуру в помещении, влияющую на вязкость паяльной пасты, и ряд других параметров.

Решение подобных многофакторных задач требует серьезного математического аппарата, позволяющего описать и сложные зависимости между различными параметрами, и причинно-следственные связи возникновения дефектов.

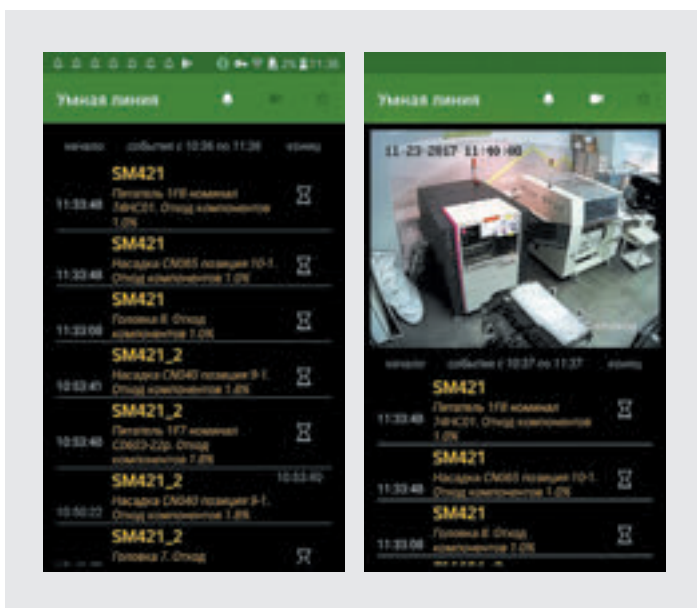
Специалисты нашей компании разработали инструмент, позволяющий успешно справляться с данной задачей. На сегодняшний день реализован просчет нескольких сотен различных сценариев возникновения дефектов, что позволяет эффективно отслеживать потенциальные угрозы на ранних фазах и оперативно определять причины возникших дефектов (рис 3).

Комплекс «Умная линия» позволяет обеспечить различные способы оперативного информирования персонала предприятия о возникших и потенциальных отклонениях, что помогает снизить риск возникновения дефектов, а также благодаря оперативной локализации проблемы сократить потери в тех случаях, когда дефект уже возник.



3 Экран с причинами дефектов

В качестве каналов информирования используется оповещение на электронную почту, вывод сообщений на диспетчерские мониторы, уведомления на мобильные устройства посредством SMS-информирования и мобильного приложения (рис 4).



4 Оповещения на мобильном телефоне

Благодаря объединенной работе инструментов аналитического, статистического и экспертного анализа данных о работе линии поверхностного монтажа технологи предприятия на несколько порядков сокращают время выявления дефекта и его причин. В конечном итоге это положительно сказывается на качестве конечной продукции и затратах, связанных с устранением производственного брака.

**Эффективность системы управления качеством комплекса «Умная линия» подтверждена двухлетним тестированием на реальных производствах на этапе разработки и успешными внедрениями готового решения на отечественных предприятиях, производящих ответственную продукцию, которая требует системного подхода к обеспечению качества.**