

## ОПТИМИЗАЦИЯ

# ЭВОЛЮЦИЯ сборочно- монтажного производства. «Умная линия»



Текст: **Василий Афанасьев**

»

Знаете ли вы, что в большинстве случаев функциональные возможности сборочно-монтажного оборудования используются всего на 25-30 %, а срок его службы составляет на 10-15 % меньше расчетного? Что сократить количество простоев можно примерно на треть, просто сделав выводы после получения объективной картины о причинах их возникновения? Наверняка вы это знаете или догадываетесь об этом. А еще вы скорее всего думали о том, что если бы смогли выявить дефект на ранней стадии, то та партия бракованных плат никогда не сошла бы с вашей производственной линии.

В журнале «Вектор высоких технологий» № 2 (32) март 2017 мы уже затрагивали эти вопросы, подводя к теме «Умной линии». Настало время познакомиться с ней поближе.

Программно-аппаратный комплекс «Умная линия» предназначен для повышения общей эффективности сборочно-монтажного оборудования. Задача комплекса состоит в сборе информации, ее анализе, обработке и транслировании ответственному за принятие тех или иных решений персоналу.

«Умная линия» – это единственный на сегодняшний день производственный комплекс, включающий в себя лучшее в своем классе оборудование для нанесения паяльной пасты, установки компонентов, оплавления и автоматической оптической инспекции. Это оборудование, объединенное в общее информационное пространство для обмена данными и повышения эффективности работы с целью оперативного принятия решений и предоставления дополнительных элементов управления линией для персонала.

Мощнейшее аналитическое ядро «Умной линии» проводит непрерывный мониторинг параметров процесса в реальном времени и формирует наглядные отчеты по ключевым характеристикам производственного процесса: производительность, качество, простои, затраты, своевременность обслуживания и общая эффективность оборудования (ОЕЕ).

«Умная линия» – это собственная разработка ООО «Остек-СМТ», она является частью концепции «Цифровая фабрика», направленной на интеграцию инновационных решений в производство и создание в стране мощного и современного промышленного комплекса.

«Цифровая фабрика» помогает построить так называемую «цифровую модель производства», которая способствует принятию своевременных и эффективных управленческих решений на основе объективных данных, собираемых с производства, и позволяет обрабатывать информационные потоки предприятия с помощью экспертных аналитических систем и автоматизации.

### Состав «Умной линии»

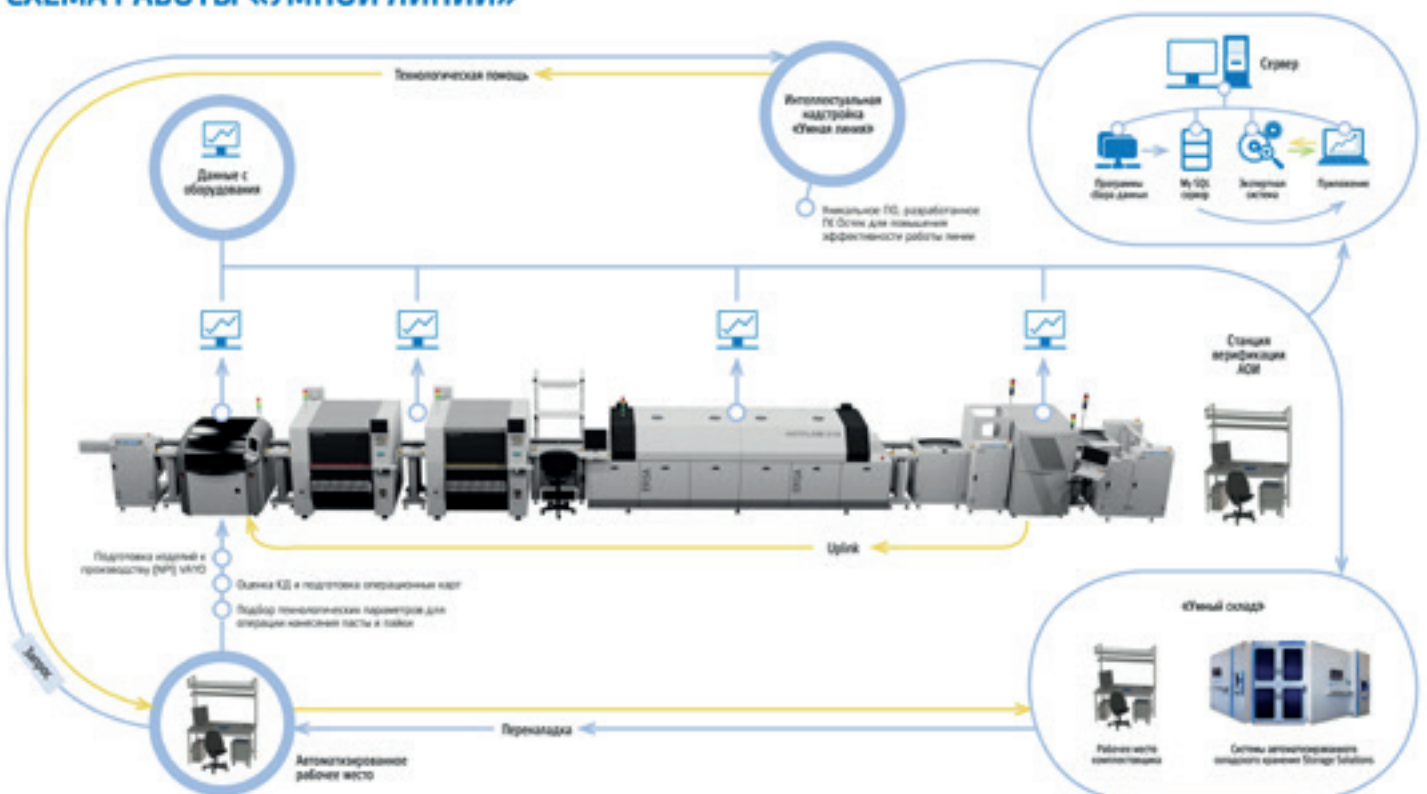
Программно-аппаратный комплекс «Умная линия» состоит из трех основных элементов:

- аналитическая система;
- информационная инфраструктура;
- сборочно-монтажное оборудование.

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Основу «Умной линии» составляет аналитическая система. Она является надстройкой к сборочно-монтажному оборудованию и состоит из нескольких модулей, а именно: экспертной системы, в которой осуществляется необходимая аналитика, СУБД, программ сбора данных с оборудования и непосредственно приложения, при помощи которого осуществляется взаимодействие персонала с аналитической системой.

## СХЕМА РАБОТЫ «УМНОЙ ЛИНИИ»



Интеллектуальная настройка разворачивается на сервере, который, в свою очередь, объединяется с оборудованием в локальную сеть, чтобы данные из оборудования начали поступать в экспертную систему.

Сбор данных осуществляется в непрерывном режиме. Экспертная система классифицирует их, обрабатывает согласно заложенным в нее алгоритмам и передает реципиентам в режиме реального времени или по запросу. При появлении каких-либо отклонений в процессе экспертная система немедленно информирует об этом. Доступ к результатам обработки данных осуществляется через web-интерфейс с автоматизированных рабочих мест (АРМ) или мобильных устройств. По умолчанию «Умная линия» имеет сконфигурированные уровни доступа с пакетами данных под три АРМ: оператора, технолога и начальника производства (рис. 1). При необходимости система может быть построена с требуемым количеством рабочих мест, уровней доступа и соответствующей уровню выборкой данных.

### СБОРОЧНО-МОНТАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Как уже было сказано, «Умная линия» работает с данными, получаемыми с оборудования. В статье прошлого номера мы сравнивали iPhone (или аналог) со смартфонами предыдущего поколения. При равных функциональных возможностях аппаратов iPhone открыл пользователям более удобный доступ к приложениям, повысив «коэффициент загрузки» устройства.

Также и с оборудованием, вырабатывающим огромное количество данных, которые могут быть полез-

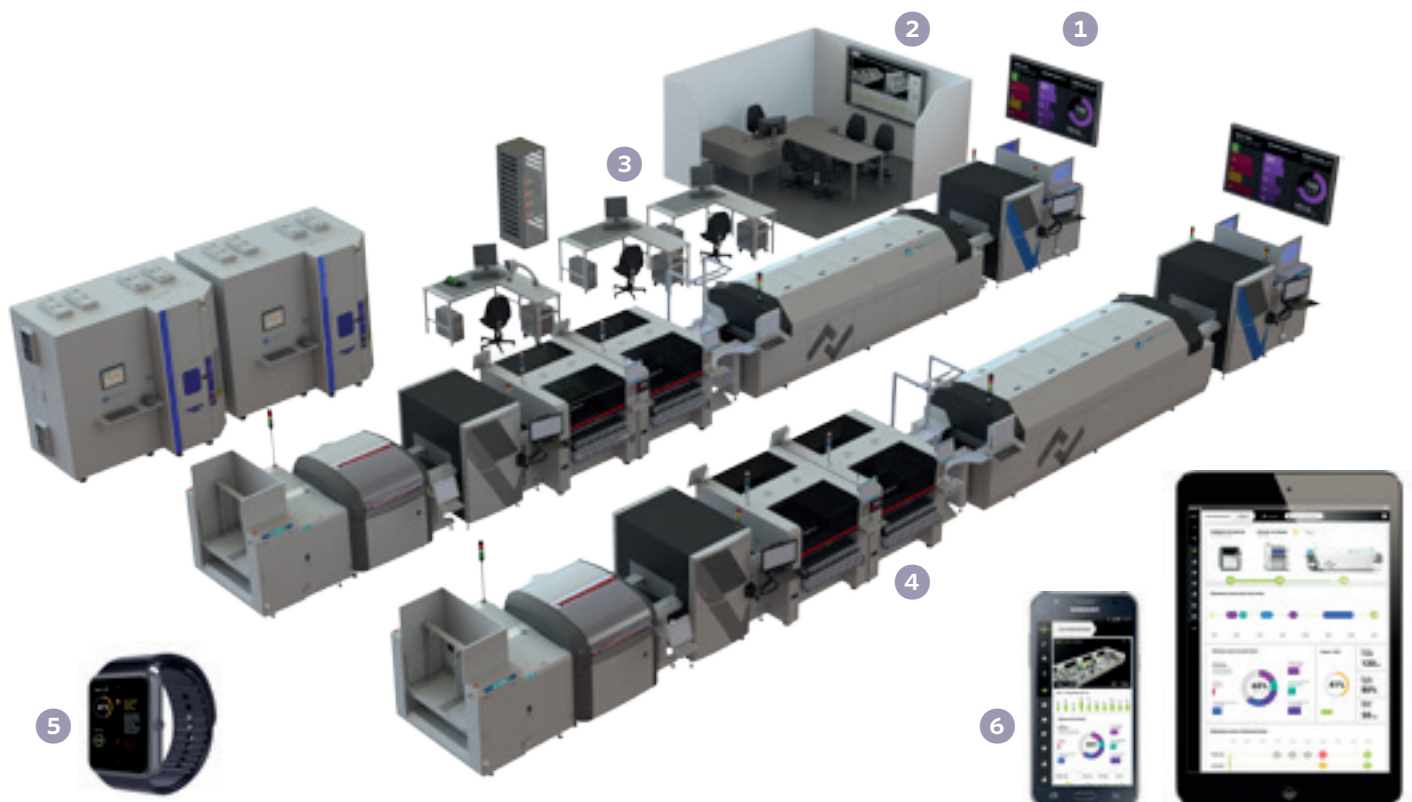
но использованы, однако фактически игнорируются. «Умная линия» собирает эти данные, анализирует и предоставляет пользователям. Основными источниками данных для экспертной системы «Умная линия» служат: автомат трафаретной печати, автомат установки компонентов и система автоматической оптической инспекции. Такой состав оборудования оптимален для реализации полного потенциала программно-аппаратного комплекса. Если в линию встроена еще система инспекции качества нанесения паяльной пасты (SPI), то «Умная линия» приобретает дополнительные возможности. Но использование подобных систем инспекции пока не слишком распространено у нас в стране, поэтому в данной статье мы не будем их рассматривать, а вернемся к ним в следующих номерах журнала.

### ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Под «информационной инфраструктурой» подразумевается комплекс средств оповещения, отображения информации и доступа к аналитически обработанным данным «Умной линии» (рис. 2).

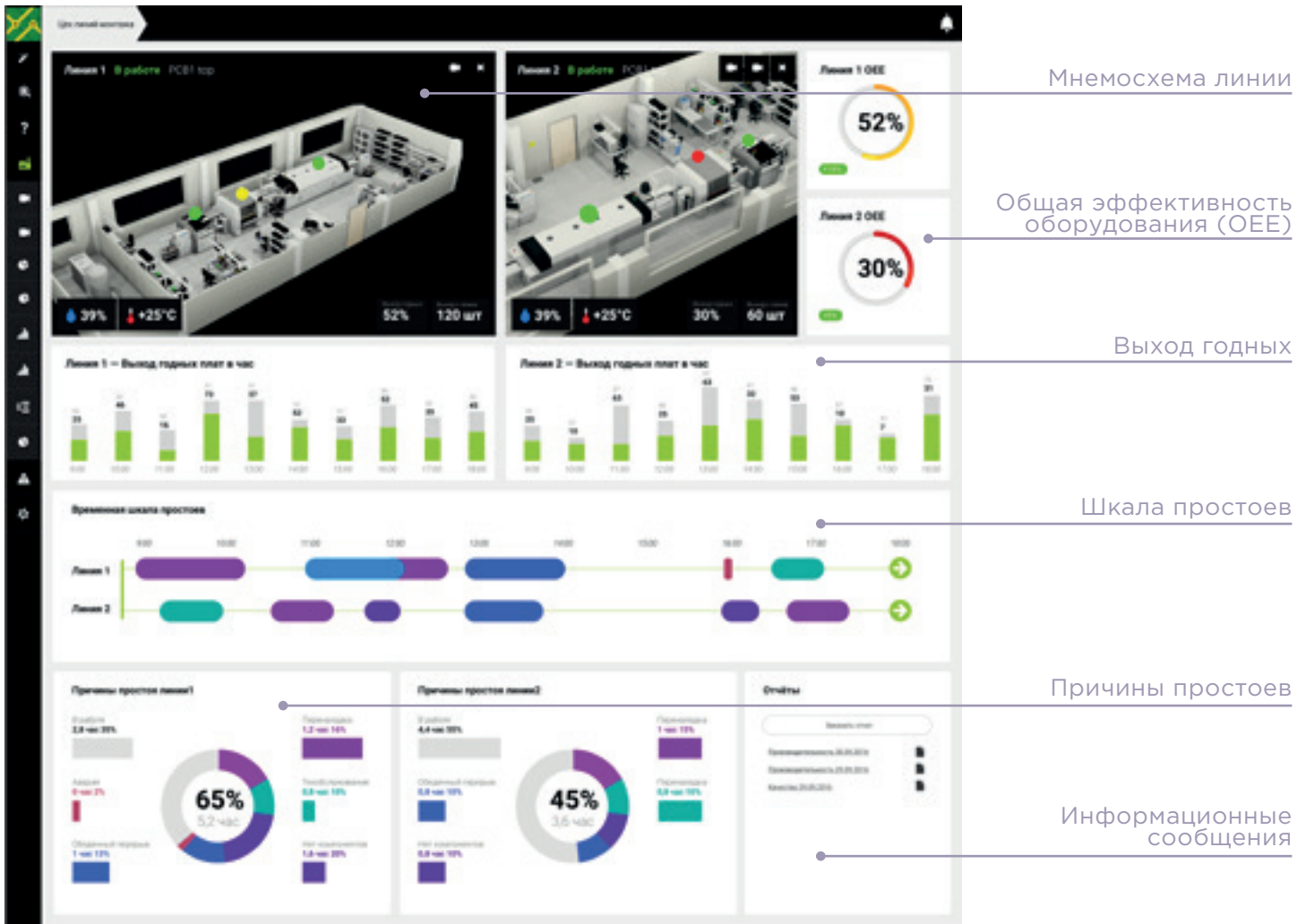
#### 1 – главный монитор линии.

Выполняет функцию информирования о текущем состоянии процесса для линии (или для каждой линии, если таковых несколько). По умолчанию отображает количество собранных изделий, цикл выхода, выход годных, параметры ОЕЕ (доступность, производительность, качество), а также статус оборудования. Размещается на производственном участке.



2

Инфраструктура «Умной линии»



3

Диспетчерская панель

## 2 – диспетчерская панель.

На нее выводится в наглядном виде сводная ключевая информация о работе оборудования на участке (рис. 3). Выводимые параметры те же, что и на главном мониторе линии, но информация с нескольких линий сведена воедино, адаптирована для удобства восприятия и представлена на одном экране. Панель должна располагаться в кабинете начальника цеха, начальника производства или другой службы при необходимости.

## 3 – автоматизированное рабочее место.

Наиболее функционально насыщенное приложение, которое служит не только для мониторинга текущего состояния, но и для непосредственной работы с информацией. Может быть сконфигурировано под конкретного пользователя или службу. Открывает доступ к расширенным аналитически обработанным данным об оборудовании, детализации параметров OEE (доступность, производительность, качество), статистике дефектов, рекомендациям по их устранению, базе знаний, дает возможность выгружать отчеты о выполненной работе.

## 4 – панель оператора.

Монтируется на автомате установки компонентов. Служит для ввода причин простоев, а также для оперативного информирования службы, ответственной за

устранение конкретного простоя (склад, служба главного механика и т. п.).

## 5 – умные часы.

Есть у оператора или начальника участка. Служат для оперативного информирования сотрудника об изменении состояния работы оборудования.

## 6 – удаленный доступ.

«Умная линия» может настраивать удаленный доступ под каждого конкретного пользователя с возможностью мониторинга необходимых параметров.

Информационная инфраструктура – это интерфейс, обеспечивающий взаимодействие пользователя с аналитической системой «Умной линии». Именно благодаря ему специалист, ответственный за поддержание работоспособности оборудования, обеспечение качества или принятие управленческих решений, получает оперативную и полную информацию в необходимом объеме.

## Возможности «Умной линии»

Мы кратко ознакомились с принципом работы комплекса и его составом, теперь проанализируем тот вклад, который дает его использование на производстве.





4

Временная шкала простоев

При разработке «Умной линии» был сделан акцент на параметры, оказывающие прямое влияние на общую эффективность оборудования (ОЕЕ), общую стоимость владения (ТСО) и удобство работы. Таким образом, традиционное сборочно-монтажное оборудование, оснащенное ПАК «Умная линия», обеспечивает своему владельцу значительно меньший срок возврата инвестиций, при этом имеет более длительный срок эксплуатации и повышает комфорт работы персонала.

Каждый из приведенных далее параметров, безусловно, требует более тщательного изучения, и мы обязательно вернемся к рассмотрению полного функционала программно-аппаратного комплекса с подробным разбором формирования всех факторов.

## ПРОСТОИ

Вряд ли найдется производство, на котором бы не задумывались о снижении количества и длительности простоев оборудования. Одна из сложностей при разработке мероприятий по борьбе с простоями – отсутствие достоверной информации о причинах их возникновения. На самом деле, если причины имеют характер, связанный непосредственно с работой оборудования (технический сбой, израсходованные компоненты и т. п.), то оборудование фиксирует эти причины в лог-файлах. «Умная линия» извлекает такие данные и классифицирует. В тех случаях, когда оборудование «не знает» причин своей остановки, например, при принудительной остановке, на помощь приходит панель оператора. При остановке станка оператору предлагается выбрать причину, нажав на один из вариантов в меню панели, либо ввести причину самостоятельно в соответствующей строке.

В результате все простои за смену зафиксированы, сгруппированы по причинам возникновения и отображаются на временной шкале диспетчерской панели или АРМ в наглядной визуальной форме (рис. 4). В дальнейшем информация о простоях может быть получена за требуемый промежуток времени, например, за неделю, месяц или год, что дает наглядную и объективную картину.

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Непрерывный мониторинг реальной производительности, количества собранных изделий и фиксация «рекор-

дов» с привязкой к конкретному изделию дают полную картину о текущем объеме выпуска, а также определяют «узкие места» линии. «Рекорд» производительности показывает максимальную скорость установки компонентов для каждого изделия и является косвенным индикатором эффективности работы линии. Значительное снижение данного показателя становится основанием для проведения анализа причин.

## КАЧЕСТВО

Система обеспечения качества «Умной линии» построена на основе двух составляющих:

- аппаратный контроль качества и обеспечение надлежащих режимов работы при помощи оборудования;
- программно-аналитическая система обнаружения причин дефектов, разработка рекомендаций по их устранению и составление статистических отчетов.

Выявление дефектов – это один из важнейших этапов производства, но куда большее значение имеет устранение причин их возникновения.

Функционал «Умной линии» предоставляет обширные возможности по анализу дефектов с разработкой рекомендаций по их ограничению или полному исключению.

**SPC (statistical process control).** Использование методов SPC позволяет реагировать на изменение процесса в момент, когда это изменение еще не привело к возникновению дефектов, и оперативно вносить корректировки в техпроцесс.

### **Автоматический мониторинг качества.**

Осуществляется непрерывно в процессе работы с легко интерпретируемой графической визуализацией на экране. Данные поступают с автомата трафаретной печати, АОИ и SPI (при наличии).

### **Автоматическое обнаружение причины дефектов.**

Для наиболее полного использования данной функции рекомендуется применять в составе линии SPI. Причины возникновения дефектов выдаются в порядке, соответствующем их весовым коэффициентам либо по наибольшей вероятности при данных условиях.

**Автоматическая разработка рекомендаций по устранению дефектов.** После выявления дефекта система предлагает рекомендации по его исключению.

**Построение трендов.** Формируются тренды по дефектам в следующих группах: тип компонента, дефекты по изделиям, дефекты по времени. Графики трендов могут быть построены в одной системе координат, где в том числе указаны климат и параметры оборудования.

**Создание пользовательских рекомендаций.** При возникновении дефектов, специфичных для конкретного предприятия, их можно внести в базу данных системы совместно с рекомендациями по устранению.

**Контроль климатических параметров.** При необходимости в систему можно «завести» сигналы с датчиков



5

Вкладка «Качество»

температуры и влажности в помещении. Полученные данные будут храниться вместе со всей статистикой о производстве. Есть возможность задавать пороговые значения, при которых система будет выдавать предупреждения.

Вкладки «Производительность» и «Качество» (рис. 5) настроены по умолчанию в интерфейсе автоматизированного рабочего места (АРМ), но при этом могут быть переконфигурированы пользователем.

### ОБЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

ОЕЕ – это показатель эффективности работы оборудования, включающий в себя перечисленные выше факторы.

В «Умной линии» ОЕЕ непрерывно измеряется в автоматическом режиме. Полная информация об ОЕЕ в данный момент времени предоставляется наглядно, а статистика отображается в графической форме. Выбрав необходимый период, пользователь сможет оценить динамику данного показателя во времени, после чего сделать вывод о его росте или снижении. Очевидно, что если значение показателя повышается, то эффективность производства растет, а если значение снижается, это является сигналом к проведению тщательного

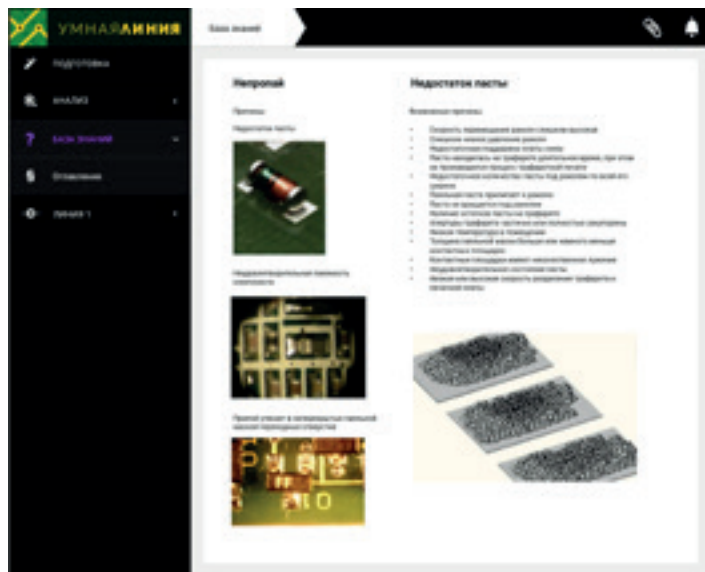
анализа «узких мест» линии. В этом случае ПАК «Умная линия» становится незаменимым помощником, т. к. предоставляет все данные о работе оборудования за выбранный временной интервал и позволяет легко оценить причины снижения ОЕЕ.

### ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТОВ

При работе с «Умной линией» мы можем обратиться к статистике того или иного показателя за необходимый период времени. Эти данные доступны и для формирования отчетов. Состав отчетов конфигурируется под конкретные требования, в него можно включить подробные данные по качеству, производительности, простоям, ОЕЕ и другим показателям. Важная особенность таких отчетов – они формируются не в сухих и трудночитаемых табличных данных, а в графическом, удобном для восприятия виде.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ (БАЗА ЗНАНИЙ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ)

Пока мы рассматривали функции, необходимые в большей степени для административного персонала.



6

База знаний

Но «Умная линия» обладает и колоссальными возможностями для технологов на производстве.

Как было сказано в разделе «Качество», «Умная линия» не только отслеживает качество изделий, но и способна устанавливать причины их возникновения, а также разрабатывает рекомендации по их устранению. Это позволяет технологу экономить значительное время и моментально предпринимать корректирующие действия, а также принимать меры для исключения возникновения подобных дефектов в дальнейшем.

В «Умной линии» хранится регулярно обновляемая база знаний (рис. 6) по основным технологическим операциям и материалам, позволяющая легко найти нужную для работы справочную информацию; составлен и систематизирован список дефектов, которые могут возникнуть на разных стадиях процесса; даны подробные описания всех технологических операций, имеющих отношение к сборочно-монтажному производству.

Незаменимым инструментом для технолога служит функция расчета оптимальных технологических режимов на основе данных о материалах, изделии и оборудовании. Система способна «запоминать» технологические параметры под новые изделия, чтобы на их основе разрабатывать новые рекомендации под аналогичные печатные узлы.

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Благодаря функции календарного планирования ТО исключен риск пропуска регламентного обслуживания. Система отображает все виды работ: ежедневные, еженедельные или ежемесячные, которые необходимо провести на оборудовании, и устанавливает права квитирования оповещений. Анализ наработки оборудования позволяет устанавливать график проведения ТО с учетом отработанных часов. Подобный механизм управления ТО позволяет заранее спланировать необходимые работы, заказать запчасти и расходные материалы, а также предотвратить непредвиденные поломки оборудования.



7

Видеофрагмент, фиксирующий события за 15 секунд до возникновения уведомления и 15 секунд после него

### ВИДЕОФИКСАЦИЯ УВЕДОМЛЕНИЙ

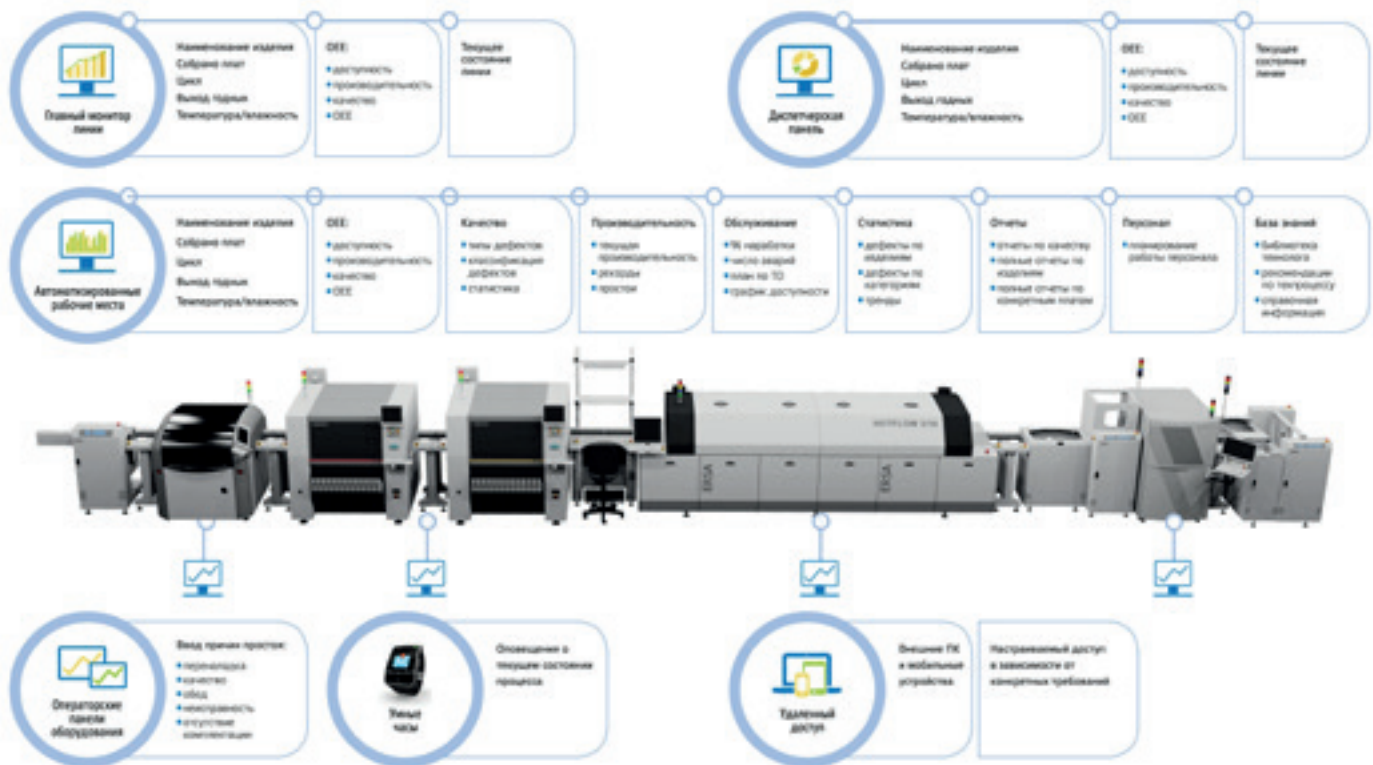
«Умная линия» осуществляет мониторинг работы оборудования и незамедлительно информирует ответственного специалиста при возникновении каких-либо отклонений. Уведомления отображаются на диспетчерской и операторской панелях, АРМ, поступают на умные часы или на мобильный телефон. Все уведомления за смену отображаются на временной шкале. Кликнув на любое из уведомлений, можно вызвать расширенную информацию о вызвавшей его причине. Если «Умная линия» дополнительно оснащена видеорегистраторами, к каждому уведомлению может прикрепляться видеофрагмент, фиксирующий события за 15 секунд до возникновения уведомления и 15 секунд после него. При возникновении серьезной аварии данный видеофрагмент (рис. 7) может послужить незаменимым средством определения причин ее возникновения.

### Преимущества «Умной линии» в сравнении с зарубежными решениями

Читатели, активно изучающие зарубежный опыт и регулярно посещающие международные выставки, наверняка заметили, что практически все ведущие производители технологического оборудования в рамках концепции «Индустрия 4.0» предлагают собственные решения, выполняющие частично схожие с «Умной линией» задачи: объединение оборудования в единую сеть, «оцифровка» определенных данных и централизация управления. Безусловно, среди них есть очень интересные программные продукты, но все-таки «Умная линия» имеет неоспоримые преимущества перед ними.

1. Российская разработка. При наличии определенных ограничений на использование зарубежных программных продуктов «Умная линия» – 100% отечественный продукт, не попадающий под запреты.





8

Сводная карта функциональных возможностей информационной инфраструктуры

- Интерфейс полностью на русском языке.
- Интерфейс адаптируется самостоятельно. Все его элементы выполнены в качестве виджетов и могут быть добавлены или удалены в любое время на нужный экран, аналогично мобильным платформам.
- Внедрение любых программных продуктов – непростая задача, в которой важны скорость реакции и поддержки разработчика. Сервис Остека всегда был сильной стороной компании. И в данном случае любые вопросы, связанные с внедрением или эксплуатацией, решаются максимально оперативно. Нет различных часовых поясов, нет языковых барьеров, нет «испорченного телефона».
- Адаптация под конкретного клиента. Мало кто из зарубежных производителей будет заниматься непосредственным внедрением программного обеспечения у заказчиков, логично поручив эту работу своим дистрибьюторам. Уровень знаний продукта у дистрибьюторов все равно ниже, чем у разработчиков, а отсюда неизбежны проволочки и задержки, связанные с коммуникациями и отсутствием понимания разработчиком реального положения дел у заказчика.
- Аналитики, подобной «Умной линии», с автоматизированным расчётом OEE, а также выдачей рекомендаций технологом, автор еще не встречал.
- Производители оборудования, как правило, адаптируют свои программные продукты исключительно под свое оборудование и не работают с конкурентами. «Умная линия», разумеется, разрабатывалась под оборудование производителей, с которыми сотрудничает ГК Остек. Но при необходимости и наличии соответствующих данных к «Умной линии» можно подключить систему любого производителя.
- В отличие от большинства систем «Умная линия» рассчитана сразу на несколько уровней и одинаково полезна операторам, технологам, начальникам производств и руководству предприятий.
- Производители сборочно-монтажного оборудования вряд ли пойдут дальше зоны своих интересов. Это означает, что их решение, разработанное под сборочно-монтажное оборудование, будет работать только со сборочно-монтажным оборудованием. «Умная линия» – небольшая часть всеобъемлющей концепции «Цифровая фабрика», внутри которой разрабатываются решения и под другие технологические операции, MES-системы (Logos), системы управления производственными активами («Синтиз») и другие. Это возможность построить действительно вертикально и горизонтально интегрированную ИТ-систему у себя на производстве, обеспечивающую передачу данных без искажений.




## Резюме

Современное производство требует оперативного принятия решений на разных уровнях. Решения на сборочно-монтажном участке могут быть связаны непосредственно с текущей работой конкретного станка, касаться отработки и корректировки технологического процесса либо производственного плана в целом. «Умная линия» изначально строилась с целью сбора максимально полной информации о производственном процессе и трансляции ее персоналу, ответственному за принятие решений на той или иной стадии.

Мощнейший аналитический комплекс «Умной линии» осуществляет непрерывный мониторинг и формирует наглядные отчеты по ключевым характеристикам производственного процесса: производительность, качество, простои, затраты, своевременность обслуживания и общая эффективность оборудования (ОЕЕ) в целом.

Информация, текущая или за любой временной интервал, доступна как на рабочем месте начальника производства, так и в удаленном доступе через мобильные устройства, легко формируется в отчет, в том числе для вышестоящего руководства.

Выверенная система оповещений о текущем состоянии оборудования, а также построение трендов и прогнозов, позволяют держать под контролем работу линии и принимать своевременные решения даже удаленно.

Собранные данные о проведенных работах, загрузке линии, простоях, неполадках и дефектах сохраняются на сервере, к ним можно обратиться в любой момент времени для получения истории о том или ином заказе. По этим данным можно провести анализ сбоев и дефектов с выработкой рекомендаций по их исключению в дальнейшем. 

---

**«Умная линия» – это уникальный российский продукт, позволяющий сделать производство не только эффективным, но и современным.**