

ОЕЕ и управление простоями: от теории к реализации в SIMATIC IT

ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) – подход к наблюдению и управлению жизненным циклом фондов. Он был предложен в конце шестидесятых годов прошлого века японцем Накадзима (Seiichi Nakajima), но начал использоваться за пределами Японии только в конце восьмидесятых.

Суть подхода заключается в совокупном анализе метрик, характеризующих различные аспекты работы оборудования, включающие простои, снижение скорости и потери качества.

В его структуре уже содержится методика анализа, которая заключается в последовательном погружении в проблемные области, будь то неоптимальная организация работы оборудования, низкая его производительность или брак получаемой продукции. В результате анализа выявляется причина снижения эффективности, на которой необходимо сфокусировать внимание.

ОЕЕ позволяет выявить потери и причины неэффективности работы. В результате выявляются не только простои из-за поломок, но и потери из-за неэффективной настройки оборудования, снижения производительности его работы или ожидания поступления материалов. В конечном итоге ОЕЕ позволяет проследить, каково влияние текущей производительности отдельной единицы оборудования на эффективность работы целого производства.

Наличие достоверных результатов измерения производительности фондов позволяет принимать взвешенные решения о капитальных вложениях, обеспечивающих более быстрый возврат инвестиций. На основе данных ОЕЕ делается вывод, возможно ли улучшение производительности на существующем оборудовании или же его возможности фактически исчерпаны и для увеличения производительности необходимо новое.

Расчет показателей ОЕЕ

Для анализа эффективности работы оборудования разработана система KPI (Key Performance Indicators - ключевых показателей производительности). Но перед тем как начать их рассматривать, необходимо договориться о терминологии. Как уже было сказано, ОЕЕ – это подход к наблюдению за работой оборудования. В то же время очень часто под ОЕЕ понимается собственно коэффициент, характеризующий работу оборудования. Чтобы не было путаницы, в дальнейшем будем говорить ОЕЕ, когда речь идет о подходе, и “показатель ОЕЕ” во втором случае.

По существу, показатель ОЕЕ представляет собой отношение полностью продуктивного времени работы (идеального времени производства) к плановому времени работы. С учетом потерь производительности и качества этот коэффициент может быть рассчитан по формуле 1.

$$\text{ОЕЕ} = \text{Доступность} \times \text{Производительность} \times \text{Качество}, \quad (1)$$

где

$$\text{Доступность} = \frac{\text{Рабочее время}}{\text{Плановое время}};$$

$$\text{Производительность} = \frac{\text{Произведенная продукция}}{\text{Идеальная скорость} \times \text{Рабочее время}};$$

$$\text{Качество} = \frac{\text{Качественная продукция}}{\text{Произведенная продукция}}.$$

Легко видеть, что, подставив значения множителей в формулу 1 и произведя сокращения, можно получить, что показатель ОЕЕ равен отношению объема произведенной качественной продукции к плановому времени, умноженному на идеальную скорость. Таким образом, его также можно определить как отношение объема произведенной качественной продукции к идеальному объему, который мог быть произведен, если бы оборудование работало на протяжении запланированного времени на максимальной (идеальной) скорости.

Эти выкладки приведены для того, чтобы прояснить смысл данного показателя. Несмотря на то, что для расчета показателя ОЕЕ можно обойтись без информации о рабочем времени и произведенной продукции, эти величины необходимо фиксировать. Они нужны, поскольку кроме самого показателя ОЕЕ нас также интересует вся тройка

множителей формулы 1: доступность, производительность и качество. Зачем? Для анализа.

Дело в том, что наблюдение за значением ОЕЕ является как бы отправной точкой. Обнаружив, что значение ОЕЕ отличается от целевого (например, оно упало по сравнению с предыдущим периодом), можно посмотреть, что повлияло на это падение. Анализируя значения каждого из трех коэффициентов и сравнивая их, например, со значениями за предыдущие периоды, мы постепенно локализуем причину потери эффективности. Если проблема лежит в области качества или снижения скорости работы оборудования, то это является сигналом для соответствующих служб. Если проблема лежит в области доступности, то можно произвести более глубокий анализ причин, который мы рассмотрим чуть позже, когда будем говорить об управлении простоями оборудования.

Разумеется, набор КРІ для оценки эффективности работы не ограничивается описанными четырьмя показателями. Они являются наиболее общими и в дальнейшем детализируются до необходимого уровня. Другие важные показатели будут рассмотрены нами ниже.

Опыт мировых производителей

По данным исследований [1] лучшие мировые производители достигают уровня производственного процесса с показателями ОЕЕ выше 85%. Значения основных показателей в случае достижения этого значения приведены в таблице 1. Эти данные актуальны для непрерывных производств. Для дискретных производств аналогичный показатель ОЕЕ равен 80% [2].

Таблица 1. Значение показателей ОЕЕ лучших мировых производителей

Показатель	Значение
Доступность	90.0%
Производительность	95.0%
Качество	99.9%
ОЕЕ	85,4%

Отметим, что для многих предприятий значение показателя качества превосходит указанное в таблице 1. Однако согласно упомянутым исследованиям среднее значение показателя ОЕЕ для производителей не превышает 60%. Данный факт указывает на потенциальные возможности оптимизации производства в области производительности и доступности.

С чем сравнивать значение ОЕЕ

Как уже было сказано, анализ показателей ОЕЕ является отправной точкой для решения проблем потери эффективности. Одним из наиболее распространенных подходов к наблюдению является сравнение показателя ОЕЕ с некоторым целевым значением. Если разница становится ощутимой, то необходимо искать причины. Возникает резонный вопрос, а с чем нужно сравнивать. Приведенные выше показатели мировых производителей хороши в плане стратегических целей, но для оперативного управления лучше использовать показатели, отражающие специфику вашего производства.

В этом качестве можно использовать показатели, полученные именно на вашем предприятии. Для текущего состояния производства может быть рассчитано значение ОЕЕ, с которым в будущем будет происходить сравнение для оценки сделанных улучшений. Также значения могут быть рассчитаны для отдельных производственных линий, и тогда лучшее из них может стать целевым значением для всех остальных линий. Это позволит выявить проблемные места каждой из линий и попытаться найти и устранить причину.

Таким же образом можно сравнивать работу в настоящий момент времени с аналогичным периодом времени в прошлом, что бывает важно для производств, обладающих сильной сезонной составляющей. Кроме того, возможно сравнение эффективности работы различных смен, работающих с одним оборудованием.

Враг, с которым ведется борьба

Одной из главных целей ОЕЕ является снижение шести наиболее значительных причин потери эффективности (Six Big Losses), перечисленных в таблице 2 [1].

Таблица 2. Six Big Losses

Причина	Категория	Примечание
Поломка	Потери из-за простоев	Существует определенная свобода в том, что относить к поломкам, а что к мини-остановкам
Настройка	Потери из-за простоев	Включает смену и перенастройку инструментов
Мини-остановка	Потеря скорости	Обычно включает остановки на время меньше, например, пяти минут
Снижение скорости	Потеря скорости	Все, что не позволяет процессу работать на максимально (теоретически) возможной скорости
Брак при запуске	Потеря качества	Брак, возникающий при прогреве, запуске и на прочих ранних стадиях производства
Брак при производстве	Потеря качества	Брак, возникающий при обычной работе производства

Управление простоями оборудования

Смысл управления простоями (DTM – Downtime Management) заключается в более глубоком анализе причин остановки работы оборудования. Фактически задача управления простоями сводится к нахождению промежутков времени, когда оборудование не работало или работало с пониженной скоростью или качеством, и классификации этих промежутков согласно модели времени и дерева причин. После классификации промежутки времени агрегируются для каждой категории. В результате получаются статистические показатели, которые используются при расчете KPI.

Рассмотрим подробнее модель времени и дерева причин.

На рисунке 1 приведен пример модели времени. Она содержит набор категорий времени (на рисунке они обведены овалом), согласно которым простои и потери могут быть разбиты на непересекающиеся группы. Также она содержит категории времени (не заключенные в овал), которые используются при расчете KPI. Приведенная модель времени не является фиксированной; она может быть расширена дополнительными категориями. Подробнее об этом будет сказано, когда мы будем обсуждать реализацию учета простоев в SIMATIC IT OEE/DTM.



Рисунок 1. Модель времени

Дерево причин представляет собой детализацию категорий времени и позволяет классифицировать причины простоев. Например, для непланового останова можно указать, что он может быть вызван ручной остановкой оборудования, ожиданием (материалов или персонала) или поломкой. В свою очередь ручная остановка оборудования может быть вызвана перенастройкой, регулировкой и т.п. В результате такой последовательной детализации происходит построение дерева причин. В дальнейшем простой будут разбиты по группам, согласно узлам дерева и могут быть проанализированы. Подробнее о дереве причин будет сказано при описании конфигурирования SIMATIC IT OEE/DTM.

Как мы видели, OEE и управление простоями являются близкими задачами и дополняют друг друга. В силу их схожести их часто рассматривают в паре, а системы, решающие эти задачи, называют OEE/DTM системами.

Место OEE/DTM систем в информационной среде предприятия

Исходя из решаемых задач, OEE/DTM системы являются системами класса MES [3]. На рисунке 2 представлены функции MES согласно стандарту ISA 95 [4], а также показано, какие из этих функций используются для построения OEE/DTM.



Рисунок 2. Место систем OEE/DTM в стандарте ISA 95

MES использует данные, полученные из разных систем контроля, существующих на предприятии (SCADA-систем, контроллеров и т.д.). Также в MES импортируются данные систем смежного (LIMS и др.) и верхнего (ERP) уровней. В результате создается единое информационное пространство оперативного управления, в котором функционируют отдельные задачи. Каждая из них потребляет доступные данные и выдает новую информацию, которая в свою очередь может быть использована кем-то другим.

Именно так система OEE/DTM, интегрированная в это пространство, использует данные систем нижнего уровня и рассчитывает на их основе различные KPI, отражающие работу оборудования. Причем значения этих KPI поступают в общую информационную среду и могут быть интересны не только пользователям OEE/DTM, но и другим пользователям MES. Также эти данные могут экспортироваться в ERP и другие системы, причем интерфейс взаимодействия с ними обеспечивается средствами MES, а не OEE/DTM.

Разумеется, для получения актуальных данных об эффективности работы оборудования необходимо наличие развитых систем контроля нижнего уровня, поставляющих информацию реального времени о работе оборудования. Однако даже при

неполной оснащенности возможно получение достоверных данных об эффективности, совмещая данные имеющихся систем с результатами ручного ввода.

Информационная среда позволяет одновременно видеть показатели эффективности вместе с другими показателями работы производства. О работе оборудования могут быть сформированы отчеты, доступ к которым осуществляется в рамках той же самой среды. Также возможна рассылка отчетов по электронной почте. Таким образом, существенно облегчается доступ к данным и происходит изменение культуры их использования. После внедрения системы не нужно ждать подготовки отчета в ручном режиме, достаточно, один раз настроив систему рассылки, получать отчет, к примеру, утром каждого дня. Также возможно настроить автоматическую рассылку отчетов при возникновении некоторых событий, например при снижении эффективности ниже заданного уровня.

Отметим, что при использовании общей информационной инфраструктуры результирующая сложность системы уменьшается, поскольку взаимодействие каждого компонента с каждым заменяется взаимодействием всех компонентов с единой средой.

Таким образом, OEE/DTM система естественным образом интегрируется в информационную среду MES. Но что же делать, если до внедрения OEE/DTM на предприятии MES не существовало? Тогда можно пойти двумя путями – использовать автономное решение для анализа эффективности работы оборудования или начать внедрение MES с создания информационной среды и построения системы OEE/DTM на ее основе.

Автономная система или MES?

Что требуется от OEE/DTM? Сбор данных, расчет KPI, отображение рассчитанных значений для пользователей и передача их в сторонние системы. Часть этих функций являются прикладными и требуют специализированных решений, а часть являются универсальными. Например, для сбора данных необходимо организовывать доступ к различным источникам, имеющимся на предприятии. Для хранения собранных данных (а также рассчитанных показателей) необходимо вести архив. Для связи со сторонними системами требуется настройка и поддержка интерфейсов взаимодействия. Вышеперечисленные функциональные части (список которых мог быть продолжен) вовсе не уникальны для данной задачи, это функции системы оперативного управления производством в целом. Та часть функций, которая является прикладной и уникальной для OEE/DTM, составляет только треть по отношению ко всей функциональности системы.

Если на предприятии существует несколько независимых систем уровня оперативного управления, решающих различные частные задачи, то каждая из них должна реализовывать вышеперечисленные функции самостоятельно. Проблема заключается не только в том, что разные системы реализуют одинаковую функциональность, что повышает их суммарную стоимость приобретения. Не меньшая проблема заключается в необходимости поддержки работоспособности всех систем, ликвидации конфликтов по доступу разных систем к одним и тем же данным и т.д. Попытка внедрения множества автономных систем в большинстве случаев приводит к взращиванию информационного “дикобраз”, забота о котором может занять слишком много времени и ресурсов. Результатом является высокая стоимость владения.

Таким образом, при внедрении системы OEE/DTM имеет смысл сразу строить ее как часть MES. Даже если в настоящее время имеется потребность в одной единственной OEE/DTM, в скором будущем возможно появление и других систем, решающих новые задачи. При этом существует проблема совместимости создаваемой MES и тех новых систем (в настоящий момент времени, возможно, неизвестных), которые будут с ней интегрированы. Для решения этой проблемы и минимизации рисков необходимо пользоваться стандартами. Для систем класса MES таким стандартом является ISA 95 [4], созданный для описания архитектуры системы и информационного взаимодействия между ее компонентами. В отношении языка, на котором происходит общение различных компонентов, стандартом является использование XML.

SIMATIC IT и опция OEE/DTM

Компания Siemens представляет SIMATIC IT [3] – набор продуктов для построения MES. Созданный в точном соответствии со стандартом ISA 95, SIMATIC IT дает

возможность создания сложных MES на базе собственных и сторонних компонентов. Ядро системы (Production Suite) состоит из среды взаимодействия SIMATIC IT Framework, среды моделирования Production Modeler, архива Historian и набора компонентов для управления производственными заказами, персоналом, учета материалов и поддержки генеалогии. В составе Historian поставляется средство Plant Performance Analyzer (PPA), позволяющее производить расчеты KPI. Кроме того, в состав SIMATIC IT входят средство поддержки лабораторных исследований Unilab и среда работы со спецификациями продукции Interspec. Для предоставления пользователям системы данных о работе производства в SIMATIC IT используется средство формирования отчетов Report Manager и среда создания web-приложений CAB (Client Application Builder).

Компоненты SIMATIC IT получают данные из практически любых систем нижнего уровня, обладающих стандартными протоколами (в том числе по OPC). Особо отметим, что в случае, когда системы нижнего уровня также реализованы на базе средств автоматизации Siemens (PCS7, WinCC, Batch, контроллеров S5 и S7), мы получаем единое пространство автоматизации от уровня управления технологическими процессами до уровня управления производством. Единое пространство позволяет выделять меньше ресурсов для поддержки его работоспособности.

Кроме того, SIMATIC IT обладает развитыми средствами по взаимодействию со сторонними системами параллельного и верхнего уровней, включая уровень ERP. В августе 2005 года компания Siemens заключила договор с SAP о взаимном сотрудничестве. Одним из направлений совместной работы стала доработка и сертификация интерфейсов взаимодействия между SIMATIC IT и mySAP ERP на базе стандарта ISA 95.

Также в 2005 году компания Siemens выпустила опцию SIMATIC IT для анализа эффективности работы и простоев оборудования – SIMATIC IT OEE/DTM [5]. Интегрированная в SIMATIC IT, эта опция позволяет на основе данных систем нижнего уровня рассчитывать основные показатели работы оборудования. Рассмотрим ее подробнее.

Реализация OEE/DTM в SIMATIC IT

Опция OEE/DTM является расширением SIMATIC IT Historian. Следовательно, она может быть добавлена к любому набору SIMATIC IT, использующему Historian (MIS, Basic Tracing and Tracking и Production Suite). Эта опция использует базовую функциональность PPA [3], добавляя дополнительные возможности конфигурирования и специальных расчетов. Для хранения данных SIMATIC IT OEE/DTM использует пользовательские объекты Historian (Custom Objects). Сбор данных осуществляется штатными средствами PPA.

Для анализа эффективности работы оборудования необходимо создать PPA-OEE проект, который в общем случае объединяет в себе:

1. оборудование, работу которого мы хотим анализировать;
2. модель времени;
3. деревья причин;
4. таблицы состояний;
5. счетчики и алгоритмы.

Оборудование

Как уже говорилось, SIMATIC IT OEE/DTM является дополнительной опцией Historian, поэтому анализируемое оборудование определяется при конфигурировании PPA.

Оборудование может быть введено вручную или импортировано из Production Modeler. Ввод оборудования производится по иерархическому принципу. Иерархия выстраивается либо по разбиению оборудования на составные части либо в соответствии с местом его установки (рисунок 3).

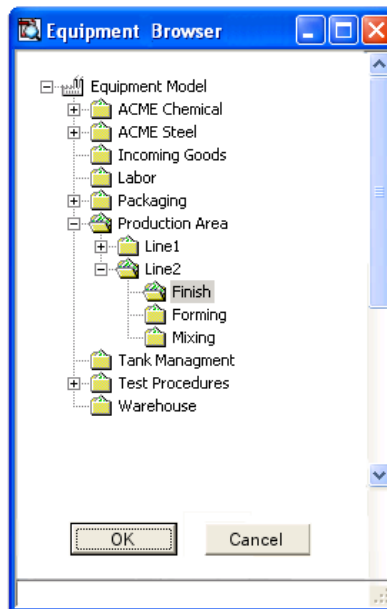


Рисунок 3. Дерево оборудования

Модель времени

Модель времени SIMATIC IT OEE/DTM полностью соответствует модели времени, о которой было сказано в теоретической части данной статьи. Повторим лишь ее основное назначение – она строится для того, чтобы разбить все календарное время производства на мелкие промежутки и классифицировать работу оборудования по этим промежуткам. Модель времени в SIMATIC IT OEE/DTM может быть расширена новыми временными категориями до произвольной степени детализации. В рамках одного PPA-OEE проекта может быть создана только одна модель времени.

Деревья причин

Как уже было сказано, дерево причин (Reason Tree) является детализацией конкретной категории модели времени. На рисунке 4 приведен пример дерева причин простоев.

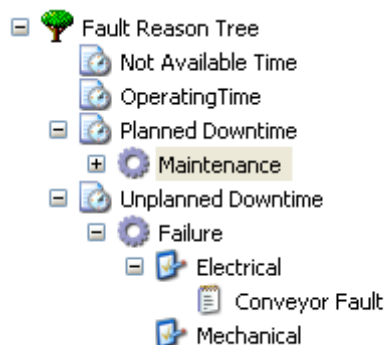


Рисунок 4. Дерево причин

В SIMATIC IT OEE/DTM дерево причин может иметь до четырех уровней иерархии, представленных в таблице 2.

Таблица 2. Уровни дерева причин

Уровень	Название	Примеры
Уровень 1	Состояние (State)	Работа, простой
Уровень 2	Основание (Cause)	Поломка, настройка
Уровень 3	Причина (Reason)	Электрическая часть, механическая часть
Уровень 4	Детализация причины (Detailed Reason)	Двигатель, ремень

Первый уровень дерева причин ссылается на одну из категорий времени в модели тем самым детализируя ее.

Для каждой единицы оборудования можно создать свое дерево причин, однако в больших проектах с большим количеством единиц оборудования рекомендуется использовать типы оборудования.

В этом случае деревья причин создаются для типов оборудования. Для оборудования указывается тип, и деревья причин конкретных единиц оборудования выбираются из уже существующего списка.

Таблицы состояний

Таблицы состояний STT (State Translation Table) предназначены для автоматической классификации состояния оборудования на основе оперативных данных (по значениям PPA тега). Пример таблицы состояний приведен в таблице 3.

Каждая строка таблицы содержит правила классификации работы оборудования для одного дискретного значения тега. В первом столбце указывается значение тега, в столбцах 2 - 5 указываются уровни дерева причин от первого до четвертого. Выбор значения уровня происходит из сконфигурированного ранее дерева причин. При этом таблица состояний заполняется до соответствующего уровня детализации дерева причин.

Таблица 3. Таблица состояний

Значение тега	Уровень 1 Состояние	Уровень 2 Основание	Уровень 3 Причина	Уровень 4 Детализация причины
0	Остановка	Ожидание	Компонент	Блистер
1	Остановка	Поломка		
2	Работа			
....				

В SIMATIC IT OEE/DTM для каждой единицы оборудования должна быть определена одна таблица состояний. Вместе с тем одна и та же таблица состояний может быть использована для разных единиц оборудования.

Сбор данных

После создания модели времени, заполнения деревьев причин и настройки таблиц состояний возможен мониторинг работы оборудования. Для этого в редакторе конфигурации PPA необходимо связать анализируемое оборудование и тег (сигнал), на основании значений которого будет производиться анализ.

В дальнейшем по изменению значения тега будет происходить сканирование таблицы состояний, и в базу данных будет сохраняться строка (запись DTM), в которой фиксируется время начала события, время конца события и значения четырех уровней дерева причин (полученных на основе таблицы состояний для соответствующего оборудования). Так как первый уровень дерева причин является детализацией категории времени, следовательно, каждая такая строка может быть отнесена к определенной временной категории.

Счетчики и алгоритмы

Анализ эффективности работы оборудования в SIMATIC IT OEE/DTM выполняется на основе количественных показателей. Такими показателями являются счетчики и алгоритмы.

Счетчики представляют собой переменные, вычисляемые накопительным итогом. Примером счетчиков может являться количество произведенных единиц продукции, количество остановок оборудования, количество качественных или бракованных единиц продукции. В дальнейшем на основании счетчиков вычисляются показатели эффективности, качества и т.д.

Интересующие пользователя показатели в SIMATIC IT OEE/DTM рассчитываются по алгоритмам, которые различаются по типам (Algorithm Family). Каждый тип алгоритма определяет правила вычисления конкретного алгоритма (формулу алгоритма). Ниже приведены примеры алгоритмов и их типов.

1. В алгоритмах состояний (Machine State Algorithms) показатели вычисляются по

формуле: $\frac{\text{Категория времени 1}}{\text{Категория времени 2}} \times 100\%$, где в качестве категорий времени могут

выступать любые категории из модели времени. К данному типу относятся:

$$\text{Доступность (Availability)} = \frac{\text{Рабочее время}}{\text{Плановое время}} \times 100\% ;$$

$$\text{Потери производительности (Downtime Loss)} = \frac{\text{Неплановый простой}}{\text{Плановое время}} \times 100\% .$$

2. В алгоритмах надежности (Reliability Algorithms) показатели вычисляются по формуле: $\frac{\text{Категория времени}}{\text{Значение счетчика}}$. К ним относятся:

$$\text{Среднее время между простоями (Mean Time Between Failures)} = \frac{\text{Рабочее время}}{\text{Количество простоев}} ;$$

$$\text{Среднее время до ремонта (Mean Time To Repair)} = \frac{\text{Суммарное время простоя}}{\text{Количество простоев}} ;$$

$$\text{Среднее время между мини - остановками (Mean Time Between Assists)} = \frac{\text{Суммарное время миниостановок}}{\text{Количество мини - остановок}} .$$

3. В алгоритмах производительности (Performance Algorithms) показатели вычисляются по формуле: $\frac{\text{Значение счетчика}}{\text{Категория времени}}$. Представителями данного типа являются:

$$\text{Время производства единицы продукции (Cycle Time)} = \frac{\text{Рабочее время}}{\text{Количество произведенных единиц}} ;$$

$$\text{Производительность (Performance)} = \frac{\text{Количество произведенных единиц}}{\text{Расчетная скорость} * \text{Рабочее время}} \times 100\% .$$

4. В алгоритмах качества (Quality Algorithms) показатели вычисляются по формуле: $\frac{\text{Значение счетчика 1}}{\text{Значение счетчика 2}} \times 100\%$. Примером может являться:

$$\text{Качество (Quality)} = \frac{\text{Количество качественных единиц}}{\text{Количество произведенных единиц}} \times 100\% .$$

Кроме этого существует возможность создания пользовательских алгоритмов.

Средства анализа информации

Средства визуализации для анализа простоев интегрированы в САВ. Значения рассчитанных KPI могут отображаться на web-формах. Также могут быть использованы следующие специальные инструменты, реализованные в виде ActiveX элементов.

1. DTMViewer позволяет отображать в табличном виде записи об изменении состояния оборудования. Наряду с просмотром данных существует возможность их редактирования и изменения комментариев для каждой записи.
2. OEEGantt предназначен для отображения записей изменения состояния оборудования в виде диаграммы Ганта.
3. KPViewer служит для отображения KPI в виде столбчатых диаграмм, стековых диаграмм и плоских графиков.

Заключение

Системы OEE/DTM занимают особое место среди систем класса MES, поскольку их функции наиболее понятны, а эффект от их внедрения наиболее предсказуем. При наличии существующих систем контроля, из которых можно получать оперативные данные о работе оборудования, система OEE/DTM может быть внедрена в минимальные сроки. Сразу после ее внедрения пользователи начнут получать оперативную информацию, на основании которой они смогут принимать решения, позволяющие повысить эффективность работы оборудования. Важно, что результаты принятых решений будут видны в той же системе, тем самым реализуется быстрая обратная связь, которая стимулирует инициативность работников.

Представленная в статье система SIMATIC IT OEE/DTM, предлагаемая компанией Siemens, позволяет решать весь спектр задач, стоящих перед системами данного класса. Тесная интеграция с SIMATIC IT позволяет обеспечивать дополнительные функции - передачу данных в ERP и другие сторонние системы, привязку данных об эффективности

работы оборудования к информации о персонале, работающем с этим оборудованием, и многие другие. В случае отсутствия уровня MES, внедрение SIMATIC IT OEE/DTM может быть первым шагом создания полноразмерной MES системы на предприятии.

Список литературы

1. Andrea Molinari Overall Equipment Effectiveness (OEE) // http://www.simatic-it.ru/articles/files/OEE_DTM_V7.pdf
2. Дмитрий Скворцов Сила OEE // <http://www.ifsruussia.ru/publoee.htm>
3. Шопин А.Г., Михайлин С.Г. Продукт SIMATIC IT от SIEMENS для создания MES систем // Автоматизация в промышленности. – 2005, №9. http://www.sms-automation.ru/support/articles/MESandModelling_v5.pdf
4. ANS/ISA-95.00.01-2000. Enterprise - Control System Integration Part 1: Models and Terminology
5. Эрик Ван Хоутвен. Общая Эффективность Оборудования (OEE) и Управление Простоями (DTM) // <http://www.sms-automation.ru/support/info/OEE-DTM.pdf>

Информация об авторах

Шопин Андрей Геннадьевич, к.т.н.,
заместитель директора ООО “СМС-Информационные технологии”
E-mail: Andrey.Shopin@sms-automation.ru

Занин Иван Владимирович,
главный специалист ООО “СМС-Информационные технологии”
E-mail: Ivan.Zanin@sms-automation.ru

Контактный телефон в г. Самара: +7 (846) 2691520
Группа компаний СМС-Автоматизация: <http://www.sms-automation.ru>