

MES-решения нового времени



Надежда КУДРIVENКО,
директор департамента
ИС, ГК «РПТСофт», г. Т. н.



Алексей ХАНТИГИН,
технический директор департамента,
ГК «РПТСофт»

Многочисленные макроэкономические и политические изменения сопровождались уходом с российского рынка многих западных разработчиков MES-систем (Manufacturing execution system – система управления производственными процессами или АСУ ПП), трендом на импортозамещение, ставшим стратегическим после издания Указа Президента РФ от 30.03.2022 № 166, а также цифровой трансформацией, которая продолжает корректировать направления развития программных инструментов и подходы к созданию и обновлению систем управления производством. Внешние обстоятельства оказали влияние в первую очередь на комплексыность самой MES и ряд других факторов. Рассмотрим, каких именно.

Первый фактор – обязательность применения систем информационной безопасности (кибербезопасности). Внедрение/обновление MES невозможно без учета этих рисков, особенно на фоне резкого роста числа компьютерных угроз для безопасности технологических процессов в различных отраслях.

Второй фактор – возможность использования онтологических моделей (ОМ) для систематизированного описания термина определенной предметной области предприятия, их свойств и отношений между ними.

➤ www.connect-wit.ru

Обзор развития MES в России

Пока использование монолитов наиболее оправдано для процессов низких уровней, включая системы управления производством MES, которые управляются в режиме реального времени [1].

➤ www.connect-wit.ru

Гибридные технологии

Пока использование монолитов наиболее оправдано для процессов низких уровней, включая системы управления производством MES, которые управляются в режиме реального времени [1].

➤ www.connect-wit.ru

Быстро меняющиеся показатели KPI

Показатели KPI, относящиеся к производству

Показатели KPI, относящиеся к качеству

Показатели KPI, относящиеся к активам

Показатели KPI по результативности

Рис. 2. Типы показателей KPI

инструментальных средств на собственной инфраструктуре;

– развертывания новых или миграции виртуальных машин в единую платформу с гибким управлением [2].

Применять гибридную цифровую архитектуру в непрерывных отраслях промышленности рекомендуется не ранее момента, когда роста концепции моделей, оптимизационных модулей, которые используют результаты работы микросервиса как источника данных для работы монолитных систем и наоборот.

Ключевые показатели производства (KPI)

Есть два основных пути совершенствования производства: повышение его эффективности (оптимизация времени, фондов, ресурсов и денег) и увеличение результативности (качества), а затем более точного соответствия спецификации заказчика.

Выбор измеряемых показателей KPI зависит в зависимости от характера бизнеса и результативности улучшений. Но для обоснованного представления о качестве производителя, как и предприятия в целом, важно следить за цепью рядом показателей. Сбалансированное видение может обеспечиваться, например, сочетанием ключевых показателей результативности, имеющих отношение не только к производству, но и к активам и качеству (рис. 2).

Следует отметить, что именно KPI позволяют оценить результативность оптимизации процессов, повышения эффективности.

В нашем примере гибридные KPI несут в себе информацию об объеме продукции и ее качестве, изготовленной в единицу времени. Так, в структуре OEE (Overall Equipment Effectiveness – общая эффективность оборудования) содержится методика анализа. В результате

анализа устанавливается причина снижения эффективности, на которой требуется сфокусировать внимание. ОEE позволяет выявить потери и причины неэффективности работы, а также предсказать влияние текущих производительности отдельных единиц оборудования на эффективность производств в целом. На основе данных ОEE делается вывод, возможны ли повышение производительности и на существующем оборудовании или это потенциал исчерпан.

По данным исследований, лучше мировые производители достигают уровня производственного процесса с показателями ОEE 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 OEE равен 80%.

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

Анализ показателей ОEE (<https://itm.uifinformacione.ru/sistemamonitoringa/pokaizatelyi-ooe>) –

отправная точка решения проблем потери эффективности. В процессе наблюдения сравниваются показатели ОEE с целевым значением.

Если разница ощущима, необходимо искать причину. Закономерный вопрос – с чем сравнивать. Предвиденные выше показатели мировых производителей подходят для стратегических целей, но для оперативного управления лучше использовать показатели, отражающие специфику конкретного производителя.

Для примера состояния производства можно рассчитывать значение ОEE, с которым в будущем стоит проводить сравнение для оценки сделанных улучшений, в том числе для отдельных линий. Можно сравнивать работу с аналогичным периодом времени в прошлом, что важно для сезонных производств.

Важно, с которым ведется борьба. Одна из основных целей ОEE – снижение шести наиболее значительных причин потери эффективности (Six Big Losses), перечисленных в таблице 2.

Управление простотами оборудования. Задача управления простотами 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. Затем периоды времени агрегируются для каждой категории. В результате получаются статистические показатели, которые используются для расчета KPI.

Модель времени содержит настройки категорий времени, согласно которым простои и потери могут быть группированы, например, на рабочее время, плановый и неплановый простои, потери скорости и качества и т. д. При расчете KPI учитываются такие категории времени, в частности, календарное, плановое, рабочее время, время работы с максимальной скоростью, идеального времени.

Предвиденную модель можно расширять дополнительными категориями.

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, сбоями материалов или персонала) либо посторонней причиной.

В свою очередь, ручной останов оборудования может быть обусловлен перестройкой, регулировкой и т. п. В результате постепенной детализации и формируется дерево причин.

Дальнейшее простое систематизируется по группам согласно узлам дерева.

Подход ОEE и системы управления простотами относятся к системам класса MES. Информационная среда позволяет соотнести показатели эффективности с другими показателями. О работе оборудования формируются отчеты.

Также возможна рассыпка отчетов по электронной почте. Тем самым облегчается доступ к данным, нужно ждать подготовки отчета вручную, достаточно настроить систему рассыпки, чтобы получать отчет, например, утром каждого дня.

Подход ОEE и системы управления простотами – это отличие от классической производственной статистики.

Причины простоев и потерь оборудования включают в себя

изменение показателей

и износ оборудования.

➤ www.connect-wit.ru

Обзор развития MES в России

В процессе обучения на основе предложений (с учителем) выявляются скрытые взаимосвязи входных и целевых показателей, позволяющие восстанавливать целевые показатели на новых (тестовых) данных. После обучения выводятся результаты проверки модели по метрикам качества. Часто это R2ME – квадратичный коэффициент от средней квадратичной ошибки, MAE – средняя абсолютная ошибка, CUSUM – кумулятивная сумма.

В результате формируется несколько типов моделей, обученных на разных алгоритмах.

Самые популярные из них:

• линейная регрессия МНК (метод наименьших квадратов), когда сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от прямой, т. е. $y = f(x)$, наименьшая;

• К – ближайший сосед (KNN). Этот метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии. Объект относится к тому классу, который наиболее распространён в окрестности данного.

В каждой области находится минимальный в части априорного периода времени, в котором можно считать однодневными.

Важно, что в классификации

использованы не только

известные, но и неизвестные

параметры.

➤ www.connect-wit.ru

Обзор развития MES в России

В процессе обучения на основе предложений (с учителем) выявляются скрытые взаимосвязи входных и целевых показателей, позволяющие восстанавливать целевые показатели на новых (тестовых) данных. После обучения выводятся

результаты проверки модели по метрикам качества. Часто

это R2ME – квадратичный коэффициент от средней квадратичной ошибки,

MAE – средняя абсолютная ошибка,

CUSUM – кумулятивная сумма.

В результате формируется несколько типов моделей, обученных на разных алгоритмах.

Самые популярные из них:

• линейная регрессия МНК (метод наименьших квадратов), когда сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от прямой, т. е. $y = f(x)$, наименьшая;

• К – ближайший сосед (KNN). Этот метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии. Объект относится к тому классу, который наиболее распространён в окрестности данного.

Важно, что в классификации

использованы не только

известные, но и неизвестные

параметры.

➤ www.connect-wit.ru

Обзор развития MES в России

В процессе обучения на основе предложений (с учителем) выявляются скрытые взаимосвязи входных и целевых показателей, позволяющие восстанавливать целевые показатели на новых (тестовых) данных. После обучения выводятся

результаты проверки модели по метрикам качества. Часто

это R2ME – квадратичный коэффициент от средней квадратичной ошибки,

MAE – средняя абсолютная ошибка,

CUSUM – кумулятивная сумма.

В результате формируется несколько типов моделей, обученных на разных алгоритмах.

Самые популярные из них:

• линейная регрессия МНК (метод наименьших квадратов), когда сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от прямой, т. е. $y = f(x)$, наименьшая;

• К – ближайший сосед (KNN). Этот метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии. Объект относится к тому классу, который наиболее распространён в окрестности данного.

Важно, что в классификации

использованы не только

известные, но и неизвестные

параметры.

➤ www.connect-wit.ru

Обзор развития MES в России

В процессе обучения на основе предложений (с учителем) выявляются скрытые взаимосвязи входных и целевых показателей, позволяющие восстанавливать целевые показатели на новых (тестовых) данных. После обучения выводятся

результаты проверки модели по метрикам качества. Часто

это R2ME – квадратичный коэффициент от средней квадратичной ошибки,

MAE – средняя абсолютная ошибка,

CUSUM – кумулятивная сумма.

В результате формируется несколько типов моделей, обученных на разных алгоритмах.

Самые популярные из них:

• линейная регрессия МНК (метод наименьших квадратов), когда сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от прямой, т. е. $y = f(x)$, наименьшая;

• К – ближайший сосед (KNN). Этот метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии. Объект относится к тому классу, который наиболее распространён в окрестности данного.

Важно, что в классификации

использованы не только

известные, но и неизвестные

параметры.

➤ www.connect-wit.ru

Обзор развития MES в России

В процессе обучения на основе предложений (с учителем) выявляются скрытые взаимосвязи входных и целевых показателей, позволяющие восстанавливать целевые показатели на новых (тестовых) данных. После обучения выводятся

результаты проверки модели по метрикам качества. Часто

это R2ME – квадратичный коэффициент от средней квадратичной ошибки,

MAE – средняя абсолютная ошибка,

</