

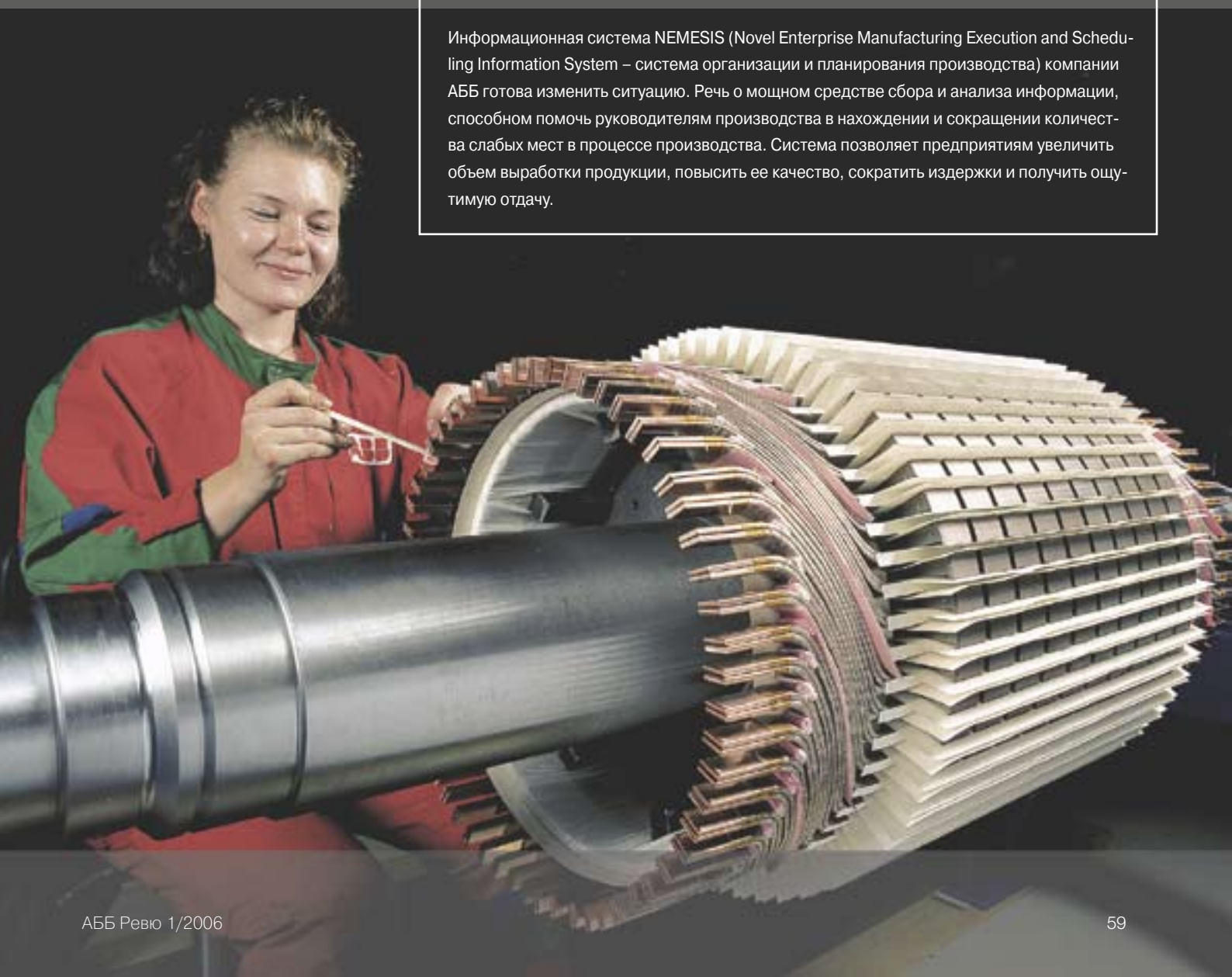
NEMESIS

Производственное совершенство: решения

Мирослав Бирстон, Лукаш Крупа, Кржиштоф Сова-Пиекло, Бартоломью Вырва, Томаш Новогорски

Древнее изречение гласит: знание – сила. В стремлении добиться максимальной эффективности использования ресурсов, наилучшего времени отклика и качества готовой продукции невозможно не коснуться вопроса точного и своевременного выявления проблем и причин их возникновения. Однако довольно теории. На практике информация часто искажается в результате прохождения через несколько несовместимых информационных систем, расположенных в разных местах, и доставляется в форме, не позволяющей составить правильное представление о происходящем. Отсутствие осмысленного, комплексного представления о процессе означает, что потенциальные проблемы часто зреют до тех пор, пока не окажется, что заниматься их профилактикой уже слишком поздно.

Информационная система NEMESIS (Novel Enterprise Manufacturing Execution and Scheduling Information System – система организации и планирования производства) компании АББ готова изменить ситуацию. Речь о мощном средстве сбора и анализа информации, способном помочь руководителям производства в нахождении и сокращении количества слабых мест в процессе производства. Система позволяет предприятиям увеличить объем выработки продукции, повысить ее качество, сократить издержки и получить ощутимую отдачу.



Технологии производства

В производстве всегда существует тонкий баланс времени, ресурсов, материалов и производственной мощности. Малейшее изменение в системе может отразиться на производительности. Для успешного управления этим балансом производителю требуется достоверная информация с некоторой долей прогнозирования. Однако в течение долгого времени производители были вынуждены разбираться с проблемами по факту вместо того, чтобы предугадывать их и радовать клиентов максимальной эффективностью производства.

По своему назначению информационные системы выполняют доставку данных, однако недостаточно просто владеть информацией. Гораздо важнее уметь интерпретировать и использовать ее. Информационные системы предназначены для того, чтобы предоставить руководству возможность делать правильные выводы на основе имеющихся данных, и поддерживать требуемые методики и технологии. Концепция теории ограничений (ТОС)¹, используемая на многих заводах-изготовителях группы АББ, направлена на реализацию этих задач. Для обеспечения их реализации потребовалось подходящее ИТ-решение.

Используемое решение – NEMESIS, Novel Enterprise Manufacturing Execution and Scheduling Information System (информационная система организации и планирования производства от компании Novel) (рис. 1) – учитывает планирование хода производства, выполнение поставленных задач, контроль качества и отчетность. Из системы планирования ресурсов предприятия (ERP)², заказы автоматически переходят в систему планирования производства, где распределяются с учетом текущего объема выпускаемой продукции. Избранные задачи переносятся в систему организации производства (MES)², которая помогает руководству осуществлять контроль технологического процесса и собирать данные о производственном процессе и качестве продукции для дальнейшего их анализа. Пока заказ находится в исполнении, руководители производства и контроля качества, а также руководство предприятия и отдел продаж могут следить за производственным процессом, анализом отчетов и расстановкой приоритетов.

Благодаря системам планирования и организации производства можно повысить отдачу завода и полностью раскрыть его потенциал и, более того, увеличить значимость и приспособляемость завода, а следовательно – допустить разумное и согласованное сокращение объема запасов.

С сокращением незавершенного производства (WIP)² сокращается продолжительность цикла, что позволяет повысить быстроту реагирования на требования клиента в случае изготовления товара по индивидуальному заказу. При подключении к системе планирования оперативный ответ системы организации производства гарантирует способность отдела по работе с клиентами соблюдать оговоренные сроки и предоставлять клиентам данные о состоянии заказа.

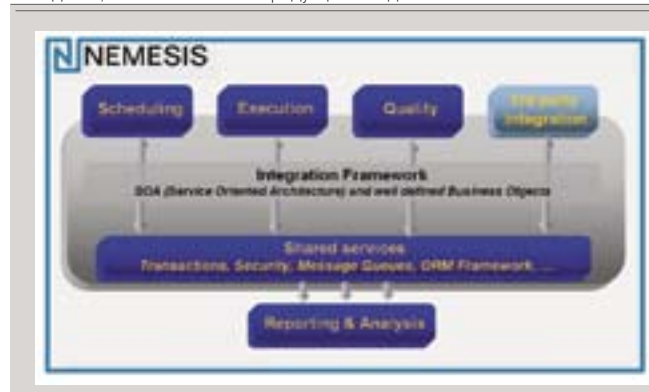
Компоненты комплексного решения Планирование и организация производства

В случае с заводами, ежедневно отгружающими большое количество видов продукции, оптимальное управление практически невозможно без автоматизации. Наиболее важным и незаменимым средством помощи современному планировщику или руководителю производства является система планирования. Но что такое хорошая система планирования? На посвященных планированию семинарах этот вопрос задавали различным представителям заводов группы АББ, руководителям бизнес-сферы, специалистам научно-исследовательских отделов. На основе их ответов была составлена подробная карта требуемых функций, самыми популярными среди которых оказались поддержка методов планирования – теории ограничений (ТОС) и концепции загрузки (FCS), – поддержка буферизации данных и концепции «загрузка-производительность», контроль незавершенного производства и межсетевая взаимосвязь между различными системами планирования ресурсов предприятия (ERP) и организации производства (MES) (рис. 2).

В дискретном производстве существует два различных понятия: среда проекта и производственная среда. Основная разница между ними заключается в уровне неопределенности. Для среды проекта, где уровень неопределенности высок, теория ограничений предлагает метод критических цепей для комплексных проектов (МРСС), а для среды производства, где риск неизвестности сравнительно мал, рекомендуется использовать принцип «барабан-буфер-трос» (DRB)³.

Изготовление товаров, разрабатываемых по индивидуальному заказу (ЕТО), трудно планировать с использованием систем планирования требуемых материалов (MRP), поскольку сначала они фигурируют в качестве проектно-инженерной разработки, а затем – единичного продукта производства. Поскольку это единичный продукт производства, а порой и первый в своем роде, то для стадии инженерной разработки, стадии материально-технического обеспе-

1 NEMESIS – комплексная система для предприятий, которая состоит из информационных программ для планирования, организации производства, анализа качества продукции и ведения отчетности



2 Система планирования обеспечивает полную поддержку теории ограничений (ТОС) и концепции загрузки производства



¹ См. с. 25.

² См. глоссарий на с. 74.

³ См. сноску 5 на с. 26.

чения и стадии производства характерен высокий уровень неопределенности. Нарушение сроков поставки (OTD), перерасход средств, сокращение технического задания (изменение масштабов задачи) – широко известные проблемы в сфере товаров, изготавливаемых по индивидуальному заказу.

Заказные товары, к примеру, силовые трансформаторы, распределительные устройства с элегазовой изоляцией, электрические генераторы большой мощности, по своей природе относятся к уникальным проектам, и потому подвержены влиянию перечисленных выше проблем. Лучший в своем классе метод управления проектом, способный обеспечить своевременную поставку товаров, соблюдение бюджета и охват объема – это метод критических цепей³⁾. Для одновременного управления несколькими проектами существует измененный метод критических цепей, который называется методом критических цепей для комплексных проектов (MPCC).

Система организации производства помогает сократить время производственного цикла, улучшить качество продукции, сократить незавершенное производство, сократить или исключить делопроизводство, уменьшить время на выполнение нового заказа и дать максимум информации специалистам по эксплуатации завода.

Метод критических цепей успешно использовался группой АББ и другими компаниями в разработке проектов и производстве товаров по индивидуальному заказу. Благодаря ему удалось сократить количество нарушений сроков поставки, время на изготовление изделия (ТPI) и общее производственное время (ТПPI), а также увеличить мощность завода; в условиях комплексных работ производительность высококвалифицированных

инженеров и проектировщиков выросла на 40%. В случае изготовления изделий с коротким производственным циклом, выпускаемых большими объемами, одной из серьезных задач для управления заводом является выявление «узкого места» производства – ресурса с достаточной/недостаточной мощностью для удовлетворения размещенного заказа, требующего тщательного анализа. Следующим этапом необходимо подчинить все остальные производственные процессы этому ресурсу, чтобы пропускная способность завода была не ниже той, которую способно обеспечить «узкое место». Метод DRB – идеальный механизм планирования производственной мощности, использующий данные критерии.

Теория ограничений послужила главным двигателем для создания новой системы планирования и организации производства от АББ. NEMESIS поддерживает оба типа производственной среды, используя метод критических цепей для комплексных проектов и метод DRB. Чтобы решение было простым и позволяло конечным пользователям сосредоточиться на своей основной деятельности, система обеспечивает непосредственную актуализацию, конфигурацию и параметризацию алгоритмов планирования производства.

Характерными чертами системы планирования, предназначенной для работы с такими задачами, являются:

- полная поддержка анализа «узкого места» производства;
- подчинение предыдущих и последующих действий «узкому месту»;

- предпочтение агрегированных буферов в критических местах повсеместному использованию скрытых буферов безопасности;
- управление буфером данных для выполнения мониторинга и выставления приоритетов для процессов;
- наличие отклика системы организации производства для корректировки действий;
- анализ отношения нагрузки к мощности производства.

Система планирования полностью настраиваемая, что позволяет на некоторых заводах запустить производство нажатием всего одной кнопки. При моделировании завода можно практически сразу создать фонд ресурсов, настроить календарные графики, указать сетевой график. Результаты планирования предоставляются в нескольких формах отчетности. Пользователь может выбирать несколько форм представления информации: например, «соотношение нагрузки к мощности», график Гантта или управление буфером данных. Кроме того, система составляет отчет о результатах проверки материальных средств и представляет в службу снабжения перечень требуемых материалов с указанием необходимой даты их доставки в цех.

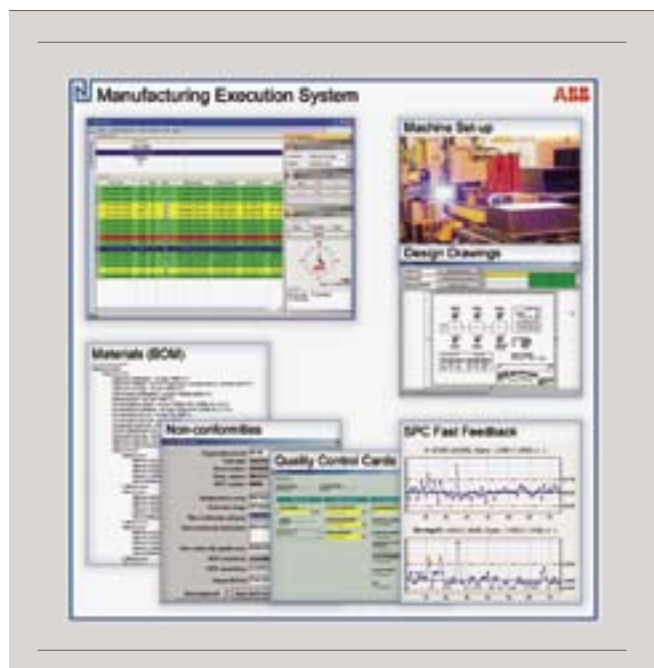
Но самое большое преимущество данной системы планирования заключается в ее способности анализировать реальные и оперативные данные. Система планирования связана с системой организации производства посредством оперативной обратной связи с производством. Эта система обеспечивает долгосрочное и среднесрочное видение производственных процессов, благодаря сравнению запланированных и ожидаемых работ с реальными ситуациями.

Система организации производства (MES)

В условиях современной конкуренции MES (рис. 3) – это необходимое условие организации производства. Она отвечает за процесс, связанный с добавочной стоимостью продукции, помогает сократить время производственного цикла, улучшить качество продукции, сократить незавершенное производство, сократить или исключить делопроизводство, уменьшить время на выполнение нового заказа и дать максимум информации специалистам по эксплуатации завода.

Ассоциация поддержки решений для организации производства (MESA) дает определение нескольких областей, в которых применение MES приводит к наилучшим ре-

3) Возможности системы организации производства (MES) для осуществления контроля движения информации и организации производства



³⁾ Подробнее о теории ограничений (TOC) и методе критических цепей см. <http://www.toc.co.uk>

Технологии производства

зультатам. Система организации производства выдает информацию, на основе которой можно оптимизировать процесс производства от его запуска и до получения готовой продукции. MES работает с текущими и точными данными; она руководит производственными процессами, пускает их в ход, реагирует на них и составляет отчеты. Реакция на изменяющиеся условия вкупе с фокусированием на сокращении процессов, не связанных с добавочной стоимостью, приводит к эффективной работе завода и производственных процессов.

К функциям системы организации производства (MES) относятся распределение ресурсов и определение их статуса, распределение продукции, сбор данных, контроль качества, анализ технических характеристик, планирование процессов, контроль документооборота, организация труда, организация процессов, отслеживание генеалогии продукции. Являясь хребтом всех производственных систем, система организации производства заполняет собой пустоту между контролем деятельности предприятия (система планирования ресурсов (ERP) и логистическая цепочка) и контролем процессов (автоматизированный и ручной труд), чтобы обеспечить достижение наивысшей рентабельности производства. MES выполняет распределение, мониторинг, отслеживание и контроль производственной информации, обеспечивая оперативную обратную связь, чтобы руководство могло принимать верные решения, связанные с производственным процессом. Назначение MES касается нескольких этапов производственной цепочки. Самой главной задачей дискретного производства является интегрирование и выгодное использование информации, поступающей в режиме реального времени из множественных источников и способствующей выпуску и сбыту продукции. Для этого требуется слияние данных об отдельных составляющих производственного процесса – от спецификации товара и учета компонентов до сборки, подготовки технических инструкций, тестирования качества продукции, приема и доставки заказчику. Основное преимущество такой системы заключается в эффективной обработке производственных данных посредством слияния информации из различных источников. Приложения MES формируют и группируют огромное количество данных и предоставляют простой и быстрый доступ к нужной информации в нужное время. В общем, MES позволяет добиться следующего:

- В результате слияния нескольких систем улучшается информационный поток. Выполняя роль «окна» в эти системы, MES реализует «бумажную» производственную среду, которая исключает не имеющие отношения к добавочной стоимости, повторяющиеся процессы, такие как рутинный документооборот, и обеспечивает информационный поток в режиме реального времени.
- Возможность контролировать заказы реализована на основе отслеживания производственных заказов по всему предприятию. Такая функция помогает работе отдела продаж и повышает точность информации, предоставляемой клиентам.
- В результате улучшения системы отслеживания процессов и отчетности о ключевых показателях повышается качество продукции и сокращается количество отходов и брака, а также улучшается система статистического контроля производственных процессов и анализа первопричин.
- Повышение эффективности работы операторов производства благодаря обеспечению их необходимой информацией, к которой относятся накладные на материалы, чертежи изделий и технические характеристики изделия. Вся документация доступна для просмотра, а самые последние ее версии попадают в электронном виде в цех, не нарушая режима работы предприятия.

На некоторых заводах группы АББ система MES интегрирована с системой планирования и ор-

ганизации производства, системой контроля качества (QMS), архивами чертежей, производственным оборудованием и системами отчетности.

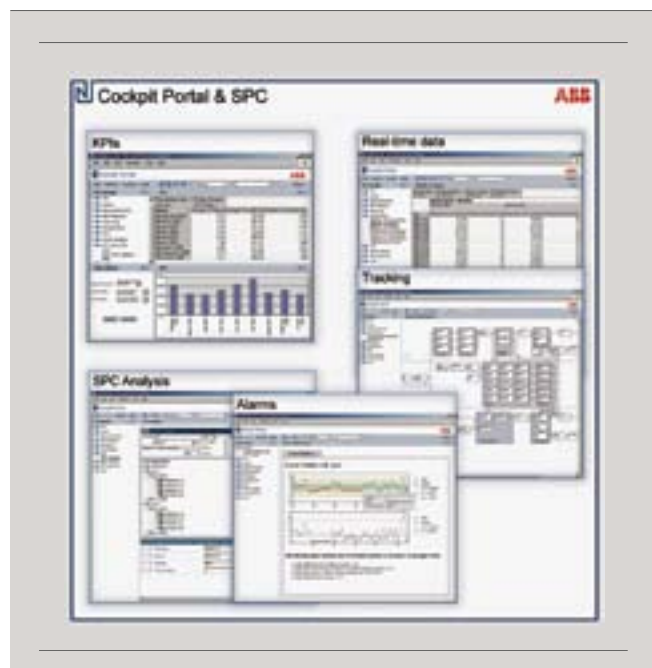
Производственный интеллект

Несложно обложиться первичными данными, но они так и не помогут получить информацию, необходимую для принятия верного решения. Кроме сбора и просмотра статистической информации современному производству требуется получение оперативных данных из множества источников внутри предприятия, их анализ и переработка в полезную информацию. Вместе с производством и бизнес-логикой такой процесс обеспечивает базис для построения операционного совершенства на основе оперативного управления, поддержки стратегических решений и срочного принятия решений (рис. 4).

Система организации производства заполняет собой пустоту между контролем деятельности предприятия и контролем процессов, чтобы обеспечить достижение наивысшей рентабельности производства.

Центральная система управления (Cockpit system) оснащена функциями ведения отчетности и анализа проблем, связанных с производственным процессом. Эта система поддерживает производственное совершенство путем группирования и разброса данных из множества несопоставимых конечных источников и представляет авторизованным пользователям персонализированный свод значений с доступом через интернет-браузер или другую интернет-ориентированную программу. И если объединенные итоги учета производства способны удовлетворить интерес руководства предприятия, то с требованием неотступного сокращения издержек, повышения качества и увеличения объемов готовой продукции можно справиться только при наличии интеллектуальной информации, извлеченной из производственного процесса. Понадобится выявлять скрытые ограничения – в них кроется причина уровня качества, прячущаяся за изменчивостью процесса, большими буферами и уровнем неликвидных запасов. Кроме того, понадобится

8 Портал производственного интеллекта дает оперативную сводную по заводу информацию о результатах мониторинга и анализа бизнес-процессов



высокоуровневый обзор предприятия, чтобы показать, как отдельные составляющие процесса работают бок о бок по всему предприятию. Только при таком раскладе можно будет добиться положительных изменений.

Центральная система управления дает такие возможности, соединяя данные из нескольких несвязанных между собой источников на предприятии. Она замыкает цепь между данными, поступающими из цеха, и другими системами, используемыми для управления заводом. Центральная система управления (ЦСУ) импортирует данные из информационных систем всего предприятия, сохраняет их в единой базе данных и преобразовывает в связную, комплексную картину операций. Главными технологическими приемами, обеспечивающими выполнение этой задачи, являются информационные хранилища и оперативная аналитическая обработка с доступом через веб-интерфейс и функциональностью портала. Имея доступ к отчетам об основных производственных показателях, загрузке оборудования, качестве продукции и другой важной информации, руководящие работники получают возможность действовать, что в итоге приводит к повышению производительности и качества, сокращению издержек.

ЦСУ не просто отслеживает оперативную производственную информацию, но также заблаговременно извещает специалистов о возможных проблемах. Для выявления причины система анализирует проблему, отслеживает ее до конкретной детали отдельно взятого изделия или же ее элемента, что позволяет принимать своевременные профилактические меры. Благодаря актуальному графическому отображению данных специалисты получают возможность быстро и заблаговременно принимать взвешенные решения,

Б Сервисно-ориентированная архитектура обеспечивает интегрирование систем



что в итоге оказывает критически важное влияние на производство.

Изменчивость может быть естественной, свойственной процессу или вызванной экстренным фактором, поэтому необходима систематическая идентификация причин изменчивости.

Производственный процесс всегда связан с рядом взаимозависимых действий, каждое из которых по-своему изменчиво. Изменчивость может быть естественной, свойственной процессу или вызванной экстренным фактором, поэтому необходима систематическая идентификация причин изменчивости, которая приводит к распространенным проблемам во всей системе. Система статистического контроля (SPC) – это важный метод анализа изменений процесса, который позволяет точно определять условия, вынуждающие процессы выходить за контрольные пределы. Исходя из анализа первопричин, составляется план превентивных мер. К участию в расследовании проблемы с помощью SPC и последующему определению плана корректирующих действий привлекаются специалисты из различных областей производства. Таким образом, систему статистического анализа можно назвать одним из наиболее важных средств комплексного управления качеством.

Система статистического контроля работает на базе веб-интерфейса и дополняет аналитические возможности центральной системы управления средством для измерения, понимания и контроля изменений в производственном процессе. Она предназначена для экспертов по контролю качества, которые имеют обширные возможности для исследования карт статистического контроля (с указанием параметров с учетом контрольных пределов) избранных показателей и их изменений. Специалист может применить несколько фильтров с указанием компонентов, параметров и характеристик, которые должны быть задействованы в процессе анализа. Поскольку такой анализ требует времени, система статистического контроля оснащена функцией, при помощи которой эффективно отслеживаются значения подозрительного параметра и, в случае необходимости, поднимает тревогу.

В производственном цехе система статистического контроля играет важную роль в качестве компонента системы управления производством. Она обеспечивает, так называемый, «быстрый ответ»,

который дает оператору упрощенный SPC анализ собранных показателей и позволяет немедленно среагировать в случае, если значения процесса вышли за контрольные пределы.

Как только система организации производства (MES) получает новое значение, то автоматически проверяет его на правильность: например, сравнивает с предельными условиями и статистической изменчивостью. Система представляет специалисту оперативно сгенерированные диаграммы, особенно в случае поступления сигнала о неисправности. Благодаря этой функции оператор цеха имеет возможность непрерывного наблюдения за изменениями отклонившегося от нормы параметра и, при необходимости, действовать незамедлительно.

В итоге использование системы SPC приводит к снижению затрат на неудовлетворительное качество (COPQ) за счет получения сигналов о неисправности в цехе и возможностей аналитического исследования причин нарушения процесса. Система статистического контроля позволяет заблаговременно обнаруживать слабые места и применять превентивные меры по предотвращению проблем на текущий момент и в будущем.

Архитектура

Комплексное решение NEMESIS для дискретного производства основано на сервисно-ориентированной архитектуре (Service Oriented Architecture, SOA). Концепция сервиса как независимого, автономного и самостоятельного компонента функциональности принципиально важна для SOA. Сервис на основе сервисно-ориентированной архитектуры можно рассматривать как элемент – в логике бизнес-процесса, – который можно соединять и составлять, вызывать к действию из любого места архитектуры. Система на основе SOA – это система из таких гибко связанных, но взаимодействующих сервисов. Успех «сервисного» мышления заключается в осознании того, что системы постоянно развиваются и должны обладать гибкостью, достаточной для реагирования на дополнение или изменение требований. Приложения должны обмениваться данными и обеспечивать работу сервиса независимо от используемой платформы. В современном мире информационных технологий существует большой выбор распределенных и глубоко интегрируемых систем. На рисунке 5 показана система, состоящая из трех основных сервисов.

Каждый из взаимодействующих сервисов может иметь собственную память данных. Данные импортируются в хранилище данных, обрабатываются и становятся доступными на различных уровнях управления предприятием через центральную систему управления.

Технологии производства

Сервисно-ориентированная архитектура позволяет добиться взаимодействия различных базовых технологий и даже различных операционных систем при улучшении общих показателей. Такой подход к информационным системам содействует их развитию, структурированию и широкому применению. Сервисы SOA можно загружать, выгружать или заменять не ощущимо для пользователей или среды. Любой отдельный компонент можно легко и безболезненно заменить новым, лучшим или расширенным компонентом. Выбор современных технологий, таких как Microsoft .NET или J2EE, также содействует будущему росту клиентов группы АББ, поскольку содействует распространению наращиваемых сетей, способных гарантировать необходимые характеристики в условиях растущей нагрузки. Такая система гарантирует высокую надежность системы, что очень важно, поскольку в большинстве случаев ей приходится работать 24 часа в сутки 7 дней в неделю при коэффициенте использования почти 100%.

Такой выбор ускоряет развитие и значительно повышает надежность за счет облегчения задач безопасности и ведения операций.

В условиях современной быстро развивающейся экономики компания, которая не использует информационные технологии для оптимизации производственных процессов, сокращения длительности производственного цикла, увеличения объемов выработки и максимального соблюдения сроков поставки, серьезно рискует потерять конкурентоспособность. Стратегия группы АББ заключается в увеличении объемов выработки продукции, сокращении случаев нарушений сроков поставки, сведении к минимуму незавершенного производства и сокращении товарных запасов. Использование решений, основанных на информационных технологиях, – это важ-

нейшее условие построения производственного операционного совершенства. Такие решения влияют на функциональность всей бизнес-цепочки: от продаж и разработки до производства, поворачиваясь лицом к изменениям спроса.

Их преимущества:

- высокая гибкость, способность быстро и эффективно реагировать на изменения требований предприятия;
- тщательное планирование на основе оперативных данных;
- глубокое понимание и сообщение показателей производительности всего предприятия с применением оценочных листов и других средств мониторинга деятельности, которые делают стратегию применимой к каждому работнику;
- способность к пониманию и оценке того, из чего складываются показатели на каждом этапе производства.

NEMESIS предоставляет прочное основание для оперативного создания предприятия с обеспечением подробного планирования и управления бизнес-процессами при помощи полной реконфигурации системы и быстрой адаптации к изменениям.

АББ отметила новый рубеж в этом направлении, применив концепцию комплексного ИТ-решения на своих заводах-изготовителях трансформаторов. В задачу этой концепции входит интеграция и оп-

тимизация всего процесса (с учетом внутренних производственных процессов): от предварительных продаж, системы планирования ресурсов предприятия (ERP) и до системы организации производства (MES), наряду с эксплуатацией производственного оборудования и заводской системой управления качеством. С ее внедрением предприятие получило оперативную информацию обо всех процессах, поставляемую системой бизнес-аналитики (центральная система управления), и общую картину производительности предприятия с аналитическими данными и отчетами. Совместно комплексные системы существенно повысили значимость завода и продуктивность производства. Внедрение NEMESIS потребовало построения архитектурной платформы предприятия с поддержкой интеграции различных существующих информационных систем и разработки таких новых бизнес-компонентов, как система организации производства (MES), которая содействует управлению цехом, делая возможным отслеживание заказов и мониторинг выполнения этапов. Данное решение представляет модель архитектуры корпоративной системы и четко определенный производственный процесс, чем обеспечивает эффективное управление системой, растущие возможности для использования в других системах, стабильность и совместимость с множеством подсистем. Основным компонентом модели является сервисно-ориентированная архитектура (SOA) на базе веб-интерфейса, которая позволяет осуществлять интегрирование, минуя технологические барьеры, и добиваться высокой гибкости управления системой. С самого начала NEMESIS самостоятельно воспользовалась всеми преимуществами перспективных технологий и тенденций в области информационных технологий (среди тенденций – веб-сервисы, программы с открытым программным кодом и готовые коммерческие продукты). В результате сократилось время на разработку, уменьшились издержки, а для соответствия новым веяниям рынка появились гибкие в настройке информационно-технические среды. NEMESIS дает прочное основание для оперативного построения предприятия с обеспечением подробного планирования и управления бизнес-процессами при помощи полной реконфигурации системы и быстрой адаптации к изменениям.

Мирослав Бирстон
Лукаш Крупа
Кржиштоф Сова-Пиекло
Бартоломью Вырва
Томаш Новогорски
 ABB Corporate Research
 Краков, Польша
 miroslaw.bistron@pl.abb.com
 lukasz.krupa@pl.abb.com
 krzysztof.sowa-pieklo@pl.abb.com
 bartlomiej.wyrwa@pl.abb.com
 tomasz.nowogorski@pl.abb.com

