

БОЛЬШОЙ ДОХОД ДЛЯ МАЛЕНЬКОЙ ФАБРИКИ: РЕАЛИЗАЦИЯ ЕДИНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧЕНЬЯ

МАРК ДЭНИЭЛС (MARK DANIELS)
ГАЙ ДЕНИС (GUY DENIS)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

В статье представлены преимущества, которые может дать небольшим производственным компаниям технология Единого Предприятия (Connected Enterprise, буквально — «подключенного предприятия»), объединив их посредством информационной сети в одно целое.

Несомненно, заманчиво читать о новых рубежах индустриальных технологий, таких как «Индустрия 4.0» (Industry 4.0) или «умное производство» (Smart Manufacturing). Читать и думать про себя: «Это все прекрасно и очень хорошо для мультинациональных корпораций, но мне до этого как до небес. Для такого небольшого производителя, как я, все это фантастика и несбыточные мечты».

Конечно, рассказывая о Едином Предприятии, специалисты компании Rockwell Automation в первую очередь уделяют внимание большим проектам известных производителей в области пищевой промышленности. Однако небольшие компании, используя эту концепцию, могут получить такие же или даже более значительные преимущества. Более того, принципы Единого Предприятия могут помочь мелким производителям конкурировать с крупными предприятиями, особенно в отношении повышения эффективности цепочки поставок и функционирования, а также того уровня гибкости, который ожидают от них клиенты.

РАЗДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПОВ И ПРИЛОЖЕНИЙ

Прежде чем мы рассмотрим пример, демонстрирующий, как небольшой производитель может извлечь выгоду из того, что доступно уже сейчас, стоит сделать небольшой разбор профессиональных терминов, которые уже используются как сленг. Такое понятие, как «Индустрия 4.0» (Industry 4.0), родилось в Германии, «умное производство» (Smart Manufacturing) — в США, «Индустрия будущего» (L'industrie du future) —

во Франции, а «Производство 3.0» (Manufacturing 3.0) — в Южной Корее, но суть у всех этих терминов одна. Если говорить в целом, то это — производство в эпоху «Интернета вещей» (англ. Internet of Things, IoT), которое многие сейчас также называют IIoT — добавляя еще одно «I» от Industrial. Промышленный «Интернет вещей» — это наиболее удобный термин для этой статьи, поэтому мы будем придерживаться его.

ГОТОВНОСТЬ К БУДУЩЕМУ

Новые принципы необходимо принять уже сейчас, поскольку будущее построено на подключениях (отсюда и Connected в понятии Connected Enterprise), или, вернее сказать, на связанности, которая обеспечивается путем интеграции производственных сетей с корпоративными информационными технологиями в Интернете и облачными системами. С точки зрения эффективности и производительности преимущества этого объединения очевидны, и их можно ощутить сразу. Эти осязаемые преимущества — именно то, что важно для подготовки бизнеса к потребностям завтрашней производственной среды. Причем это не так сложно реализовать, как может показаться на первый взгляд. Большинство производителей может применять эти принципы уже к тому, что у них есть на текущий момент, и это не требует каких-то огромных капиталовложений.

В общем понимании Единое Предприятие подразумевает объединение (подключение для формирования единого целого) людей и процессов в производство так, чтобы данные могли быть согласованы и совместно исполь-

зованы. Именно этот принцип лежит в основе промышленного «Интернета вещей»: предоставление платформы для устройств с поддержкой Интернета, которая дает им возможность общаться на уровне решений системы управления производственными процессами, или MES (Manufacturing Execution System). MES — это специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках производства и повышения эффективности производственного процесса с точки зрения ИТ-поддержки бизнеса. Использование этой технологии позволит разблокировать возможности предоставления данных, которые можно собрать, обработать и визуализировать, причем наиболее полезным и релевантным образом.

Важно также понять, что нужно производителям для принятия решений, которые направлены на повышение гибкости, маневренности, производительности и эффективности, то есть бизнес-аналитики. Для этого необходимо «подключить» и объединить в единое целое запасы, сырье, цепочку поставок и машинные данные. В свою очередь, для того чтобы эта полезная информация перешла на новый уровень и стала интеллектуальной, нужно ее сопоставить и визуализировать. Все это может быть дополнительно контекстуализировано уже для конкретных функциональных потребностей заинтересованных сторон. Например, инженеру по обслуживанию технического оборудования будет удобно иметь несколько различных панелей управления производительностью.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ЛЮДЕЙ И ПРОЦЕССОВ В ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

Чтобы показать, как все это работает на практике, представим один день из жизни маленького предприятия — производителя печенья. Назовем нашу гипотетическую компанию YumiBikkies. Несомненно, большая часть этого примера может быть применена и в более широком масштабе, в него можно добавить больше предпятий и получить еще ряд преимуществ. Но мы ограничимся тем, что позволит нам ясно понять цель.

В рамках Единого Предприятия компания YumiBikkies имеет три производственные линии, способные производить три типа печенья. Мы проведем этот день с компанией и будем следовать за ней шаг за шагом, начиная с утреннего производственного совещания, которое проводится в 8:00, совещания по проблемам качества в 10:00 и совещания по улучшениям производственного процесса в 14:00.

ПЕРВОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ СОВЕЩАНИЕ — 8 ЧАСОВ УТРА

На повестке дня утреннего совещания по вопросам производства две основные проблемы: 1) как быстрее выполнить заказ, который будет весьма полезен для компании; 2) сравнение данных о производительности оборудования, доходности и затратах энергии по всем трем производственным линиям.

Новый заказ — это 20 тыс. дополнительных коробок печенья к объему обычной продукции. Кроме того, розничный торговец хочет использовать новый рецепт и индивидуальную упаковку, и все это ему нужно срочно. В ходе совещания специалисты YumiBikkies в режиме реального времени анализируют производственные возможности, т. е. смотрят, как работает каждая линия, отслеживая такие ключевые показатели, как загрузка и эффективность использования оборудования, общая производительность и качество выпускаемой на линиях продукции. Кроме того, они подключили и расширили визуализацию по всей цепочке поставок. Как мы видим, когда в YumiBikkies поступает срочный заказ, компания может быстро оценить возможности производственных линий и сдвинуть графики выполнения

заказов так, чтобы максимизировать загруженность оборудования. Вскоре они определяют, какая линия имеет наибольшую емкость и сможет быстро изготовить нужное печенье.

Единое Предприятие упрощает выполнение заказа, поскольку он сразу поступает в систему планирования ресурсов предприятия, или ERP (Enterprise Resource Planning). ERP представляет собой организационную стратегию интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами. Впоследствии рецепт и новая упаковка поступают в систему управления жизненным циклом продукта, или PLM (Product Lifecycle Management), а затем номер заказа, рецепт и необходимые инструкции переносятся прямо в MES. Здесь новые компоненты рецепта автоматически разбиваются на инструкции для оборудования и определяются роли исполнителям. Далее все передается на подключенные машины, оборудование, датчики, контроллеры и выводится на панели операторов производственных линий.

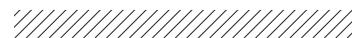
Благодаря конвергенции информационных и операционных технологий, компании Cisco и Rockwell Automation предоставляют сетевые платформы и архитектуры, такие как архитектура для подключенного производства Converged Plantwide Ethernet CPwE Design guide. Эта архитектура позволяет развертывать Единое Предприятие, обеспечивать взаимодействие между бизнес-функциями, а также гарантировать прозрачность во всем производственном цикле, цепочке поставок и обслуживании бизнеса. Хотя в названии архитектуры фигурирует слово «завод» (Plantwide), заложенные в нее принципы могут с не меньшим успехом использоваться и в других отраслях, например в сфере услуг.

Для выполнения своих функций операторы применяют имеющиеся у них планшетные компьютеры, благодаря чему они могут оперативно получить всю необходимую информацию о функционировании производственного оборудования на каждом участке производственной линии. Кроме того, они сканируют и вводят в систему каждый исходный ингредиент по мере его поступления и отслеживают его путь через всю линию по выпуску продук-

ции. Вспомогательная документация для каждого ингредиента автоматически обновляется, а система отмечает и учитывает любые возникающие проблемы с качеством. Данные, поступающие операторам, могут также содержать в себе необходимые инструкции и данные по хранению каждого ингредиента. Благодаря этому сначала используются самые старые компоненты, что сводит к минимуму процент отходов, обеспечивая при этом конечный продукт высокого качества. На планшетах операторов также могут отображаться другие панели мониторинга и визуализация, которые необходимы им на текущий момент. Все это дает персоналу управления линиями и оборудованием правильные инструкции или информацию, уменьшает вероятность ошибки и позволяет им точно управлять производственным процессом и контролировать определенные этапы производства на основе назначенных ролей и функциональных обязанностей.

В самой производственной линии также есть встроенные интеллектуальные датчики, которые могут обнаружить ускорение или замедление машин, после чего система автоматически скорректирует их функционирование так, чтобы линия двигалась плавно и избежала узких мест. Чтобы каждое оборудование технологической цепочки получило необходимые ингредиенты в нужное время и с учетом скорости выполнения производственного процесса, машины могут синхронизироваться с заводскими автоматически управляемыми транспортными средствами, или AGV (Automated Guided Vehicles). Каждый ингредиент отслеживается в процессе движения с помощью уникальных RFID-меток (радиочастотных идентификаторов) или штрих-кодов. При этом, когда ингредиенты объединяются, разделяются, потребляются





и трансформируются, создается полная «генеалогия» их распределения и переработки.

СОВЕЩАНИЕ ПО КАЧЕСТВУ — 10 ЧАСОВ УТРА

Совещание по качеству, запланированное на 10:00, рассматривает вопрос о том, как технология Единого Предприятия сможет предотвратить бизнес-катастрофу в случае инцидента с опасным заражением ингредиентов.

Допустим, что лаборатория качества завода обнаружила сальмонеллы в партии арахисового масла, которая попала в часть произведенного печенья и была обнаружена во время запланированных испытаний образцов ингредиентов. Некоторые из этих тестов еще требуют времени для завершения, но поскольку поставщику доверяли, производство уже началось, т. е. обнаружить, в какое конкретно печенье попало зараженное сальмонеллой масло, уже невозможно. Единственное, что может сделать наша компания YumiBikkies, — это должным образом среагировать на возникшую проблему.

Раньше такая ситуация была бы катастрофой с тяжелыми последствиями, в том числе и для предприятия. Чтобы найти зараженный ингредиент, компании потребовалось бы просто закрыть, что немедленно повлияло бы на чистую прибыль завода. Даты поставок были бы единственным механизмом, доступным для отслеживания ингредиентов, но они дают лишь весьма приблизительное представление о том, когда ингредиент мог быть использован. К тому времени, когда YumiBikkies смогли бы изолировать зараженную партию арахисового масла, некоторые партии печенья могли бы уже попасть на полки магазинов

розничной торговли. Это привело бы к отзыву из торговой сети всех партий печенья, поскольку возможности изолировать те, в которые попал зараженный ингредиент, не было бы. Кроме того, если бы они не смогли изъять из торговли зараженный продукт, проблема бы только усугубилась.

Но если завод объединен в одно целое, ситуацию можно разрешить иначе.

Как уже было сказано выше, с момента поступления каждой упаковки (пачки, бочки, ящика и т. п.) ингредиента он отслеживается на протяжении всего движения в рамках единого производственного процесса по штрих-кодам и RFID-меткам. Ингредиенты сканируются по мере поступления на завод, до добавления в смеситель. Каждый из них идентифицируется уникальным идентификационным кодом, который отслеживается до кодов RFID в упаковке. Поэтому, как только предприятие обнаруживает загрязненное арахисовое масло, соответствующие службы могут мгновенно поднять всю подноготную для этого ингредиента и ясно увидеть ситуацию, с которой им приходится иметь дело.

С наличием полной отчетности о движении каждого из ингредиентов наша гипотетическая компания YumiBikkies может увидеть его полную историю с указанием поставщика. Она может точно определить, через какое конкретное оборудование прошел этот ингредиент, в какой день и в какое время. Они могут даже видеть, кто работал на каждой единице оборудования. Благодаря этому отчету о движении компонента компания может в течение нескольких минут изолировать загрязненные сальмонеллой коробки с печеньем, попавшие на склад.

Кроме того, они могут даже знать, на каких грузовиках находятся в пути зараженные коробки. Тогда можно

поступить еще лучше: поскольку все грузовики отслеживаются с помощью GPS, водителя можно немедленно уведомить по мобильному телефону, что ему нужно вернуться или не завершать доставку зараженного продукта. Коробки с зараженной продукцией останавливаются еще задолго до того, как они попадут в торговую сеть. Как результат: никакой широкой огласки, так как не потребуется публичного оповещения, никакого ущерба для торговой марки и, что наиболее важно, нет опасности для здоровья потребителей.

И это еще не все. Представители компании могут немедленно связаться с поставщиком, который предоставил загрязненное арахисовое масло, чтобы он уведомил других клиентов, которые могли также получить этот продукт, и избежал широкой огласки и связанных с такими инцидентами проблем.

В свою очередь, даже если печенье уже вышло на рынок, компания YumiBikkies может видеть все свои поставки и воспользоваться информацией о присвоении серийных номеров, для того чтобы установить связь и наладить необходимое взаимодействие с конечным пользователем. Это значит, что потребители могут по серийному номеру своего продукта узнать, есть ли в нем проблема. Благодаря этому открываются возможности для прямой связи с производителем по части гарантии безопасности его продукта.

СОВЕЩАНИЕ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ — 14:00

Третий пункт нашей повестки дня — это сравнение данных по общей эффективности оборудования (оценка, которая учитывает каче-



ство получаемой продукции, производительность и эксплуатационную готовность оборудования), объему производства по выходу готовой продукции и использованию энергии по всем трем производственным линиям. В совокупности все это позволяет YumiBikkies использовать данный уровень оценки для выработки общих мероприятий по улучшению эффективности функционирования оборудования. Поскольку в отчеты включены данные по всем трем линиям, компания может легко сравнивать их производительность и своевременно получать предупреждение о проблемах, возникающих не только по одной из линий, но и по конкретно оборудованию. Такой подход также позволяет им оптимизировать цепочку поставок, заставляя поставщиков добиваться больших объемов поставок за счет увеличения производительности и снижать затраты в целом. В итоге они могут оценивать производительность каждой единицы оборудования и обмениваться передовыми методами, такими как, например, оптимизация потребления энергии (не только электрической, но и тепловой и т. п.), что позволяет повысить производительность и эффективность по всей бизнес-цепочке.

Представим, что в ходе оценки ситуации была выявлена проблема в работе конвейера, связанная с отказом одного из опорных подшипников.

Чтобы выполнить срочный заказ, две машины, которые формируют печенье, должны работать со 100%-ной загрузкой. При этом в печь продукт передается по общей конвейерной ленте. Задолго до поломки подшипника датчики, расположенные на конвейере, могут обнаружить повышенную вибрацию и отрегулировать крутящий момент двигателей. Эти интеллектуальные датчики способны уловить настолько малые изменения, которые было бы трудно увидеть даже опытному оператору оборудования, поскольку он должен определить это на вид или на слух — и реагирует уже по факту возникновения проблемы. В отличие от оператора, машине свойственно прогностическое реагирование: она обнаруживает, что в скором будущем может произойти сбой, и указывает на слабое место.

Поскольку конвейер подключен к заводской сети Ethernet IP¹, он, как только датчики «ощущают» пробле-

му, автоматически выполняет три операции.

Во-первых, оборудование, отображая на информационных панелях аварийные сигналы, автоматически уведомляет оператора о потенциально возможной проблеме. В свою очередь, оператор может более детально рассмотреть состояние оборудования через планшеты с беспроводным подключением, а для выбора оптимального решения при необходимости связаться с руководством через сеть, используя живой видеочат. Кроме того, система указывает на проблему разработчику технологического процесса и позволяет мгновенно получить соответствующие инструкции от него. Если проблема серьезная, он тоже может связаться в режиме видеочата с производителем, отправив фотографии или логи (файлы, фиксирующие и описывающие текущее состояние оборудования), которые помогут в поиске неисправностей.

Во-вторых, машина самостоятельно диагностирует проблему и автоматически составляет заявку для устранения проблемы в течение запланированного времени ее технологического простоя и выдает информацию по обеспечению оборудования соответствующими запасными частями. Поскольку проблема, а в нашем случае это опорный подшипник, обнаруживается еще до его полного отказа, компании YumiBikkies не нужно немедленно отключать линию, тем самым они не теряют ее производительность. Кроме того, они также избегают более сильного износа остальной части оборудования. Как известно, для любого оборудования тяжелее всего включение и выключение.

В-третьих, машина взаимодействует с производителем оригинального оборудования, который построил конвейер, посылая ему отчеты по обратной связи, чтобы впоследствии эта компания использовала их для улучшения графика работ по обслуживанию данного оборудования. Поэтому вместо того, чтобы полагаться на среднее время наработки на отказ между сбоями, или MTBF (Mean Time Between Failure — среднее время, указывающее на то, с какой регулярностью оборудование нуждается в техническом обслуживании), теперь изготовитель конвейера может обеспечить бесперебойную работу своего оборудования на основе того,



когда на самом деле оно нуждается в техническом обслуживании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Если для достижения уровня эффективности, показанного в этом примере, производство нуждается в обширной модернизации, то этот уровень может показаться чересчур высоким. Но предприятия не становятся такими в одночасье. Каждая производственная линия может обновляться в небольшом масштабе по мере замены устаревшего или изношенного оборудования. Сбор, анализ и использование различных данных путем объединения доступных операционных и информационных технологий должны иметь первостепенное значение для любого производителя, если он стремится применять принципы Единого Предприятия и быть более похожим на гипотетическую компанию YumiBikkies.

Эффективность работы производств должна резко улучшиться: это веяние времени, поскольку все больше потребителей во всем мире предъявляет новые требования к экономии ресурсов. В то же время, чтобы удовлетворить потребности все более активных потребителей при наличии уже имеющихся определенных ограничений, вероятно, потребуются гораздо большая персонализация и более короткие сроки запуска новых продуктов, причем это касается производителей всех видов. Даже такие компании, как YumiBikkies, должны продолжать развиваться и использовать все более высокотехнологичные решения в рамках Единого Предприятия, чтобы успешно существовать в мире IoT. ●

¹ Протокол EtherNet/IP возник из-за высокого спроса на использование сети Ethernet для приложений управления. EtherNet/IP — открытая сеть, поскольку она использует стандарт IEEE 802.3 для физического носителя и уровня данных. — Прим. пер.