

КАК ПОСТРОИТЬ ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ НА БАЗЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ SIEMENS

А.В. Гуленок (ООО «Сименс»)

Представлены решения от компании Siemens, реализующие основные признаки Industry 4.0: облачная платформа MindSphere, PLM-System Teamcenter и Tia Portal ver. 15.

Ключевые слова: Industry 4.0, облачные технологии, моделирование, цифровой двойник, киберфизические системы, тренажер, виртуальная пуско-наладка.

Не первый год по всему миру промышленное производство испытывает значительную цифровую трансформацию. Этот процесс стремительно набирает обороты, подстегиваемый непрерывным развитием технологий. Новостные ленты пестрят заголовками про новый цифровой уклад и приход IV промышленной революции. В 2017 г. общее число киберфизических систем, обменивающихся информацией без участия человека, превысило число мобильных устройств, с помощью которых обмениваются информацией люди. Игнорировать происходящие изменения невозможно, чтобы сохранить конкурентоспособность, нужно идти в ногу со временем.

Наступление Четвертой промышленной революции характеризуется рядом признаков, среди которых:

- взрывное распространение облачных решений с технологиями обработки больших данных (*Big Data*), которые позволяют выявить закономерности, нераспознаваемые человеком, что может быть использовано в промышленности, например, для предиктивного технического обслуживания, приведения потребительских свойств продукции в соответствие с требованиями клиентов, проактивного управления рисками и в других областях;

- широкое использование *моделеориентированных технологий*, которые обеспечивают в промышленности автоматическую оптимизацию и быструю переналадку производств. Это предоставляет возможность кастомизации, то есть учета индивидуальных требований заказчика и в конечном итоге возможность перехода к продвижению продукта как сервиса, что является характерным трендом для цифровой экономики в целом;

- *глобальное присутствие киберфизических систем*, самостоятельно передающих информацию с помощью технологии Internet of Things, что в индустрии обеспечивает получение достоверной информации о состоянии производства и позволяет принимать качественные решения.

Часто употребляемый неологизм «Industry 4.0 (Индустрия 4.0)», впервые публично озвученный в 2011 г., — это европейская инициатива, направленная на поддержание конкурентоспособности промышленных предприятий за счет этих технологий.

Основой Industry 4.0 является Smart Factory (Цифровое/Умное предприятие) — условное предприятие будущего, которое сочетает преимущества массового промышленного выпуска с возможностями единичного изготовления по индивидуальным требованиям конкретных клиентов, с автоматическим обеспечением максимального качества продукции и минимальных затрат производства.

Таким образом, технологическая суть Industry 4.0 — это автоматизированная оптимизация производственных процессов. И здесь глобально возможны только два сценария. В первом, эмпирическом варианте интуитивно предпринимаются шаги, направленные на развитие и совершенствование производства. Предполагается, что они оптимальны и принесут некоторые преимущества, суть и объем которых трудно оценить заранее. А во втором — smart-варианте с самого начала с гарантией известно, что выбранный путь является оптимальным, определены шаги, которые нужно реализовать для достижения требуемых результатов. Принцип заблаговременности и прогнозируемости здесь является определяющим.

Для развития умного производства по второму прогрессивному сценарию компания Siemens предлагает следующие платформы:

- MindSphere, обеспечивающую доступ к большим данным и инструментам их обработки;

- COMOS (для непрерывных) и TeamCenter (для дискретных) процессов, обеспечивающие внедрение на предприятии *моделеориентированного* подхода;

- SIMATIC, ряд платформ в области приводной техники, КИПиА для широкого использования киберфизических систем

Big Data и платформа MindSphere как источник данных для оптимизации производства

Значительный эффект в части оптимизации жизненного цикла Smart Factory можно получить благодаря использованию открытой облачной платформы MindSphere, разработанной компанией Siemens.

Решение MindSphere предоставляет возможность подключать к облаку машины, установки и любые парки оборудования, в том числе распределенного, независимо от производителя. Данные от оборудования третьих фирм поступают в систему по открытым интерфейсам.

Данные передаются в облако в зашифрованном с помощью 256-битного ключа виде. Отметим, что MindSphere — это облачная платформа (PaaS), которая как сервис позволяет пользователям подключаться к платформам Industry 4.0, таким как Atos SAP, Amazon AWS, Microsoft Azure и др. Концептуально такой платформой может являться также и частное облако.

Для реализации подключения оборудования Siemens вывела на рынок гамму так называемых коннектор-боксов (connector box), которые обладают рядом конкурентных преимуществ: функциями буферизации

и предварительной обработки информации; функцией конфигурирования в режиме "plug-and-play" как, например, коннектор-бокс MindConnectNano; а также рекордно низкой стоимостью на рынке в классе подобных устройств.

Но даже наличие коннектор-бокса не является обязательным. Система автоматизации SIMATIC S7-1500 [1] предлагает простой и удобный интерфейс подключения к «облаку». Поскольку все центральные процессоры имеют интегрированный Ethernet порт, то физическое подключение проблемы не представляет. Необходимо только программно «объяснить» процессору, как и куда передавать необходимые данные. Штатная комплектация операционной системы контроллера не предполагает такой функциональности, и для решения этой задачи разработана дополнительная библиотека MindConnect FB 1500. Это бесплатное программное обеспечение свободно доступно для загрузки с сайта компании и представляет собой функциональные блоки, загружаемые в контроллер SIMATIC S7-1500 в составе проекта, создаваемого в TIA Portal V14Sp1 и выше, документации и примеров [2]. После интеграции библиотеки в свой проект контроллер начинает передавать заданные данные непосредственно в облако MindSphere. Разумеется, предварительно нужно завести в облачной платформе MindSphere аккаунт, зарезервировать необходимое место и определить структуру сохраняемых данных. Все эти процедуры не отличаются большой сложностью, не требуют заметного времени, имеют пошаговое описание и не представляют никакой трудности для квалифицированного инженера.

Использование моделиориентированных технологий и процедуры виртуальной пуско-наладки

Создание любого продукта начинается с подготовки конструкторской и технологической документации. Чертежи, спецификации, электрические схемы создаются с помощью САПР, например, комплекса NX от фирмы Siemens. Эта модульная среда разработки позволяет не только создавать внешний вид деталей, но и готовить полноценные цифровые модели изделия, на базе которых проводится предварительный комплекс испытаний: проверяется механическая совместимость узлов, испытываются планируемые нагрузки, выявляются несанкционированные области перегрева, проводятся электромагнитные испытания, фиксируются ошибки внутреннего кода изделия и т. д. Все это реализуется без изготовления опытного образца "в железе". Естественно, данный подход значительно сокращает производственные издержки как материальные, так и временные.

Но такой подход можно применить при создании не только

продукта, но и средств производства этого продукта. Используя идентичный технологический подход, можно создавать станки и производственные линии. Их цифровые модели позволят отработать все сложные аспекты механического и логического взаимодействия отдельных компонентов. Естественно, Tia Portal как центр разработки решений задач автоматизации технологических процессов, играет важную роль в цепочке создания «цифрового двойника» производственной линии. 15-я версия получила целый ряд «дополнений», расширяющих функциональность этого пакета в рамках цифрового производства.

В первую очередь это касается дополнительной опции *TIA Portal Teamcenter Gateway*. Фактически это шлюз к прямому использованию PLM-системы, возможность передавать скоординированные наборы данных в PLM-System Teamcenter. Это позволяет интегрировать деятельность инженера по автоматизации в потоки операций Teamcenter на основе бизнес-процессов в компании, например, при выпуске продукта или управлении внесением изменений. Teamcenter Gateway позволяет управлять проектами, библиотеками и данными TIA Portal в рамках всего предприятия. Используемые библиотеки автоматически привязываются к проектам. Использование TIA Portal Teamcenter Gateway уменьшает число технических ошибок при кроссдисциплинарном обмене и управлении данными. Снижает затраты по поиску и сохранению правильной версии TIA проектов или библиотек (рис. 1).

Еще одно интересное новшество — это дополнительный пакет *TIA Portal Multiuser Engineering*. Предыдущие версии Tia Portal позволяли организовать совместную работу команды инженеров на основе так называемого Proху-объекта. Фактически это набор общих констант и переменных, который получал каждый участник команды для синхронизации совместной работы. Но работа велась параллельно и независимо, а в конце проект «сшивался» координатором. Это вызвало определенные неудобства на этапе финальной отладки, так как приходилось отдельно согласовывать вносимые изменения. Multiuser избавляет от этой необ-

ходимости и упрощает совместную работу. Благодаря этой опции TIA проект может централизованно располагаться на общем сервере предприятия и предоставлять одновременный on-line доступ всем членам команды. Необходимость синхронизации не возникает, вся работа идет в реальном времени, и обновленные данные немедленно становятся доступны всем участникам. Многопользовательские объекты автоматически маркируются и хорошо заметны в проекте. Добавлены расширенные функции регистрации и комментариев; сервер проекта с расширенным



Рис. 1. TIA Portal Teamcenter

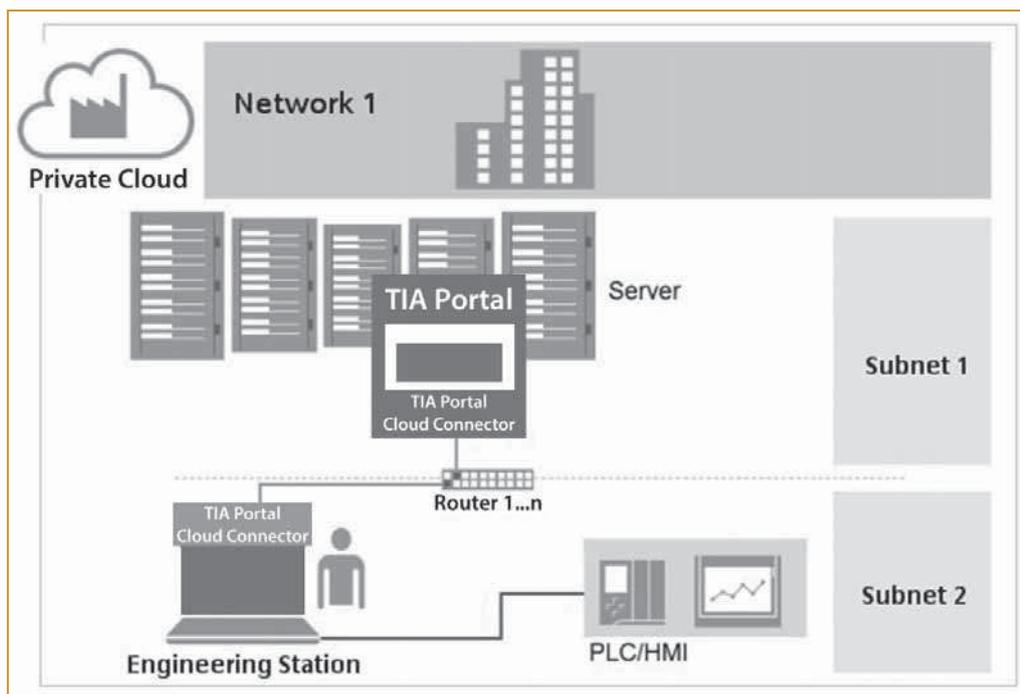


Рис. 2

журналом изменений, функциями восстановления и экспорта в XML для дальнейшей обработки. Предусмотрена возможность использования многопользовательского проектирования в режиме of-line. Также возможно «облегченное» использование совместной работы, когда кто-то из команды «открывает» свой проект на индивидуальном компьютере, не выкладывая его на общий сервер, для консультаций с коллегами или технической поддержки.

Серьезные изменения претерпела концепция симуляции работы контроллера. В дополнение к стандартному пакету PLCSIM, входящему в комплект TIA Portal и позволяющему отработать отдельные куски программы, Siemens предлагает пакет *PLCSIM Advanced*, который имеет значительно более широкие возможности. Эта программа эмулирует работу контроллера и имеет открытый интерфейс и позволяет получать поток сигналов от внешних программных источников. Интересен опыт использования пакета *PLCSIM Advanced* и цифровых моделей из САПР NX. В цифровой двойник можно заложить датчики и исполнительные механизмы, которые «оживят» модель, заставят ее двигаться по заданному алгоритму. Появляется возможность отработать все аспекты управления производственной установкой, не создавая ее «железного» прототипа, проверить логику взаимодействия отдельных компонентов, отработать траектории перемещения и человеко-машинные взаимодействия. Фактически речь идет о виртуальной пуско-наладке, когда будущая реальная машина отлаживается в памяти ПК.

Другой аспект применения такой связи — обучение персонала. Создание «железного» тренажера дело весьма затратное, а неправильные действия новичка-оператора могут нанести серьезный урон установке. Цифро-

вой двойник свободен от этих недостатков, он дешев, позволяет обрабатывать любые, в том числе и аварийные ситуации без риска получения неприятных последствий. Степень детализации может быть сколь угодно высокой.

Кроме того, *PLCSIM Advanced* обладает рядом новых свойств и преимуществ. Он гораздо точнее эмулирует работу реального контроллера. В списке достоинств возможность работы с частичными образами отображения процесса циклических ОБ (например, ОБ циклических прерываний), поддержка асинхронных сервисов (RDREC/WRREC)

и сообщений, простое резервное копирование/восстановление программной и аппаратной конфигурации экземпляров *PLCSIM Advanced*, создание виртуальной карты памяти SIMATIC, возможность запуска нескольких экземпляров симулятора на одном компьютере с отработкой коммуникационных взаимодействий, поддержка эмуляции CPU с различными версиями операционной системы.

TIA Portal Cloud Connector — инструмент, обеспечивающий гибкий доступ из централизованной инфраструктуры (рис. 2). Этот пакет позволяет развернуть TIA Portal в частном облаке и предоставлять доступ к контроллерам SIMATIC через PG/PC интерфейс локального терминала. Сам TIA Portal при этом выполняется на ресурсах облачного сервера, а доступ и управление осуществляются через удаленные desktop. Такой подход обеспечивает централизованное управление версионным составом установленного ПО и значительно сокращает системные требования к периферийным компьютерам. Cloud Connector реализует коммуникации с контроллерами через VPN тоннель, что обеспечивает достаточно высокий уровень кибербезопасности.

SIMATIC Visualization Architect (SiVArc) позволяет организовать автоматическую генерацию переменных, экранов, экранных объектов и текстовых списков на основе кода программы контроллера и заданных правил. SiVArc удовлетворяет требованиям системных интеграторов и производителей серийных машин, которым необходимо удобное средство для автоматического создания гибкоконфигурируемых экранов для систем человеко-машинного интерфейса. Система способна сгенерировать приблизительно 150 тыс. объектов меньше чем за 10 мин. Она

позволяет стандартизировать в масштабе всего производства пользовательские интерфейсы при значительном сокращении технических затрат. Сократить время ввода в эксплуатацию благодаря раннему обнаружению и предотвращению отказов. Обеспечить адаптацию HMI интерфейса визуализации на основе изменений/адаптации в управляющей программе. Система поддерживает контроллеры: S7-1200, S7-1500, ET 200SP и S7-1500 Software PLC.

Заключение

Глядя на современное состояние комплексной платформы SIMATIC, можно с уверенностью сказать, что TIA Portal — небольшой, но очень важный кирпичик, заложенный в фундамент цифрового предприятия

будущего. Это очень динамично развивающийся продукт, который имеет огромный потенциал для быстрого роста, позволяющий увеличить продуктивность современного производства, сократить затраты, сэкономить время. В ближайших планах компании выпуск TIA Portal версии 15.1, которая будет включать поддержку аппаратного комплекса резервированных высоконадежных контроллеров с высокой степенью готовности S7-1500 R\N.

Список литературы

1. Инновационный программируемый контроллер SIMATIC S7-1500 +мощность +эффективность // Автоматизация в промышленности. 2013. №2.
2. TIA Portal: добро пожаловать на следующий уровень!//Автоматизация в промышленности. 2011. № 2.

*Гуленок Андрей Васильевич — руководитель отдела систем автоматизации, Департамент Промышленная автоматизация, ООО "Сименс".
Контактный телефон (495) 737-24-77.
E-mail: andrej.gulenok@siemens.com*

MASTERSCADA 4D КАК ТЕХНОЛОГИЯ INDUSTRY 4.0

Л.Р. Николаян (Компания «ИнСАТ»)

Показано, что MasterSCADA 4D удовлетворяет основным принципам, характеризующим Industry 4.0: функциональная совместимость, прозрачность, виртуализация, децентрализация. Кроме того, в MasterSCADA 4D поддерживаются инновационные технологии: усовершенствованный человеко-машинный интерфейс, средства аутентификации, Internet вещей и облачные сервисы, мобильные и переносимые устройства.

Ключевые слова: Industry 4.0, Internet вещей, облачные сервисы, цифровые технологии.

Впервые термин Industry 4.0 был использован в 2011 г. на Ганноверской ярмарке промышленных технологий. Если тогда идея Industry 4.0 воспринималась как рекламная кампания, то сегодня эта концепция доросла до реальных проектов и инвестиций. Это уже мировая программа, ориентированная на глубокую интеграцию информационных технологий в производственные процессы, что означает цифровую трансформацию в области технологии производства. Эти новые тенденции часто называют четвертой промышленной революцией, основными чертами которой являются Internet, миниатюрные производственные устройства, искусственный интеллект. Однако сегодня в мире нет ни одного производства, полностью построенного по стандартам Industry 4.0, поэтому вопрос о четвертой революции в промышленности пока остается открытым.

Industry 4.0 и MasterSCADA 4D

Эксперты из Германии сформулировали четыре основных принципа Industry 4.0: функциональная совместимость, прозрачность, виртуализация, децентрализация.

Функциональная совместимость — один из ключевых принципов Industry 4.0, характеризующий, прежде всего, взаимодействием устройств (вещей) и человека посредством Internet (IoT).

По данным исследования консалтинговой компании Gartner, в 2017 г. число подключенных IoT устройств составило 8.4 млрд., что на 30% больше, чем в 2016 г., а в 2020 г. их число может достичь 20 млрд. Несмотря на то, что в основном IoT ориентирован на массового потребителя (например, «умный» дом, современные автомобили), решения на основе технологии IoT находят применение и в производственных отраслях [1].

Важным фактором, препятствующим распространению промышленного IoT, является стандартизация протоколов и безопасность данных. Основной стандарт IoT — новое поколение OPC — OPC UA. Это кроссплатформенный стандарт, обеспечивающий безопасную коммуникацию на основе нескольких вариантов аутентификации и шифрования сообщений. Следовательно, для внедрения технологии IoT в промышленность необходима такая платформа для автоматизации, способная поддерживать OPC UA. Таким