



Возможности «Сименс» для цифровой трансформации промышленных производств

Дмитрий Бекасов, ООО «Сименс»

Промышленное производство по всему миру испытывает значительную цифровую трансформацию. Данный процесс длится уже не первый год и только набирает обороты, подстегиваемый стремительным развитием технологий. В СМИ мы ежедневно слышим про новую цифровую эпоху и приход 4-й промышленной революции. В прошлом году было зафиксировано превышение количества киберфизических систем в мире, обменивающихся информацией без участия человека, над числом мобильных устройств, с помощью которых обмениваются информацией люди. Чтобы идти в ногу со временем и сохранить конкурентоспособность, компании уже не могут игнорировать происходящие изменения.

В этой статье мы поговорим о том, как компания «Сименс» реагирует на новую цифровую реальность и какой технологический базис предлагает своим партнёрам в промышленном секторе для уверенного взгляда в будущее.

Наука определяет ряд критериев наступления 4-й промышленной революции, среди которых выделим следующие:

- 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 качеств продукции в соответствие с требованиями клиентов, проактивного управления рисками и в других областях;

- широкое использование моделиориентированных технологий, которые обеспечивают в промышленности автоматическую оптимизацию и быструю переналадку производств. Это предоставляет возможность кастомизации, т.е. учёта 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 в интернет вещей (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 году, – это европейская инициатива, направленная на поддержание конкурентоспособности промышленных предприятий за счёт этих технологий.

Основой Industry 4.0 является Smart Factory (Цифровое/Умное предприятие) – условное предприятие будущего, которое сочетает в себе 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 Индустрии 4.0 – это автоматизированная оптимизация производственных процессов. И здесь глобально у нас есть только два сценария. В первом, эмпирическом варианте, мы интуитивно предпринимая шаги, направленные на развитие и совершенствование производства, верим, что они оптимальны и принесут некоторые преимущества, суть и объем которых трудно оценить заранее. А во втором - smart-варианте - мы с самого начала имеем гарантированные данные, что выбранный путь является оптимальным, заблаговременно и точно знаем какие шаги нужно сделать, чтобы получить требуемые результаты. Принцип заблаговременности и прогнозируемости здесь является определяющим, и еще не раз мы будем апеллировать к нему в этой статье.

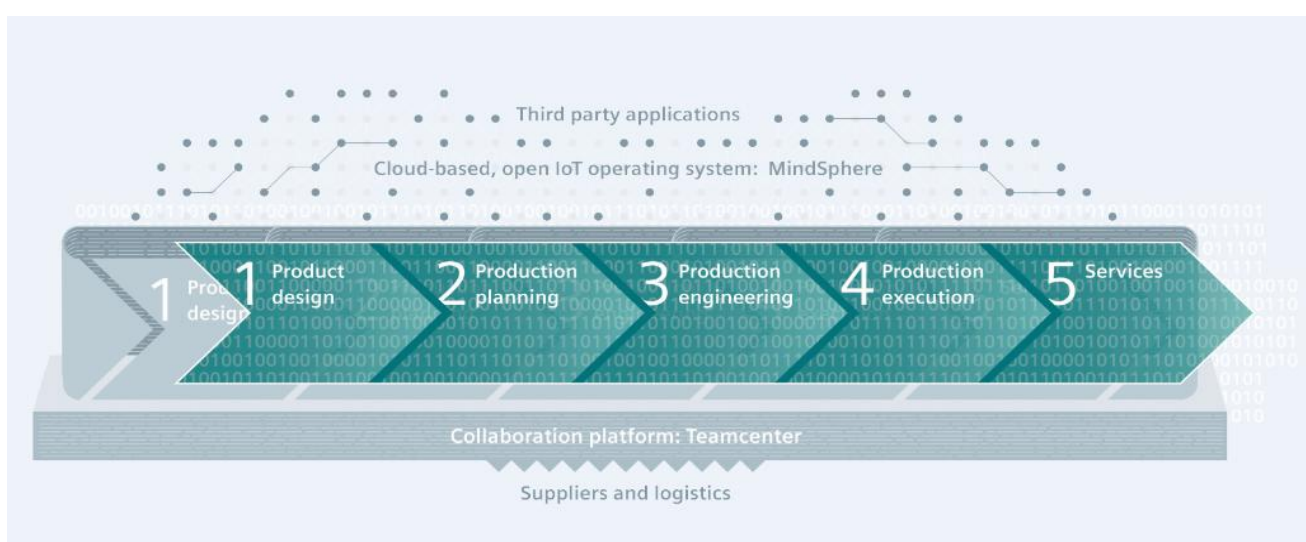
Чтобы в условиях современной экономики развивать наше Smart Factory по второму прогрессивному сценарию, «Сименс» предлагает следующие решения для внедрения вышеупомянутых технологий Индустрии 4.0.:

- платформа MindSphere, для обеспечения доступа к большим данным и инструментам их обработки;
- платформы COMOS (для непрерывных процессов) и TeamCenter (для дискретных процессов), обеспечивающие внедрение на предприятии моделиориентированного подхода;

- АСУТП-платформа SIMATIC, ряд платформ в приводной технике, КИПиА для широкого использования киберфизических систем.

Применительно к промышленному предприятию рассмотрим цепочку создания продукта, разбивая её на следующие фазы:

1. разработка продукта;
2. планирование производства;
3. подготовка производства и инжиниринг;
4. собственно производство продукта;
5. техническое обслуживание и ремонты (ТОиР.)



На любом промышленном предприятии для каждой из этих фаз характерны свои наборы компонентов, инструментов, технологических установок и решаются свои специфические задачи. Одновременно на каждом этапе происходит взаимодействие с внешними и внутренними поставщиками, что является отдельной задачей оптимизации. Это всё в реальном мире.

Для построения Smart Factory нам необходимо создать отражение этой цепочки в виртуальном мире, состоящее из соответствующих реальным цифровых двойников, т.е. клонов объектов и процессов реального мира. Чтобы с помощью такой виртуализации производственных процессов получить экономический эффект, нам потребуются инструменты для работы с этими цифровыми двойниками и для объединения реального и виртуального миров.

Вынесем за скобки лоскутные продукты для Smart Factory, во множестве присутствующие на рынке, и получится, что на сегодня в мире существует всего несколько вендоров, способных предложить полный портфель таких инструментов для всей цепочки жизненного цикла предприятия. Одним из таких поставщиков является компания «Сименс», в основе комплексного предложения которой лежит единая

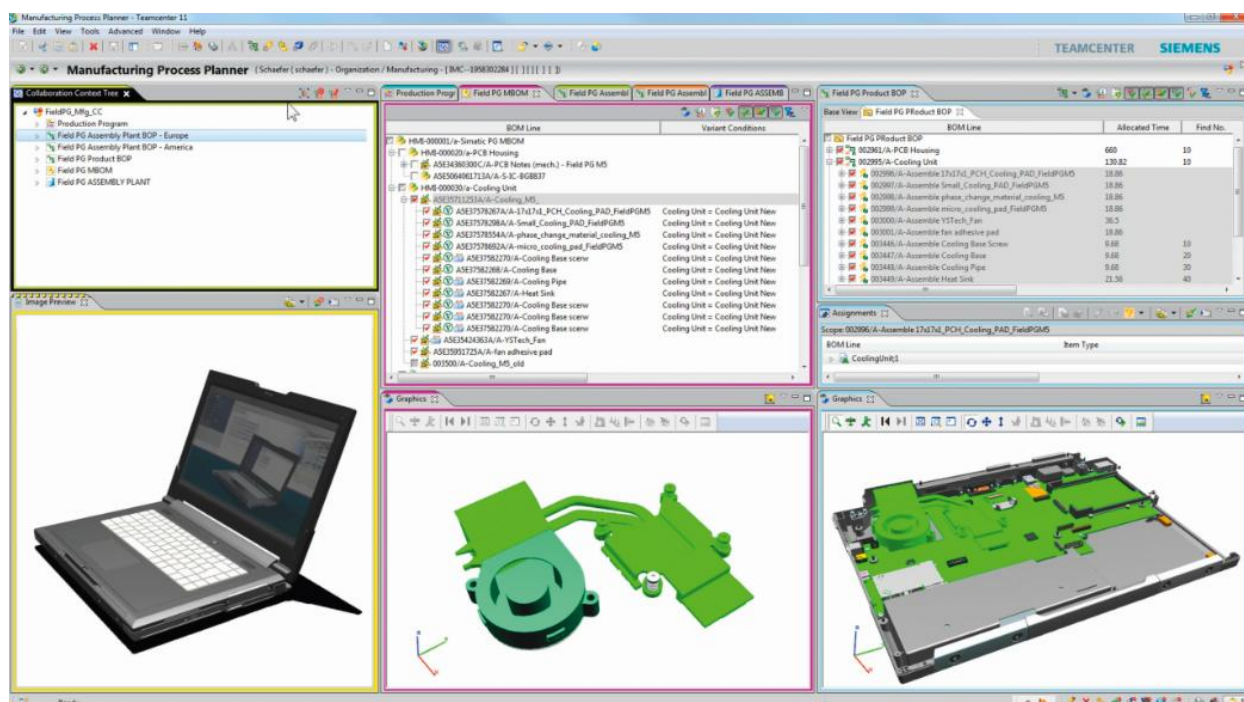
информационная платформа, также являющаяся средством коллективной разработки. Для непрерывных отраслей промышленности это уже упомянутая платформа COMOS, а для дискретных отраслей промышленности - TeamCenter.

Единая объектно-ориентированная информационная платформа в концепции «Сименс» способна хранить все данные о нашем Smart Factory и в любой момент жизненного цикла предоставлять эти данные любому участнику процесса в целостном и непротиворечивом виде. По сути - это единая база данных, хранящая информацию о всех объектах производства, и являющаяся платформой для набора программных инструментов, предназначенных для работы с тем или иным цифровым двойником на том или ином этапе жизненного цикла.

Сверху, для оптимизации жизненного цикла предприятия, «Сименс» предлагает открытую облачную платформу MindSphere, с набором аналитических инструментов, которые позволяют не только аккумулировать огромные массивы данных, генерируемые любым производством, но и эффективно их обрабатывать с целью уменьшения затрат, повышения добавленной стоимости продукции, оптимизации технического обслуживания, ремонтов и т.д.

Давайте теперь чуть подробнее взглянем, что происходит на каждом этапе жизненного цикла предприятия.

1. Разработка продукта.



В общем случае всё начинается с разработки продукта или изделия. Вначале в нашу единую информационную базу вносится спецификация будущего изделия. Для него

*Изобретательность для жизни

разрабатывается проектная документация, например, с помощью пакета NX от «Сименс». Затем, в традиционном случае, изготавливается пилотный образец и испытывается на соответствие заявленным и ожидаемым характеристикам. Если выявляются какие-то несоответствия, то в первоначальную конструкцию вносятся коррективы, опытный образец изготавливается и испытывается повторно, а возможно и в третий, и в четвёртый раз. Представьте, что мы говорим об изготовлении не элементарного болта, а о технологичном изделии, например о кофе-машине. Все эти итерации в масштабах предприятия – существенные финансовые потери, и, что не менее важно, – затраты времени, которые мы несём, не выводя нашу продукцию на рынок, в то время, как конкуренты уже всю снимают сливки!

Чем на данном этапе нам может помочь виртуальная действительность?

С помощью программного обеспечения «Сименс» мы можем провести все эти испытания на цифровых моделях: **заранее** проверить моменты механической совместимости узлов и испытать планируемые нагрузки, выявить несанкционированные области перегрева, провести электромагнитные испытания, зафиксировать ошибки внутреннего кода изделия и не только, – всё это, не изготавливая наш опытный образец "в железе"!

Для ряда отраслей неспецифично конструирование изделия, например для переработки нефтегазовых сред, для плавки металла и т.п. Для таких применений в портфеле SIEMENS есть программные пакеты, предназначенные для моделирования различных сред. Полученные этими инструментами данные затем, с помощью интеграции, могут передаваться в системы управления рецептурной продукцией, что также позволяет оптимизировать наше дальнейшее производство.

Все свои ноу-хау компания «Сименс» испытывает в первую очередь на себе, и технологии цифрового моделирования широко применяются при создании, например, наших промышленных компьютеров и программаторов.

Таким образом, за какое-то количество виртуальных итераций мы получаем отлаженную, устраивающую нас цифровую модель будущего продукта, которая и называется цифровым двойником (Digital Twin).

Переходим ко второму этапу.

2. Планирование производства.

На этом этапе с помощью программного обеспечения «Сименс» мы можем также полностью спроектировать всё наше будущее производство и провести моделирование его параметров.

На сегодня многие заказчики уже привыкли, что инструменты «Сименс» позволяют эффективно моделировать роботов, конвейеры, экструдеры, прокатные станы и прочие механизмы. Но многие по-настоящему удивляются возможностям инструментов «Сименс», позволяющим моделировать биомеханику человека!

Мы можем **заранее** оценить трудозатраты персонала и понять степень усталости человека, а также смоделировать риски взаимодействия сотрудника с коллаборативными механизмами. Одно дело, если условный сборщик прикручивает узел к изделию в удобном, естественном для человека положении, и совсем другое – если в неудобном положении ему нужно использовать сборочный инструмент, которым не только с трудом можно воспользоваться, но и который дополнительно сокращает сектор обзора. А если такую операцию нужно делать один раз в три минуты?! Программное обеспечение «Сименс» позволяет **заранее** оценить эргономичность различных производственных операций и риски для здоровья сотрудников.

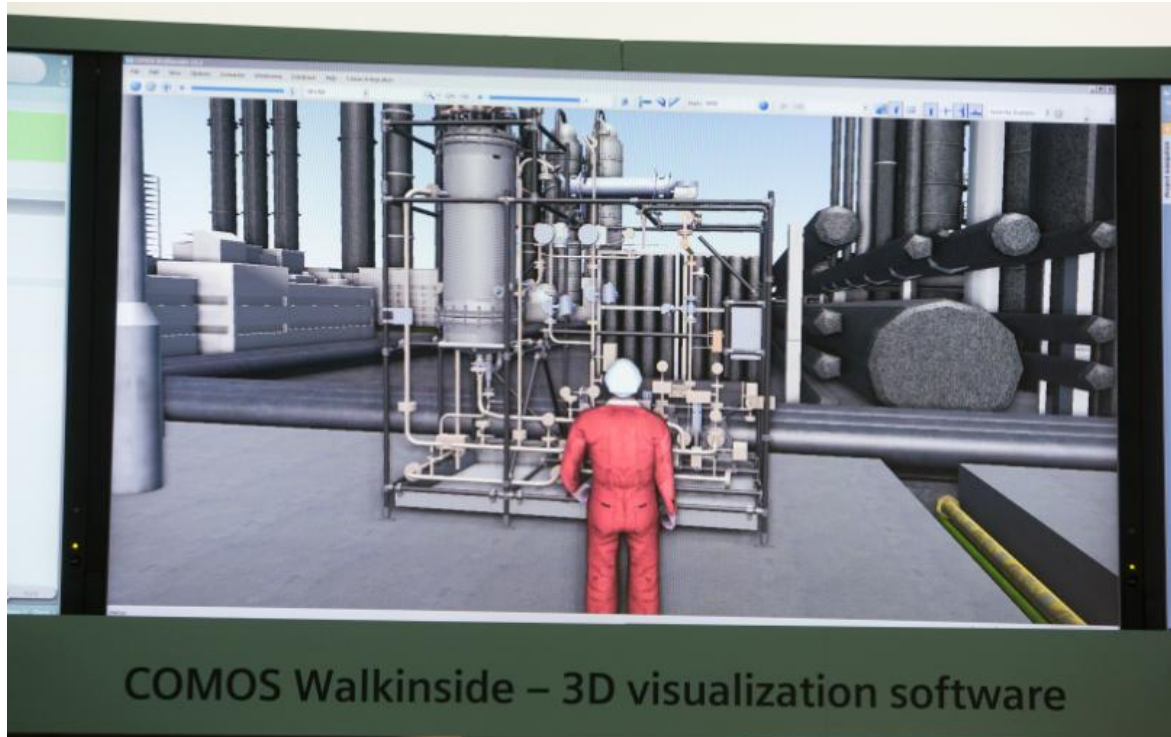
Итак, используя цифровые модели механизмов, технологических установок и персонала, мы можем смоделировать работу целых производственных участков и цехов, а также сопряженных логистических цепочек, **заранее** определить, сколько времени потребуется на изготовление единицы продукции, предотвратить ситуации, когда механизмы могут нанести повреждения персоналу, смоделировать потоки материалов, и **заблаговременно** понять какой их запас является оптимальным, гарантирующим ритмичную работу нашего Smart Factory.

Если говорить про непрерывные технологические установки, например про электростанции, химические реакторы, печи и другие, то мы также можем описать их в системе COMOS и построить полный цифровой двойник, включая технологическую часть, логику управления, электрические схемы, автоматизацию, 3D-визуализацию и так далее.

COMOS, являясь объектно-ориентированной платформой, позволяет единожды создав технологический узел, например привод-мешалку, затем многократно использовать его в различных частях проекта. При этом COMOS будет автоматически следить за непротиворечивостью и трансформировать представление объекта. Перетягивая "drag-and-drop" наш привод-мешалку из библиотеки объектов, на технологической схеме мы получим одно графическое представление этого узла; на однолинейной схеме – другое представление; на схеме электрических подключений – третье представление. Всё без участия человека, что экономит время и инженерные ресурсы и также является формой оптимизации жизненного цикла предприятия.

Имея полную модель технологической установки, мы можем **заранее** испытывать на ней различные режимы работы, включая пограничные, без какого-либо риска техногенных катастроф или травматизма персонала.

Мы можем **заранее**, когда наша технологическая установка ещё только строится, приступить к обучению персонала, погружая будущих сотрудников в виртуальную реальность при помощи аватара или виртуальных очков.



Благодаря инструменту виртуальной реальности Comos WALKINSIDE будущий сотрудник может ознакомиться с расположением производства, подойти к любому технологическому узлу. При этом ему будут доступны технологические параметры процесса, генерируемые цифровой моделью технологической установки. Сотрудник может мгновенно получить доступ к технической документации на узел, к которому он "подошёл"; в несколько кликов понять логику работы; переключившись на технологическую схему, быстро разобраться, фрагментом какой технологической цепочки является интересующий его объект и многое другое.

В итоге мы получаем полный цифровой проект и можем приступить к созданию производства в реальном мире.

3. Подготовка производства и инжиниринг.

При создании производства, на этапе детального проектирования у нас появляется прикладное ПО для наших АСУТП, реализующее логику управления технологическими процессами, разрабатываются операторские интерфейсы и т.п. Ранее всё это требовало многомесячного труда квалифицированных программистов.

Сейчас технологии «Сименс» позволяют генерировать программный код автоматически, на основе ранее созданных цифровых моделей технологического оборудования.

Созданный подобным образом код для промышленного логического контроллера можно загрузить как в физический контроллер, так и в его цифровую копию. И,

соответственно, затем перенести в виртуальную реальность отдельные этапы пусконаладки, оберегая дорогостоящее технологическое оборудование от повреждения.

Возможен также вариант, когда наши шкафы с автоматикой уже прибыли на строящийся объект, а технологическая установка ещё не готова. Тогда мы можем подключить наши физические системы управления к шлюзовому устройству SIMBA, которое будет имитировать присутствие реального «поля», на основе модели технологии, созданной, например, при помощи пакета SIMIT от «Сименс».

Как видно из вышеизложенного, технологии «Сименс» существенно сокращают время ввода промышленных объектов в эксплуатацию.

4. Производство продукта

И вот наше Smart Factory заработало, начался выпуск продукции! С этого момента для нас критически важным становится сбор максимального количества данных с максимального количества производственных участков. Чем больше данных мы соберём, тем более достоверную картину получим, и тем качественнее будет оптимизация наших производственных процессов.

Для этих целей в портфеле «Сименс» есть такой инструмент, как SCADA-система WinCC OA. Для традиционных решений подойдут WinCC Flexible и WinCC Classic. OA – это Open Architecture, SCADA-система с открытой архитектурой, позволяющая собирать огромное количество данных, с большого количества устройств (не только производства «Сименс»), с помощью рекордного количества протоколов, включая специализированные протоколы, например энергетические, с несколькими метками времени и т.п.

Основной задачей WinCC OA является объединение разнородных систем управления (возможно уже существующих), применяемых для управления предприятием, в единую информационную среду, которая качественно улучшает аналитику данных и принятие производственных решений.

Кроме того, важным качеством WinCC OA является кастомизируемость, т.е. готовность учитывать индивидуальные требования различных промышленных предприятий в различных отраслях. Поскольку WinCC OA применялась даже для таких нестандартных объектов, как Большой адронный коллайдер в ЦЕРНе, в гибкости сомневаться не приходится. В части кастомизируемости WinCC OA обладает целым рядом преимуществ: создание алармов, зависящих от пользователя, абсолютно вариативное представление трендов и экранных форм, включая 3D, возможность формирования отчётов, соответствующих специфическим отраслевым или национальным требованиям, и многое другое.

Помимо этого, WinCC OA позволяет строить на своей базе локализованные решения и создавать производные SCADA-пакеты, учитывающие отраслевую специфику и т.п. К примеру, сам «Сименс» на базе WinCC OA создал SCADA-систему Disigo CC, спрофилированную под автоматизацию зданий и сооружений, где акцент сделан на управление климатом, контроль периметра и другие моменты, специфичные для такого

применения. При этом степень локализации полученного программного продукта может достигать 60%, а объём программного кода написанного в Северной Америке не будет превышать 5%, что является важным требованием одного из национальных регуляторов в РФ, и позволяет зарегистрировать производную систему, как российский продукт.

Помимо WinCC OA для данного этапа жизненного цикла Smart Factory в портфеле «Сименс» есть и множество других инструментов дигитализации: например, система RFID-меток, позволяющая автоматизировать складскую логистику и обеспечивающая прослеживаемость производственных цепочек; MES/MOM-системы; системы безопасности, подготовленные для РФ в содружестве с Лабораторией Касперского и многие другие продукты.

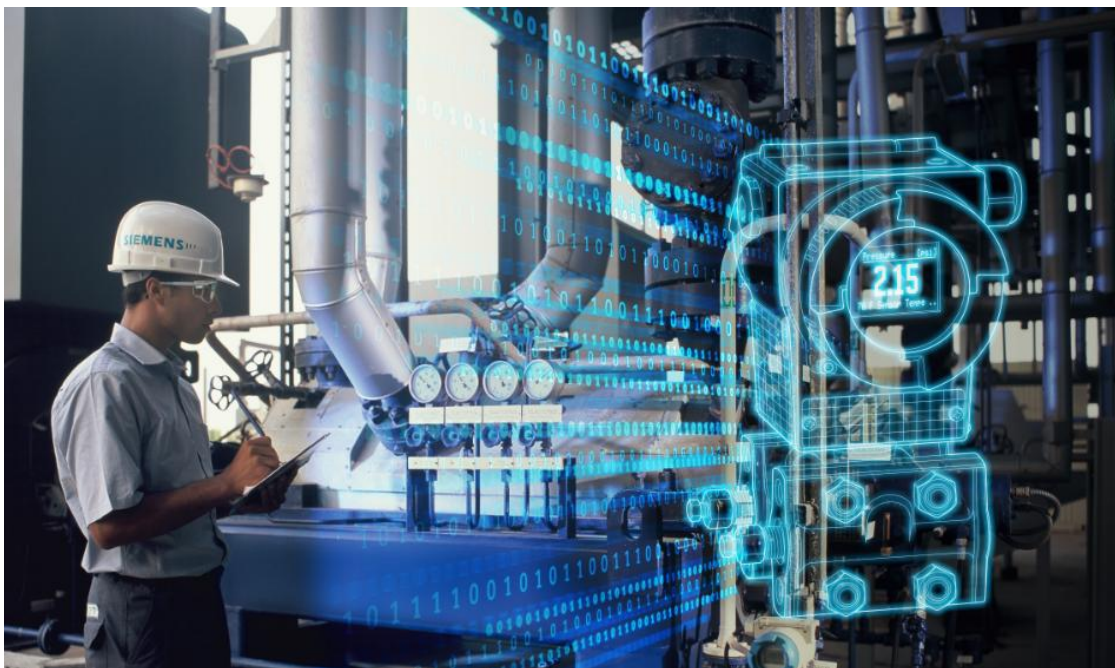
5. Техническое обслуживание и ремонты (ТОиР)

Итак, если наше предприятие работает, и мы хотим, чтобы оно продолжало работать исправно, мы обязаны заниматься сервисом, или, как говорят в России, ТОиР.

С помощью описаний технологических объектов, которые были созданы, например, в единой информационной платформе COMOS на предыдущих стадиях жизненного цикла, мы можем автоматизировать и оптимизировать процессы ТОиР.

При описании любого объекта в COMOS можно прописать план его технического обслуживания. Это может быть заранее определённый график или обслуживание в зависимости от наработки. Но концепция Smart Factory диктует нам по возможности чаще применять обслуживание по фактическому состоянию оборудования, на основе предиктивного анализа. Этот подход позволяет нам не останавливать производство на обслуживание агрегата в то время, когда он находится в хорошем техническом состоянии, что несёт существенную экономию для предприятия. Примером платформы для реализации предиктивного анализа является SIPLUS CMS от «Сименс».

Если регламент технического обслуживания технологического узла определён, COMOS позволяет автоматически формировать заявки на ТОиР в оптимальный для ритмичности производства момент. Назначенному персоналу предоставляются пошаговые перечни операций, которые нужно выполнить с выводом, например, на экран планшета. Благодаря меткам технологических узлов сервисный инженер мгновенно получает доступ к технической документации на обслуживаемое оборудование или, например, историю обслуживания интересующего устройства.



Кроме этого, COMOS позволяет автоматически протоколировать выполняемые операции, даёт возможность выявлять «узкие» места в технологической цепочке и предотвращать наиболее вероятные отказы, поддерживает внешние услуги и инспекции, имеет возможность интеграции с ERP для автоматического поддержания необходимого склада ЗИПа, а также имеет ряд других функций.

MINDSPHERE

Дополнительный и значимый эффект в части оптимизации жизненного цикла нашего SmartFactory мы можем получить благодаря использованию открытой облачной платформы MindSphere, разработанной компанией «Сименс».

MindSphere даёт возможность подключать к облаку машины, установки и любые парки, в том числе распределенного оборудования, **независимо** от производителя. Данные от оборудования третьих производителей получаются благодаря открытым стандартам и интерфейсам.

Для подключения оборудования «Сименс» вывел 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.

Данные передаются в облако в зашифрованном с помощью 256-битного ключа виде. При этом нужно понимать, что MindSphere – это не облако, а облачная платформа

(PaaS), которая как сервис позволяет использовать удобные вам облака. В настоящее время основными ЦОДами для MindSphere являются Atos SAP, Amazon AWS, Microsoft Azure и др. Концептуально ЦОДом может являться также и частное облако.

Возможность использования выгружаемых данных третьей стороной исключается также рядом прочих мер защиты, таких как: невозможность внешнего доступа к устройствам клиента (входящее соединение с устройствами невозможно); передача данных от устройства возможна только после установки безопасного HTTPS-соединения с облаком; должен быть открыт только определённый исходящий порт для подключения к Siemens Cloud Integrity; все доступы требуют аутентификации через пароль; данные разных клиентов хранятся раздельно и т.д.

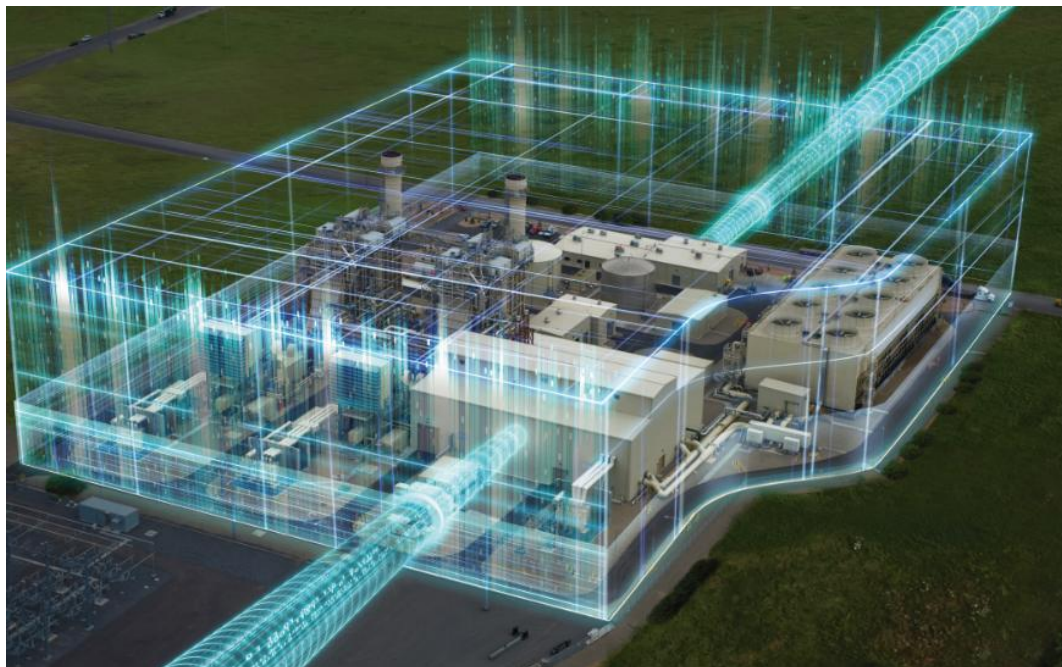
В облаке данные могут анализироваться с помощью большого количества приложений. При этом важно понимать, что MindSphere – это открытая экосистема, в ней наряду с другими есть приложения (MindApps, апсы) от «Сименс», в которых наша компания инкапсулировала свою отраслевую компетенцию. Но большинство приложений разрабатываются сторонними компаниями, которые являются экспертами в той или иной технической или технологической области. Эти приложения дают возможность прогностического обслуживания, управления энергетическими данными, оптимизации ресурсов, онлайн-управления распределёнными парками оборудования и тому подобное.

Здесь можно говорить о прямой аналогии с использованием смартфонов, когда вы с помощью Google Play или App Store выбираете и устанавливаете приложения решающие именно ваши задачи, устраивающие именно вас своей функциональностью и нравящиеся именно вам. Количество приложений в магазине (Market Place) облачной платформы MindSphere постоянно растёт и ничем не ограничено. Есть ряд бесплатных приложений. При этом концепция MindSphere является сервисной и кастомизированной, что позволяет разрабатывать и доставлять приложения, созданные на основе индивидуальных требований конкретного заказчика.

Если отдельное предприятие по каким-то причинам не готово передавать данные в облако, можно выполнять аналитику и на «заводском» уровне, например, с использованием инструментария уже упомянутого WinCC OA. Но если наше SmartFactory принимает концептуально решение о готовности загрузки данных в MindSphere, оно получает доступ к неограниченно широкой компетенции, выходящей далеко за пределы «Сименс». Таким образом, предприятие имеет необходимое количество экспертного потенциала в виде искусственного интеллекта, без дополнительных затрат на привлечение дорогостоящих экспертных услуг в традиционном форм-факторе.

Немаловажен также и следующий экономический аспект. Использование MindSphere позволяет существенно снизить капитальные расходы (CAPEX) на построение собственных центров обработки данных (серверное, сетевое оборудование, ПО и пр.). Обычно это долгосрочные и циклические инвестиции, поскольку актуальный по вычислительным мощностям на момент внедрения комплект по прошествии 5-10 лет перестаёт удовлетворять быстрорастущим требованиям (или перестаёт поддерживаться производителем). Получается, что у предприятия ограничена способность гибко

реагировать на требования рынка, в то время как MindSphere позволяет мгновенно реагировать в части увеличения спроса на вычислительные мощности. К тому же при использовании MindSphere затраты потребителя смещаются в сторону операционных (ОРЕХ), что положительно сказывается на налогообложении.



Говоря о цифровых технологиях и решениях «Сименс», следует отметить, что компания уже активно реализует проекты по цифровизации по всему миру. Что касается проектов и инициатив в России, в 2017 году Министерство промышленности и торговли России и компания «Сименс АГ» подписали Меморандум о сотрудничестве и партнерстве в сфере дигитализации. Предполагается реализация трех пилотных проектов в стране и организация центра компетенций «Цифровое производство» для продвижения концепции «Индустрия 4.0».

Также планируется реализация программы создания единого цифрового пространства промышленности РФ, получившей название «4.0.RU». Концепция разработана по инициативе Минпромторга ведущими инновационными компаниями – НПП «ИТЭЛМА», «Лаборатория Касперского», «Сименс» и «СТАН», и представлена президенту РФ Владимиру Путину на выставке ИННОПРОМ в июле 2017 года. Суть инициативы в следующем. С одной стороны, мы имеем множество станков и производственных машин на различных предприятиях России. С другой, - большое количество потенциальных заказчиков, заинтересованных в изготовлении различных партий продукции, которая может быть произведена имеющимся в России оборудованием. Идея в том, чтобы соединить эти два множества посредством облачных технологий, и одновременно как минимизировать простои производственных мощностей, так и дать клиентам инструмент оптимального размещения заказов (по срокам, цене, логистике и т.п.) с возможностью контроля производства через потоковое видео,

отслеживания доставки с помощью трекинг-сервиса и т.д. Каждая из компаний-партнеров отвечает за свою область компетенции: «Лаборатория Касперского» - информационную безопасность, группа СТАН - вопросы станкостроения, НПП «ИТЭЛМА» - производство компонентов, компания «Сименс» делится своими наработками по цифровому производству и облачному сервису на основе MindSphere. История показывает, что сплав российского производства с передовыми мировыми технологиями всегда был успешен!