

ПОДХОД ИВМ К РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

АЛЕКСАНДР СОКОВНИН
a.sokovnin@ru.ibm.com

Цифровая трансформация является одной из важнейших составляющих будущего развития производства. В перспективе 3–7 лет цифровизация поднимет производство на принципиально новый уровень гибкости, эффективности и безопасности. Следствием новых возможностей станет минимизация (вплоть до полного исключения) человеческого фактора во многих производственных и логистических процессах, принципиально новое качество управленческих решений на основных уровнях управления за счет широкого использования данных и цифровых моделей, а также масштабная интеграция сквозных производственных и логистических цепочек — от первичного сырья до конечных потребителей продукции.

ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ЭТАПЫ ТРАНСФОРМАЦИИ

Для понимания эволюции и этапов перехода производства на новые методы управления рассмотрим три основные платформы управления производством. Первыми подобными платформами были автоматизированные системы управления. Уже в конце 1970-х гг. задача управления сложными технологическими процессами в ходе управления производством решалась с помощью автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

На следующем этапе эволюции систем управления производством, который продолжался с 1980-х гг. вплоть до начала масштабного перехода к использованию цифровых технологий (начало XXI в.), осуществлялась постепенная подготовка к более широкому их использованию вне управления технологическими процессами. В контур управления производством вошли системы автоматизированного управления подготовкой и выполнением производственных планов, оптимизация использования производственных активов, контроля за безопасностью работы персонала и многие другие системы.

Наконец, начиная с первого десятилетия настоящего века в про-

изводстве постепенно формируется третья платформа — на базе роста применения мобильных устройств, мобильного Интернета, облачных технологий, больших данных, телекоммуникаций нового поколения, которые лежат в основе построения всевозможных решений цифрового производства нового поколения. Таким образом, можно сделать вывод о том, что происходит постепенная конвергенция операционных и компьютерных технологий, что открывает новый этап в формировании будущего облика производства.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК ЧАСТЬ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Согласно концепции «Цифровые двойники» компании ИВМ для эффективного управления производством необходимо эффективное соединение в реальном времени физического и цифрового образа объекта через взаимодействие людей, оборудования и аналитического программного обеспечения (ПО).

По опыту ИВМ, основными драйверами реализации проектов построения цифровых двойников в производстве являются:

- Принцип «одна команда — одно видение»: необходимо обеспечивать работу кросс-функциональной команды как

единого интегрированного (виртуального) подразделения для эффективного управления сложными производственными процессами в территориально распределенных регионах.

- Прогнозная аналитика для эффективных бизнес-решений: управление ограниченными ресурсами в жестких условиях требует тщательного обоснования выбора принимаемых решений, влияющих на производство, с четкими ожидаемыми эффектами.
- Управление рисками по всей цепочке управления производством: для эффективной идентификации слабых зон, усиления контроля исполнения поручений необходимо формирование единой интеграционной среды для сбора и анализа информации.
- Эффективное использование накопленного опыта: необходимо задействовать накопленные данные и информацию, полученные в ходе управления производственными и смежными процессами, для их включения в автоматизированную экспертную систему поддержки принятия решений.
- Интеграция «Интернета вещей» для повышения объективности информации и выявления потенциальных систематических улучшений.

Что требуется для создания «Цифрового образа»?

1. Средства комплексного моделирования и симулирования максимального необходимого числа компонентов объекта — в действии и с учетом операционных данных, получаемых в реальном режиме времени с датчиков и сенсоров
2. Средства коммуникации и объединения операционных данных и превращения их в информацию — Internet of Things
3. Средства предсказательной аналитики и машинного обучения для обеспечения необходимого уровня знаний для принятия оптимальных решений, которые ранее достигались посредством использования методики «попробовал, ошибся, скорректировал, попробовал снова»

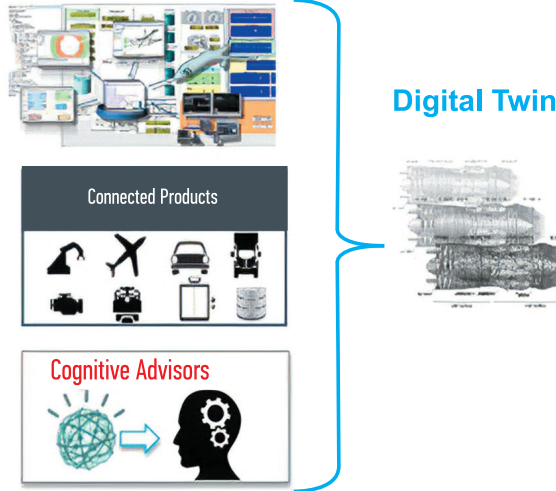


РИС. 1. Средства реализации концепции цифровых двойников

Для эффективной реализации концепции «Цифровые двойники» требуются (рис. 1):

- Средства комплексного моделирования и симулирования максимального необходимого числа компонентов производственного объекта — в действии и с учетом операционных данных, получаемых в реальном режиме времени с датчиков и сенсоров.
- Средства коммуникации и объединения операционных данных и превращения их в информацию — «Интернет вещей» (IoT).
- Средства предсказательной аналитики и машинного обучения для обеспечения необходимого уровня знаний и принятия оптимальных решений, которые ранее достигались посредством использования методики «попробовал, ошибся, скорректировал, попробовал снова».

Идеология реализации концепции цифровых двойников для производства строится на базе непрерывного подхода к системному инжинирингу посредством создания системы для комплексного управления данными и информацией, обеспечивающего согласование интересов всех участников, включая клиентов, что имеет принципиальное значение для успеха реализации крупных проектов.

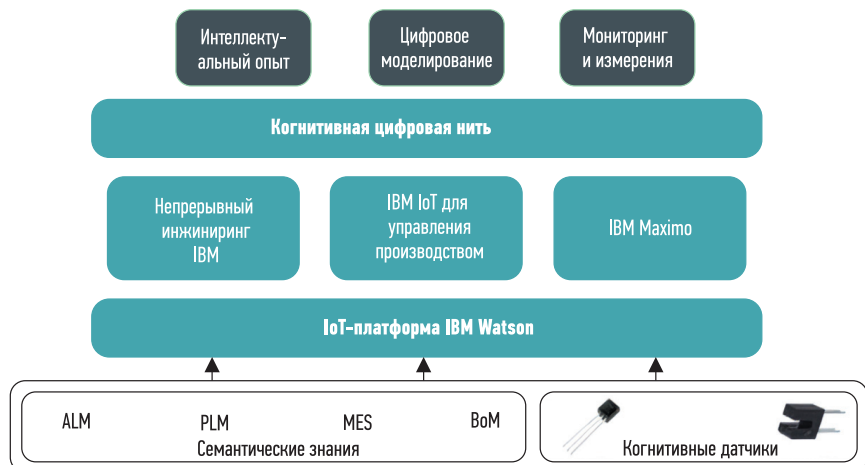
Практическая реализация концепции цифровых двойников строится на основе использования возможностей объединения:

- Средств комплексного моделирования, симулирования и управления максимального необходимого числа компонентов производственного объекта — на базе ПО IBM Maximo.
 - Средств «Интернета вещей» для коммуникации и объединения операционных данных и превращения их в информацию — на базе ПО IBM Internet of Things.
 - Средств предсказательной аналитики и машинного обучения — на базе ПО и сервисов IBM Watson.
- Платформа IBM Cognitive Digital Twin (рис. 2) служит основой для интеграции возможностей всех перечисленных средств.
- В свою очередь, ПО IBM Maximo является основой для обеспечения

эффективного управления производственными активами. IBM Maximo работает в интеграции с IoT-платформой IBM Watson и предусматривает эффективное представление об использовании активов на различных объектах практически в реальном режиме времени.

ПО IBM Maximo дополнено возможностями интеграции с платформой и решениями IBM Power «Искусственный интеллект» и с решением IBM «Дополненная реальность» (IBM AR — Augmented Reality). Первая часть комплексного решения упрощает доступ к технологиям глубокого и машинного обучения, а также дает преимущества от использования искусственного интеллекта при реализации концепции цифровых

РИС. 2. Принципиальная схема IBM Cognitive Digital Twin



двойников. Оно сочетает шаблоны глубинного обучения с открытым исходным кодом, эффективные инструменты разработки элементов искусственного интеллекта и возможности анализа и управления большими объемами структурированных и неструктурированных данных с помощью высокопроизводительных серверов IBM Power Systems.

Практическая реализация концепции IBM «Цифровые двойники» уже ведется в разных странах. Примеры — проекты постройки, обустройства и управления СПГ в Австралии (Shevron), проекты с Boeing (США) с Bosch Siemens (Германия) и иные проекты.

Компания IBM также работает с российскими производственными компаниями. Обладая индустриальной экспертизой, IBM разработала портфель решений для производственных отраслей, который помогает решать задачи для разных областей деятельности. Одним из них является решение для оптимизации управления активами и превентивного обслуживания оборудования в рамках реализации концепции цифровых двойников.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ»

Процессы управления активами стали более сложными. Развитие технологий, изменение процессов соблюдения нормативных требований, особое внимание к корпоративным рискам и стремление к сокращению затрат существенно повышают значимость эффективного управления всеми активами организации.

Владельцам активов, их операторам и сервисным службам требуется решение, способное управлять самыми различными типами активов и предоставлять важную информацию об этих активах. Решение для управления активами, ремонтами и мероприятиями поможет руководителям сократить затраты, упростить и автоматизировать общие процессы.

Решения IBM для оптимизации управления активами и превентивного обслуживания позволяют руководителям управлять эффективностью использования активов на основе получения всей значимой информа-

ции из единого репозитория. Работая более тесно в рамках управления важнейшими активами, специалисты по операциям и техническому и превентивному обслуживанию могут продлевать время безотказной работы важнейших активов, обеспечивая формирование доходов, сокращать затраты на приобретение, сопровождение и вывод из эксплуатации активов и в конечном итоге повышать прибыль акционеров. Кроме того, данное решение достаточно гибкое, чтобы поддерживать все уникальные бизнес-процессы, связанные с управлением активами и сервисами, вне зависимости от масштаба организации, количества и размещения производственных площадок.

Основные компоненты решения:

- IBM Maximo Asset Management;
- IBM Predictive Maintenance and Quality (PMQ);
- IBM Business Process Manager (BPM);
- IBM Watson Explorer.

ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ IBM

Решение IBM для управления жизненным циклом активов и превентивного обслуживания позволяет энергетическим организациям отслеживать все имеющиеся активы и управлять ими с целью более эффективного использования, что является необходимым условием повышения эффективности всего предприятия. Это могут быть такие активы, как оборудование, инструменты, запчасти, наземные и подземные линии электропередачи, трубопроводы, центры технического обслуживания, а также ИТ-активы.

IBM Maximo относится к классу EAM-систем (Enterprise Asset Management, система управления основными фондами предприятия) — это полностью интегрированное программное решение, созданное для контроля за ежедневной эксплуатационной деятельностью предприятий, сопровождения жизненного цикла основных активов и фондов капиталоемких предприятий.

Платформа IBM Maximo обеспечивает эффективное управление жизненным циклом активов и техническую поддержку всех видов активов на базе единой унифицированной платформы.

Основные преимущества IBM Maximo:

- наиболее комплексная архитектура — полноценная трехуровневая веб-архитектура;
- поддержка множества платформ (Windows, RHEL, SLES, AIX);
- масштабируемость;
- гибкость настройки логики и пользовательских интерфейсов;
- поддержка территориально распределенных и линейных активов;
- поддержка сервисных отношений и соглашений об уровне обслуживания (SLA);
- функциональность:
- наличие модулей интеграции с ведущими ERP- и АСУ ТП;
- наличие модуля документооборота (workflow);
- наличие модуля мобильных рабочих мест.

IBM Maximo позволяет создавать единое информационное пространство между всеми участниками процессов, а также повышать качество организации плановых, оперативных и капитальных ремонтов и обслуживания оборудования при реализации концепции цифровых двойников. В результате можно повысить эффективность использования материальных и трудовых ресурсов, снизить временные затраты за счет автоматизации формирования и контроля жизненного цикла документов, повысить качество предоставляемых услуг, сократить количество незапланированных простоев оборудования, снизить риски выхода оборудования из строя за счет соблюдения сроков проведения ремонтов и своевременного выявления недостатков планирования и получить многие другие преимущества.

Таким образом, решение IBM Maximo для управления активами и сервисами предлагает единый подход, позволяющий обеспечивать более строгий контроль над активами (цифровыми двойниками) и предоставлять высококачественные сервисы, тесно связанные с общими целями бизнеса. Система представляет собой исчерпывающий пакет решений для управления стратегическими ресурсами предприятия, отвечающий требованиям организации любого профиля электроэнергетики.

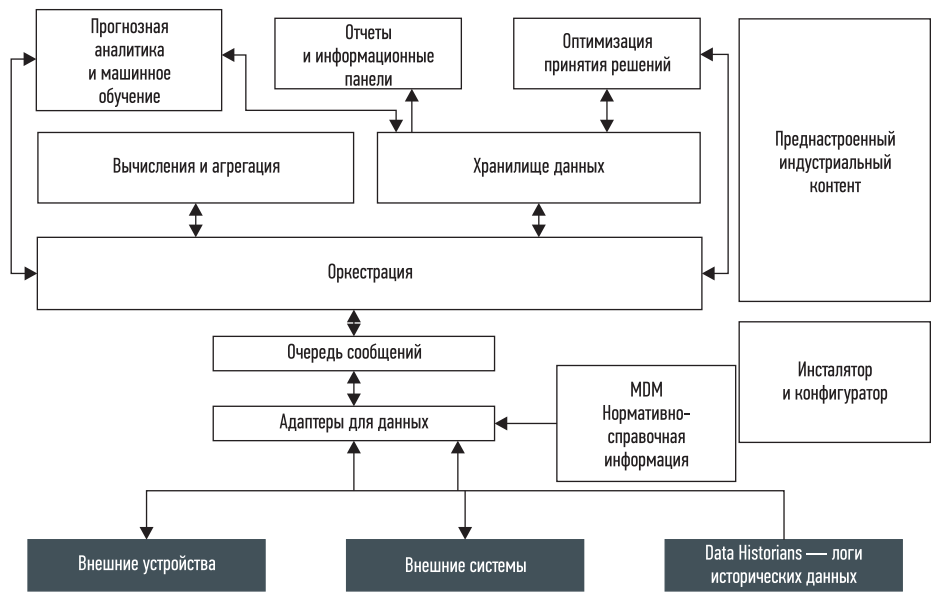
Следует отметить, что наибольший эффект от внедрения IBM Maximo можно получить при использовании этого компонента в комбинации с решением IBM PMQ.

Программный продукт IBM PMQ представляет собой аналитическое решение IBM для автоматической классификации качества выпускаемой продукции, оптимизации технического обслуживания и повышения эффективности использования основных фондов предприятия в рамках реализации концепции «Цифровые двойники». Логическая архитектура решения показана на рис. 3.

В решении есть единый интерфейс инсталляции и конфигурации всего набора входящих в него продуктов. Среди функций IBM PMQ — описание активов, ресурсов, событий; конфигурирование прогнозных моделей, отчетов и т. д.

Ключевые составляющие решения:

- Внешние устройства: распределенные системы управления (DCS), датчики, SCADA, телеметрия и т. д.
- Внешние системы: системы управления активами, процессами (например, IBA), специфические базы данных, распределенные системы управления, ERP.
- Исторические данные: приложения и базы данных, логи, исторические данные по процессам, тренды и агрегаты.
- Нормативно-справочная информация: описание и классификация анализируемых активов.
- Адаптеры к внешним источникам данных: преобразование внешних данных в события, поступающие в интеграционную шину для последующего преобразования в аналитических системах.
- Очередь сообщений: интеграция данных по производственным процессам и доставка для анализа и принятия решений. Поддержка обработки и агрегации данных в режиме реального времени, догрузка справочной информации и т. д.
- Оркестрация: обеспечивает согласованность всех выполняемых операций.
- Вычисления и агрегация: поиск трендов и шаблонов, описывающих аномальные ситуации в процессах и потенциальные проблемы в качестве выпускаемой продукции. Используются модели, обученные на исторических данных по каждой анализируемой единице оборудования. Модели выдают



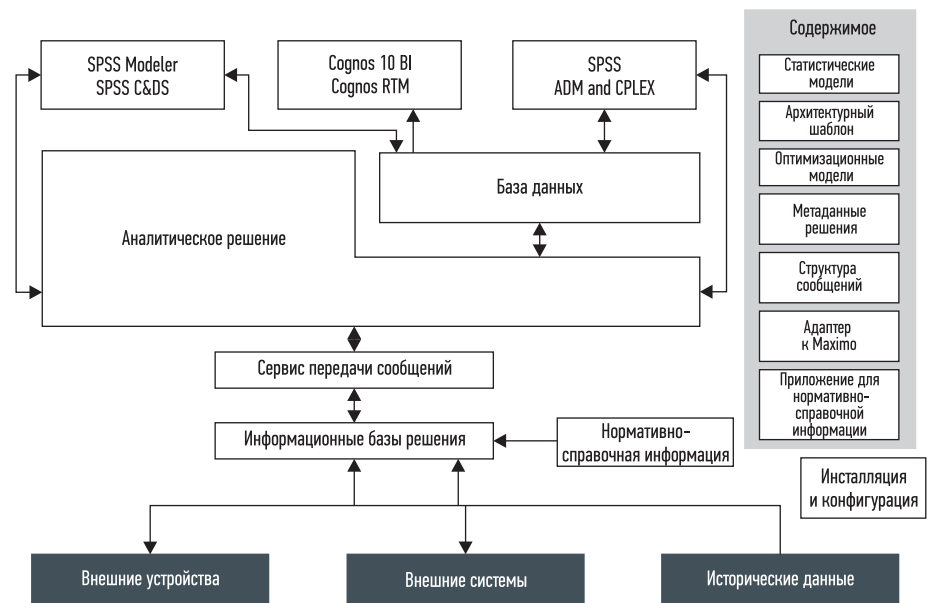
вероятности интересующих событий (например, брака по каждому типу) и рекомендации.

- Хранилище данных: реляционная СУБД, в которой настроены схемы данных для построения аналитических моделей, а также конфигурационная информация.
- Прогнозная аналитика: статистические модели и модели машинного обучения, используемые для прогнозирования вероятности наступления интересующих событий, а также для проведения причинно-следственного анализа.

- Отчеты и информационные панели: компоненты для создания интерактивной отчетности и отчетности по требованию, ответственные за визуализацию результатов анализа и прогнозов. Предоставляет возможности по созданию информационных панелей состояния оборудования, производственных процессов и продукции.
- Система принятия решения: формирует рекомендации на основании бизнес-правил, прогнозов, имеющихся ограничений с учетом заданной целевой функции.

РИС. 3. ▲ Логическая архитектура решения IBM Predictive Maintenance and Quality

РИС. 4. ▼ Основные компоненты решения IBM PMQ



Позволяет проводить сценарный анализ и рекомендовать оптимальный план действий.

- Преднастроенный индустриальный контент: обслуживание, состояние датчиков, причины неисправностей, вычисление интегрированных показателей здоровья оборудования, модели для различных типов производств (ротационного оборудования, насосы, турбины, трансформаторы и т. д.).

Основные компоненты решения IBM PMQ представлены на рис. 4.

SPSS Modeler Premium реализует все сценарии интеллектуального анализа данных. SPSS Collaborations & Deployment Services предназначен для совместной работы и выполнения задач по событию, вызову из внешних приложений и по расписанию. SPSS Decision Management — это система принятия оптимальных решений с учетом прогнозов и ограничений, выполнения сценарного анализа. SPSS Analytics Server используется для прозрачной работы с неструктурированными данными Hadoop на стороне данных. SPSS Real Time Scoring предназначен для скоринга (применения прогнозных моделей на новых данных) в реальном времени.

Основная функциональность решения:

- доступ ко всем промышленным СУБД и файловым структурам;
- инструменты слияния, добавления и агрегирования данных;
- инструменты автоматической подготовки данных: преобразования и обогащения данных, выявления аномалий, восстановления пропущенных значений, нормализации и т. д.;
- поддержка методологии выбора оптимальной модели и параметров при помощи обучающей, валидационной и тестовых выборок;
- автоматический выбор лучшего алгоритма классификации, регрессии, временных рядов и т. д.;
- широкий набор графиков и средств визуализации результатов моделирования;
- экспорт результатов анализа в базы данных и файловые структуры.

НОВЫЙ ВЗГЛЯД В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ»

В условиях сегодняшнего рынка высокие запросы клиентов и кон-

куренция заставляют организации становиться более эффективными, прозрачными и адаптивными. Для удовлетворения этих потребностей многие организации развертывают оптимизированные бизнес-процессы, позволяющие объединять изолированные ресурсы, повышать гибкость используемых ИТ-систем и лучше управлять всеми элементами своих активов.

Кроме того, разумные, а следовательно, эффективные бизнес-процессы позволяют укреплять взаимоотношения с клиентами, разрабатывать новые модели ведения бизнеса, осваивать новые рынки и оперативно выпускать инновационные продукты и услуги. Руководители предприятий постоянно подчеркивают значимость бизнес-процессов, в том числе и для эффективного управления активами предприятия.

К сожалению, несовершенство процессов продолжает приводить к потерям, ошибкам, переработкам и снижению эффективности во многих компаниях. Например, иногда процессы, влияющие на эффективность управления активами предприятия, плохо документируются или даже неправильно понимаются, в том числе и смежными системами. Для решения этих проблем используются еще два компонента решения IBM для оптимизации управления активами и превентивного обслуживания: IBM BPM и Watson Explorer.

Очевидно, улучшение бизнес-процессов, в частности в управлении активами, приводит к таким результатам, как снижение затрат и увеличение доходов, повышение мотивации сотрудников и удовлетворенности клиентов. Наиболее впечатляющие примеры экономической ценности, получаемой за счет совершенствования процессов, демонстрируют организации, внедрившие системы BPM вместе с системами предсказания, прогнозирования и оптимизации. Почему?

Как правило, первым положительным результатом от развертывания BPM в организации является повышение рациональности. Большинство процессов сопровождается значительными потерями вследствие значительной доли ручного труда, плохого

взаимодействия между подразделениями и общей неспособности осуществлять мониторинг состояния дел. Уже начальное развертывание BPM-решения устраняет эти проблемы. Как правило, полученная выгода выражается эквивалентным количеством сотрудников на условиях полной занятости.

Многие компании испытывают трудности при обосновании инвестиций в BPM вместо использования традиционных способов для решения проблем с процессами. Просчитать возможные выгоды, рассмотреть опыт построения подобных систем другими клиентами и связать воедино опыт, прогнозы и намерения помогает IBM Watson Explorer. Эффективный комплексный анализ примеров успешных проектов в рамках управления активами с помощью Watson Explorer помогает экономически обосновать применимость и даже указать на выпавшие из рассмотрения области потенциальной выгоды при управлении активами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процессы управления в производстве стали более сложными. Развитие технологий, изменение процессов соблюдения нормативных требований, особое внимание к корпоративным рискам и стремление к сокращению затрат значительно повышают значимость эффективного управления всеми производственными активами организации. Решения IBM для оптимизации управления активами и превентивного обслуживания позволяют руководителям эффективно управлять производством на основе получения всей значимой информации, доступной в базе данных цифровых двойников. Следует отметить, что максимальный результат достигается при построении эффективной системы управления бизнес-процессами (BPM) в сочетании с системой управления активами (EAM) и системой предиктивного обслуживания основных фондов (PMQ), поскольку это позволяет компаниям осуществлять непрерывное совершенствование своей операционной деятельности и максимально полно использовать выгоды интегрированного управления бизнес-процессами при реализации концепции «Цифровые двойники». ●