

MindSphere

Открытая облачная операционная система для «Интернета вещей» (IoT)

Объединяя производственное оборудование, технологические установки и физическую инфраструктуру с цифровым миром, MindSphere предлагает мощные промышленные приложения и цифровые услуги, способные повысить уровень производительности и эффективности вашего бизнеса в целом.

Возможности MindSphere включают:

- Программные интерфейсы и шлюзы передачи данных с шифрованием для быстрого подключения продуктов «Сименс» и сторонних производителей.
- Высокомасштабируемую и экономичную облачную инфраструктуру, а также открытые интерфейсы прикладного программирования (API) для гибкой разработки приложений.
- Мощные промышленные приложения и цифровые услуги для повышения уровня производительности и эффективности вашего бизнеса в целом.
- Глобальную экосистему сертифицированных партнёров, предлагающую широкий спектр отраслевых знаний и возможностей в ИТ-сфере.

siemens.ru/mindsphere

Узнайте
больше о
возможностях
MindSphere



Контроль и мониторинг промышленного оборудования с использованием платформы MindSphere компании Siemens

SIEMENS

Статья посвящена обзору возможностей мониторинга, контроля и предиктивной диагностики промышленного оборудования с помощью открытой платформы интернета вещей (IoT) MindSphere компании Siemens и приложений для этой платформы.

000 «Сименс», г. Москва

Поддержание конкурентоспособности в современном производстве требует от компаний не только выпуска продукции самого высокого качества, но и максимизации операционной эффективности в глобальных цепочках создания стоимости.

Одним из основных факторов, оказывающих давление на рентабельность в различных отраслях промышленности, являются незапланированные простои и отказы оборудования, ведущие к остановке критических сегментов производства. Чаще всего эти проблемы связаны с отсутствием прозрачности в производительности и режимах работы машин и станков, которые не позволяют прогнозировать и предотвращать сбои систем. Согласно последним исследованиям,

только 5% всех доступных промышленных данных используются предприятиями для повышения операционной эффективности (рис. 1).

Одним из способов, которым компании могут минимизировать риск незапланированных простоев и связанных с ними убытков, является мониторинг и предиктивная диагностика состояния оборудования. Мониторинг производства включает сбор данных о параметрах работы оборудования, аварийных сигналах, расчет ключевых показателей эффективности (KPI), поиск аномалий в отношении заданных диапазонов управления, обеспечение прозрачности данных, контроль эффективности и информирование о необходимости проверки оборудования. Мониторинг требует точных

и непрерывных входных данных из самых разных датчиков и параметров в режиме реального времени.

Данные реального времени в комбинации с цифровыми двойниками (моделями работы оборудования) позволяют не только своевременно информировать оператора о сбоях или отклонениях параметров производства, но и предупреждать эти события до того, как они произойдут, тем самым предотвращая аварийные ситуации. Предиктивное обслуживание позволяет компаниям идентифицировать сигналы, такие как внезапные всплески или необычное сочетание параметров, пусть даже в пределах нормальных рабочих диапазонов, чтобы предсказать, для какого оборудования требуется техническое обслуживание. Это позволяет компаниям эффективно планировать профилактическое обслуживание и избегать незапланированных простоев.



Рис. 1. Предприятия используют менее 5% доступных данных. Решения принимаются реактивно, а не проактивно

MindSphere – инструментальный и IoT-платформа для мониторинга

Для создания систем мониторинга и предиктивной диагностики промышленного оборудования необходимо решить целый комплекс задач: подключить датчики, настроить системы сбора, передачи и хранения данных, создать модели работы оборудования, разработать алгоритмы анализа данных и прогнозирования,

здать пороговые значения параметров и правила реагирования, разработать отчеты и панели отображения данных.

Платформы интернета вещей (IoT), к которым относится MindSphere компании Siemens, предлагают готовые инструменты и решения, позволяющие в короткие сроки создать и запустить в эксплуатацию системы мониторинга и диагностики оборудования с минимальными капитальными затратами.

MindSphere – это операционная система и облачная платформа интернета вещей, позволяющая подключать любые физические устройства и датчики к цифровому информационному пространству. Как операционная система IoT, основанная на облачных технологиях, MindSphere включает специальные приложения и решения для различных отраслей с использованием данных реального времени для мониторинга состояния оборудования. Благодаря применению MindSphere отпадает необходимость создавать и программировать решения IoT «с нуля». Алгоритмы и готовые функции, включенные в платформу, позволяют быстро построить систему мониторинга оборудования и легко ее адаптировать к потребностям компании.

Как показано на рис. 2, платформа MindSphere состоит из трех основных компонентов: собственно облачной платформы, приложений MindApps и инфраструктуры MindConnect для подключения источников и сбора данных.

Облачная платформа занимает центральное место, обеспечивая все сервисы и интерфейсы, необходимые для работы инфраструктуры MindConnect и слоя приложений MindApps, разрабатываемых партнерами, заказчиками и компаниями концерна Siemens. В платформе MindSphere предусмотрено высокоэффективное хранилище IoT-данных MindStorage.

Программное обеспечение платформы MindSphere основано на решении с открытым исходным кодом Pivotal Cloud Foundry, которое выступает в качестве слоя абстракции от сред виртуализации аппаратных ресурсов (например, VMware vSphere, OpenStack, Microsoft Azure Stack). Таким образом, система позволяет запускать приложения без привязки к конкретному гипервизору облака. «Строительным блоком» платформы служит не виртуальная машина, а контейнер приложения, что значительно упрощает создание приложений для мониторинга. Сегодня платформа MindSphere развернута в облачной инфраструктуре Amazon Web Services. В ближайшее время ожидается версия для гипервизора Microsoft Azure Stack, включая частные и гибридные инсталляции (частное + публичное облако). Все эти возможности позволяют предприятиям не заботиться о масштабировании вычислительных ресурсов и баз больших данных. Благодаря модели PaaS (платформа как услуга) заказчик MindSphere может в любой момент расширить число источников, объем обрабатываемых данных или

подключить алгоритмы их интеллектуальной обработки с минимальными инвестициями в инфраструктуру или без нее, оплачивая только подписку на услуги платформы по модели ‘pay as you go’¹.

Благодаря комплексному решению MindSphere производственные компании могут сразу же задействовать все преимущества IoT-технологий и снизить время простоев оборудования. Базовый набор услуг MindSphere уже включает готовое приложение Fleet Manager, предоставляющее необходимые инструменты для анализа данных. Дополнительно на платформе доступны различные алгоритмы и прикладные библиотеки с открытыми интерфейсами программирования (API), например анализ сигналов, предсказание трендов, вычисление KPI, выявление аномалий и т. п.

Особое внимание в платформе MindSphere уделяется вопросам безопасности, конфиденциальности и надежности хранения данных. Все данные заказчиков на платформе хранятся в зашифрованном виде. Доступ к ним осуществляется через единый шлюз аутентификации MindSphere Gateway. В момент передачи на платформу данные защищены SSL/TLS-шифрованием с длиной ключа 256 бит. Все решения по обеспечению кибербезопасности, используемые в MindSphere, основаны на международных стандартах ISO 27001,

¹ Англ. выражение ‘pay as you go’ в данном случае подразумевает оплату только за потребленные услуги.

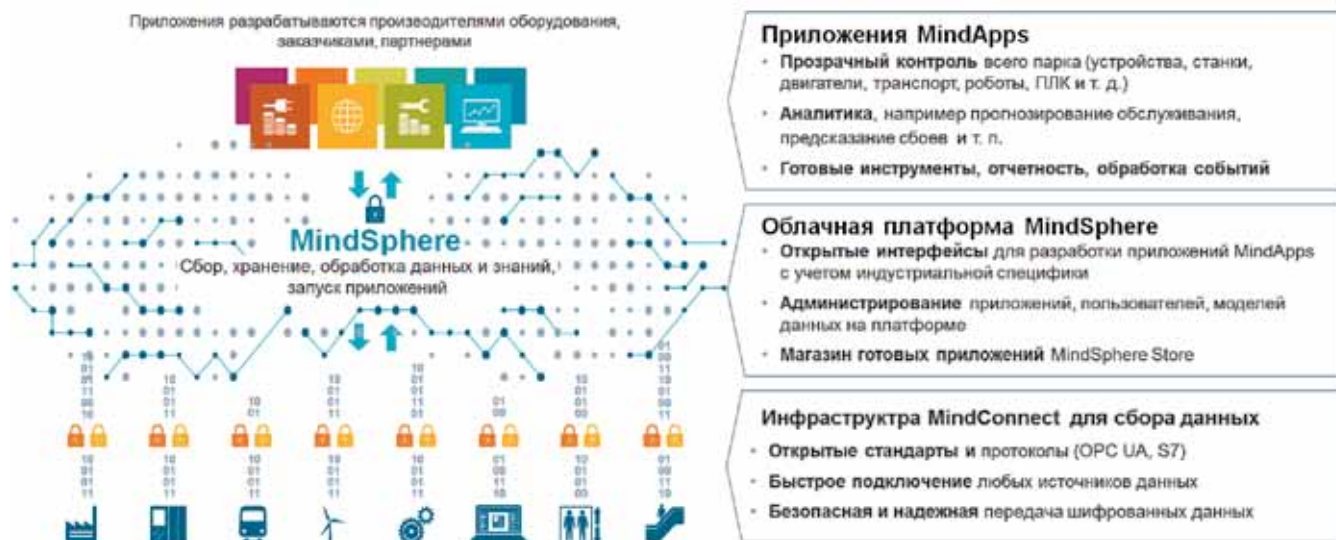


Рис. 2. Высокоуровневая архитектура платформы MindSphere



Рис. 3. Аппаратные шлюзы для подключения к MindSphere: MindConnect Nano и IoT2040

IEC 62443 и других, что обеспечивает высочайший уровень защиты.

Подключение промышленного оборудования

Любой проект мониторинга оборудования с использованием технологий IoT требует подключения датчиков, сбора данных и их передачи на платформу для обработки. Инфраструктура для сбора данных MindConnect предлагает готовые программно-аппаратные решения, которые позволяют быстро подключить к платформе MindSphere различные источники информации по стандартным промышленным протоколам, таким как OPC UA и S7, или встроить программные шлюзы передачи данных в любое вычислительное устройство, обладающее необходимыми ресурсами. Для этого могут быть использованы готовые аппаратные IoT-шлюзы MindConnect Nano и MindConnect IoT2040.

Эти устройства позволяют подключать любые промышленные системы, датчики, ЧПУ, контроллеры по стандартным протоколам OPC UA (часть 8 спецификации «Доступ к данным») и Siemens S7 (например, для подключения контроллеров серий S7-3xx / S7-4xx / ET-200S). Собранные промышленные данные буферизируются устройством, шифруются и передаются через интернет-каналы (протокол HTTPS с шифрованием SSL/TLS) в облачную платформу MindSphere для анализа и обработки. Для подключения шлюза к платформе достаточно внести его уникальный идентификатор, после чего производится его опознавание системой и обмен ключами доступа.

Шлюз MindConnect IoT2040 представляет собой модель начального уровня, эффективную с точки зре-

ния стоимости и простоты установки (монтаж на стандартную DIN-рейку). Шлюз поддерживает чтение данных от 30 источников в секунду, буферизацию данных до 500 Мбайт и передачу данных на платформу каждые 10 секунд. Модель MindConnect Nano более производительная, с поддержкой чтения до 250 источников данных в секунду.

Если предприятию необходимо подключить нестандартные устройства или системы, то может быть использована готовая библиотека с открытым исходным кодом MindConnect Lib, которая позволяет встраивать программные агенты передачи данных в MindSphere практически в любое оборудование, оснащенное микропроцессором и аппаратным интерфейсом сопряжения. Разработанная на стандартном языке программирования ANSI C, библиотека MindConnect Lib не требует значительных аппаратных ресурсов и может быть портирована в любую операционную систему.

Дополнительно для расширения числа протоколов и устройств, подключаемых к MindSphere, могут быть использованы интерфейсы MindConnect IoT Extension, которые поддерживают большое число сторонних программных/аппаратных агентов и спецификаций передачи данных, например MQTT, SmartRest, Modbus RTU, Modbus TCP, CAN-bus, MMC, SPI, I2C, McASP и др.

Кроме того, возможность подключения и передачи данных на платформу MindSphere уже встроена во многие решения Siemens, например в ПЛК Simatic S7-1500, системы ЧПУ Sinumerik 840D, аппаратные модули для мониторинга двигателей Siemens Simotics IQ.

Обработка потоковых данных

Производственное оборудование, машины и станки могут создавать большие потоки данных и сигналы, генерируемые с высокой частотой. Анализ этих сигналов позволяет контролировать и прогнозировать работу оборудования, сравнивая данные реально функционирующей системы с ее цифровой моделью, выявлять аномалии и отклонения. Во многих случаях полностью передавать «сырые», необработанные исходные данные в облачную IoT-платформу неэффективно и дорого с точки зрения пропускной способности каналов связи.

Для решения задач обработки сигналов и потоковых данных платформа MindSphere предлагает дополнительные инструменты мониторинга и анализа состояния оборудования «на месте», то есть на производственной площадке. Подсистема CMS X-Tools — это система мониторинга состояния (Condition Monitoring System, CMS) от Siemens, которая включает библиотеки и инструменты анализа сигналов. Интеграция CMS X-Tools может обогатить решение на основе MindSphere эффективными возможностями спектрального и вибрационного анализа сигналов частотой до 192 кГц, динамической корреляции потоков данных, поиска аномалий и выявления трендов. Предварительно обработанные и сжатые данные затем передаются на облачную платформу MindSphere для последующего анализа, например, в контексте смежного оборудования и истории его работы.

Программные компоненты CMS X-Tools не нуждаются в специализированном оборудовании и могут быть установлены как на промышленные компьютеры производства компа-

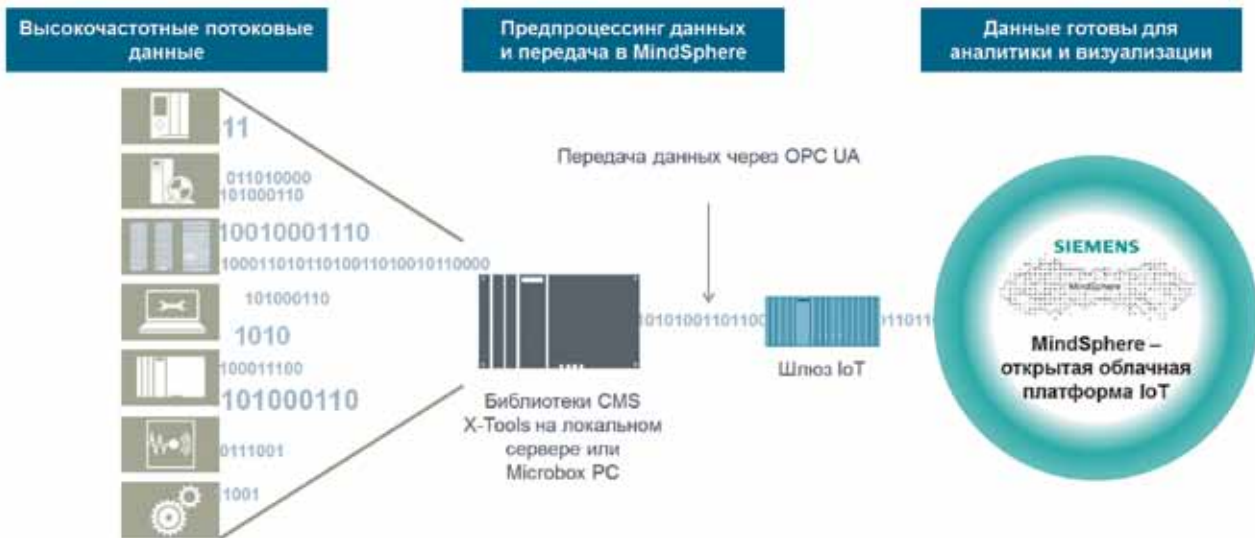


Рис. 4. Основные возможности приложения Fleet Manager

нии Siemens, так и на любой стандартный компьютер или сервер под управлением ОС Windows. Решение поддерживает широкий набор быстро подключаемых устройств, которые не требуют дополнительных модулей интеграции с платформой MindSphere. К ним относятся, например, контроллеры Simatic S7-300/400/1200/1500, системы управления движением SIMOTION и SINAMICS, модули SIPLUS CMS 2000 и 4000, станции обслуживания SIMATIC Maintenance Station, серверы OPC UA.

Инструментарий CMS X-Tools помогает выявлять аномальное поведение систем или повреждения механизмов на ранних стадиях благодаря глубокому анализу и мониторингу их работы в режиме реального времени. Это позволяет оптимизировать процессы производства и снизить затраты на техническое обслуживание за счет прогнозов состояния и запланированных остановок.

Готовые приложения для MindSphere

Открытый подход и модульные принципы построения MindSphere позволили быстро развить широкую экосистему партнеров, которые обогащают платформу своим опытом, знаниями и наработками в виде готовых приложений и модулей MindApps. Пользователь платформы может выбирать в онлайн-магазине MindSphere Store¹, содержащем десятки готовых решений, приложения,

подходящие для его задач и индустриальной специфики. Уже готовы приложения для химической, пищевой, фармацевтической, автомобильной отраслей промышленности.

Приложение Fleet Manager, включенное в базовый пакет услуг MindSphere, позволяет просмотреть весь парк подключенных устройств, выбрать параметры для анализа, задать диапазоны и пороговые значения сигналов, настроить правила реагирования на события. Пользователь может задать способы отображения и интервалы анализа данных, просматривать исторические данные.

Для мониторинга и анализа работы станков с ЧПУ разработано приложение Manage MyMachines. С его помощью предприятие может контролировать в режиме реального времени

текущий статус станка и коды операций, процентную подачу и шпинделя, историю событий и сбоев и т. п.

Приложение позволяет контролировать целый парк эксплуатируемых станков с их статусами на схеме цеха и (или) участка, оценивать эффективность их работы и загрузку. Оператор станков может анализировать историю их работы, настраивать оповещения об аварийных событиях, просматривать параметры в виде таблиц и диаграмм.

Задачи оптимизации производства, конечно, не ограничиваются только мониторингом и диагностикой промышленного оборудования. Нужно оперативно учитывать состояние склада, информацию от поставщиков и заказчиков, параметры качества сырья и продукции и т. п. Приложе-

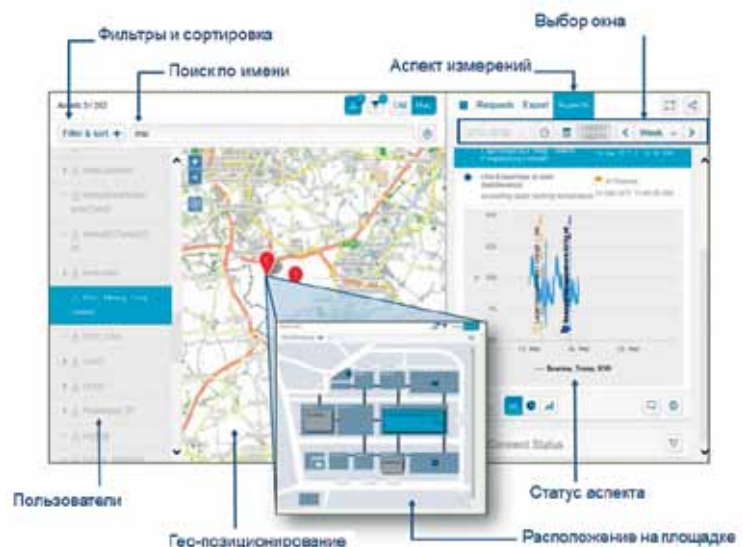


Рис. 5. Статус работы станков в приложении Manage MyMachines

¹ Будет доступен для пользователей на территории Российской Федерации в ближайшее время.

ние Product Intelligence включает все необходимые интерфейсы и инструменты для сбора и анализа данных из различных источников (поставщиков, производителей и клиентов) в комбинации с промышленными данными. Решение позволяет осуществлять унификацию, поиск, фильтрацию и анализ данных с учетом контекста (например, для партии продукта, поставок комплектующих, условий производства или эксплуатации). Это обеспечивает возможность интеллектуального принятия решений, снижения затрат и времени на поиск источников проблем.

Предиктивная диагностика оборудования

Предиктивная (предсказательная) диагностика производственного оборудования позволяет предугадать наступление аварийной ситуации на основе анализа и мониторинга его текущего состояния и предсказания сбоев. В результате предприятие может заблаговременно предпринять действия для устранения проблемы или смягчения неблагоприятного эффекта. Дополнительным эффектом от предиктивной диагностики может стать переход от практики планово-предупредительных ремонтов и ремонтов по событиям к техническому обслуживанию на основе фактического состояния оборудования, что снижает количество простоев на производстве и расходы на эксплуатацию.

Создание систем предиктивной аналитики и диагностики охватывает ряд этапов:

- ▶ первичный сбор эксплуатационных данных оборудования, включая историю его работы;
- ▶ анализ данных и построение прогностических моделей (на основе математических алгоритмов, обучения нейронных сетей, методов распознавания образов);
- ▶ верификация и проверка точности моделей.

Платформа MindSphere обладает всеми необходимыми инструментами для построения систем предиктивной диагностики. В пакет услуг MindSphere Predictive Learning входит набор алгоритмов и библиотек для создания предсказательных моделей с помощью методов глубокого машинного обучения, нейронных сетей и на основе математических моделей. В MindSphere готовые аналитические модули могут быть быстро сконфигурированы и подключены к источникам промышленных данных, отображающим работу промышленных систем.

С помощью модуля Data Science Workbench, входящего в пакет Predictive Learning, пользователи могут создавать и адаптировать модели, сохраняя их затем в хранилище Zeppelin Notebook. Каждый экземпляр модели может быть обучен на серии реальных данных, собранных в MindSphere, а результат анализа визуализирован. Модели могут быть созданы с использованием известных алгоритмов и наборов библиотек, таких как TensorFlow, Spark, NumPy, Scikit-learn, Keras, SciPy, Matplotlib, Pandas, а также библиотек распределенных вычислений, например MLlib. У спе-

циалиста по анализу данных также есть возможность конфигурирования необходимых вычислительных ресурсов для работы моделей. Готовые функции инструментария Predictive Learning позволяют быстро анализировать и трансформировать большие массивы данных без необходимости программирования или создания скриптов. Это дает возможность создавать новые серии данных, которые могут быть применены на различных вариантах моделей или в другом хранилище моделей, что упрощает взаимодействие экспертов и специалистов из разных областей.

Примеры применения

Многие европейские производственные компании переходят на цифровые методы мониторинга и предиктивное обслуживание оборудования, активно контролируя его состояние и сокращая время простоев. Технологии и подходы, которые предлагает платформа MindSphere, позволяют осуществить такой переход достаточно быстро и без значительных начальных затрат.

Один из лидеров по производству сложных металлообрабатывающих центров и станков с ЧПУ компания Heller Maschinen und Technologie AG (Heller) поставила перед собой задачу обеспечить для своих заказчиков новый уровень мониторинга и обслуживания продукции. В качестве платформы мониторинга Heller выбрала решение Siemens MindSphere. Благодаря готовым программным агентам, встроенным в ЧПУ Sinumerik, интеграция с платформой MindSphere стала бесшовной. Для обеспечения непрерывного мониторинга станочного оборудования было создано специальное приложение HELLER4Services, которое можно заказать онлайн в магазине приложений MindSphere Store. Приложение позволяет снизить затраты на обслуживание станка в течение всего его жизненного цикла. На основе непрерывного анализа состояния сложной механической системы приложение предлагает сервисные мероприятия, которые предотвращают сбои и связанные с ними дорогостоящие простои. Новая цифровая услуга обеспечивает обзор состояния парка машин и анализ данных за любой период времени, а также синхронизацию данных о фазах процес-

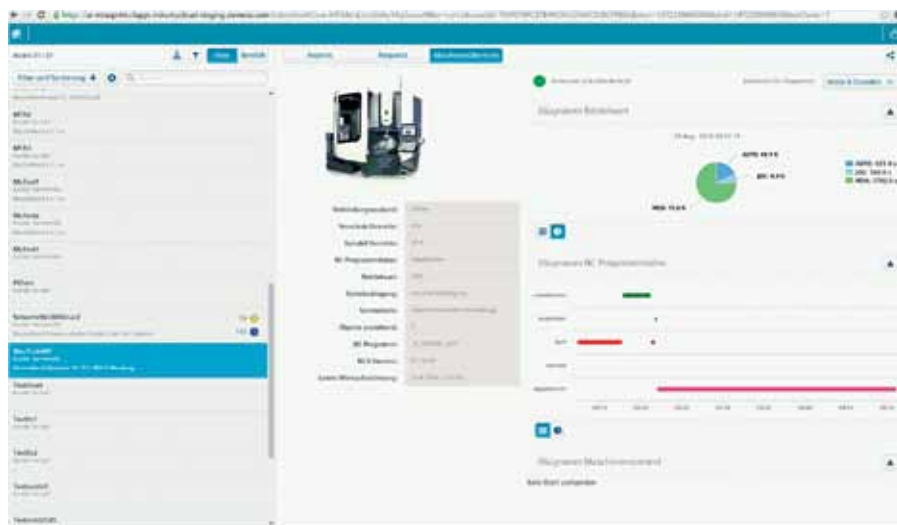


Рис. 6. Статус работы станков в приложении Manage MyMachines



Рис. 7. Создание прогностических моделей в модуле Predictive Learning

са производства с сообщениями об ошибках, которые произошли.

Другой пример — реализация системы предиктивного обслуживания холодильных агрегатов и чиллеров серии Blue e+ компании Rittal на базе специализированного приложения MindSphere. Данные от оборудования (температура, напряжение, другие параметры) передаются в платформу MindSphere и используются для контроля состояния установленных систем и управления сервисным обслуживанием. За счет перехода к предиктивному обслуживанию обеспечивается повышение коэффициента эксплуатационной готовности оборудования и достигается 30-процентное снижение затрат на эксплуатационную поддержку и сервисное обслуживание.

Крупнейший производитель безалкогольных напитков в Европе использует MindSphere для мониторинга и предиктивного анализа работы производственных линий. Ключевым элементом линий являются двигатели, число которых достигает 150. Отказ одного двигателя ведет к незапланированной остановке всей линии и, следовательно, к большим финансовым потерям. Для организации предиктивного обслуживания и своевременной замены двигателей были применены методы вибрационного анализа их работы. Результаты вибрационной аналитики, полученные с помощью инструментов CMS X-Tools, передаются на платформу MindSphere, которая в режиме реального времени контролирует состояние всех двигателей в производственной системе, пред-

сказывает возможные сбои на основе математических моделей, заблаговременно оповещает персонал о необходимости ремонтных работ. В результате удалось повысить выход готовой продукции на 15% за счет снижения времени простоев и улучшения производственных процессов.

Заключение

Методы и инструменты цифрового мониторинга и предиктивного обслуживания промышленного оборудования активно развиваются во всем мире. Ключевая роль в этих изменениях принадлежит открытым платформам IoT, к которым относится MindSphere. Чтобы оставаться конкурентоспособными, повысить прозрачность и время бесперебойной работы систем, производственным предприятиям необходимо активно внедрять IoT-технологии.

Услуги и инструменты MindSphere позволяют компаниям быстро подключить существующий парк оборудования и получить первые результаты цифровизации, используя готовые приложения — без необходимости создания собственной ИТ-инфраструктуры и сложных программных стеков. Управляемая облачная модель дает возможность без ограничений расширять функциональность и масштабировать мощность системы мониторинга с предсказуемым уровнем финансовых затрат.

Платформа и операционная система от Siemens предлагает полное (end to end) решение, начиная от инфраструктуры подключения и до ин-

струментов предиктивной аналитики и машинного обучения. MindSphere не только обеспечивает мониторинг состояния оборудования, но и дает операторам и обслуживающему персоналу централизованное представление о рабочих характеристиках и состоянии процессов производства. Технологии предиктивной аналитики MindSphere позволяют точно определить, когда нужно выполнить обслуживание промышленных систем, и тем самым сократить затраты предприятий.

Литература

1. Бекасов Д. Возможности «Сименс» для цифровой трансформации промышленных производств // Тематическое приложение «ИюТ» к Control Engineering Россия. 2018. № 5.
2. MindSphere — облачная, открытая операционная система для интернета вещей, способствующая цифровой трансформации бизнеса // CAD/CAM/CAE Observer. 2017. № 6.
3. Соколов Д. И., Соловьев С. Роль открытой операционной системы ИюТ MindSphere в цифровой трансформации промышленных предприятий // Автоматизация в промышленности. 2008. № 7.

Д. И. Соколов, эксперт по развитию направления MindSphere,
С. Ю. Соловьев, к. т. н., руководитель Центра компетенций, департамент «Цифровое производство», ООО «Сименс», г. Москва, тел.: +7 (495) 737-1737, e-mail: icc.ru@siemens.com, сайт: www.siemens.ru