

Роль открытой операционной системы IIoT MindSphere в цифровой трансформации промышленных предприятий

Д.И. Соколов, С.Ю. Соловьев (Компания Siemens)

Рассматривается архитектура и инструментарий открытой облачной операционной системы IIoT MindSphere компании Siemens. Показаны возможности платформы MindSphere для цифровой трансформации промышленных предприятий.

Ключевые слова: IIoT, операционная система, средства аналитики, цифровая трансформация, облачная платформа.

Дигитализация (цифровизация) сегодня является определяющей тенденцией глобальной трансформации процессов и моделей взаимоотношений между участниками цепочки создания добавленной стоимости, основанной на комплексном внедрении цифровых технологий и интеграции информационно-вычислительных ресурсов в физические процессы [1].

Процесс цифровизации промышленного производства и переход к парадигме индустрии четвертого поколения опирается на большое число разнообразных «умных» устройств, встроенных как в изделия и их компоненты, так и производственное оборудование. Новые киберфизические системы и интеллектуальные устройства создают огромные массивы данных и требуют сложной интеграции, координации и оптимизации в единой, многомерной, динамической системе [2].

Данные как главный актив промышленного предприятия цифровой эпохи

Жизненный цикл продукта включает несколько этапов: разработку, производство, логистику, маркетинг,

продажи, послепродажное обслуживание, снабжение. «Умные» фабрики в совокупности с «умными» продуктами, инфраструктура и генерируемые ими данные изменяют все эти виды деятельности в цепочке создания стоимости. По сути, преобразуют всю эту цепочку именно данные. Умение извлекать и анализировать информацию из данных становится залогом конкурентного преимущества и, следовательно, новой важной задачей бизнеса. Показания каждого отдельного датчика, конечно, важны, но, выявляя закономерности в широких массивах и потоках данных и увязывая производственные и бизнес-данные, производители смогут сделать настоящие открытия.

Цифровая трансформация уже оказывает огромное влияние на различные аспекты бизнеса, такие как стратегия, управление партнерами, производство, ценообразование, продажи, продвижение и оргструктура. Координация в проектировании и производстве, аналитика данных о продукте и производстве (рис. 1), улучшение сервисов послепродажного обслуживания в дальнейшем должны стать постоянными — как залог устойчивости и эффективности бизнеса.

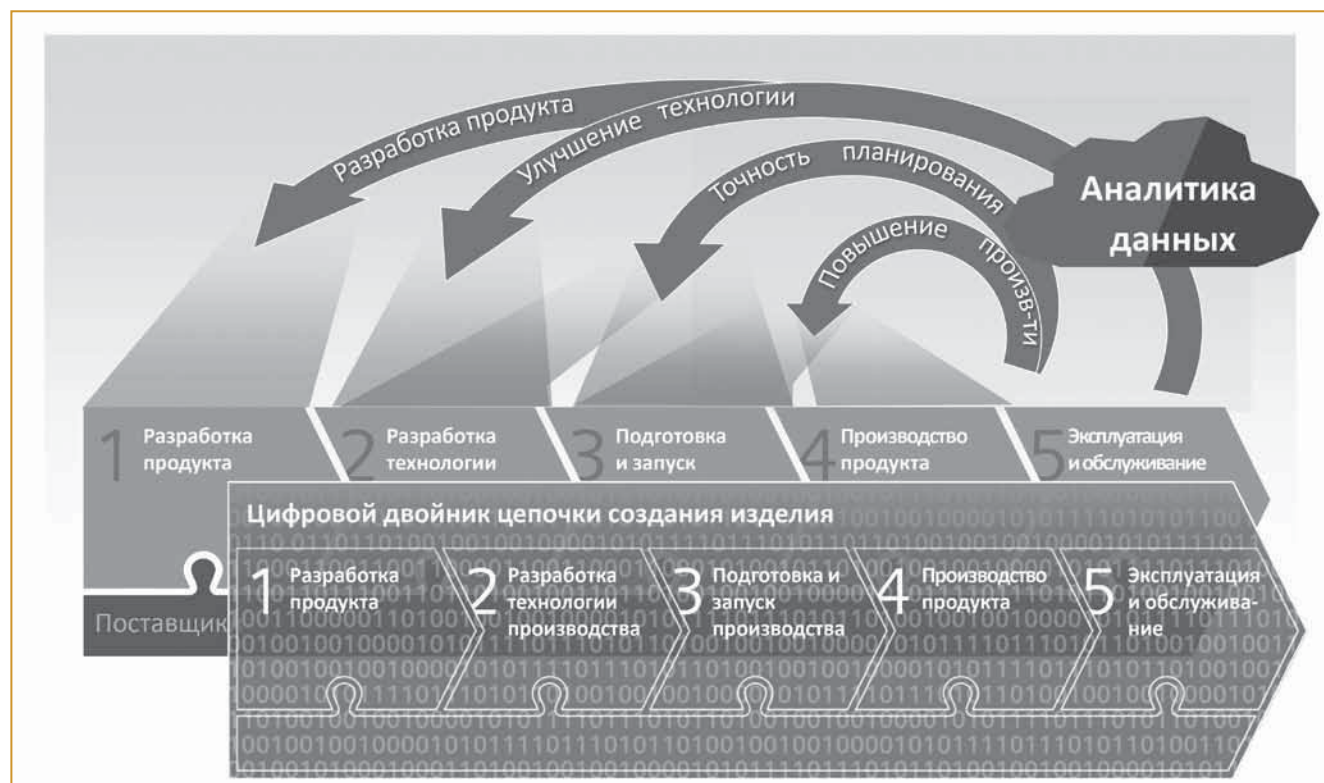


Рис. 1. Роль аналитики данных в цепочке создания стоимости

Потоки данных, поступающих в реальном времени от «умных» устройств в перспективе должны ослабить традиционную модель централизованного контроля и управления. За счет этого права на принятие управленческих решений будут перераспределены между различными подразделениями предприятия вплоть до уровня ТП, образуя распределенную сетевую структуру. Появятся гибкие автономные производственные ячейки, в которых улучшения как продукции, так и производственных процессов станут непрерывными.

Для извлечения максимума из всего богатства данных, генерируемых «умной» техникой, необходим «цифровой двойник» цепочки создания продукта — виртуальная копия его жизненного цикла. Необходимо собирать в режиме реального времени и анализировать достоверные данные от уже установленного парка производственного оборудования, систем управления технологическими процессами, логистических и PLM, ERP, MES, MOM-систем. Извлечение, сбор и интеллектуальный анализ этих данных в целях своевременной выработки и принятия оптимальных управляющих решений являются критическим фактором успеха трансформации к гибкой, цифровой модели производства.

Платформа для цифровой трансформации

В производственных и сервисных подразделениях концерна Siemens уже много лет разрабатывались подходы, технологии, методы сбора и анализа производственных данных для оптимизации затрат, повышения гибкости и роботизации производства, улучшения

проектирования и обслуживания изделий. Были созданы различные математические модели предиктивной аналитики работы оборудования, базы промышленных знаний, алгоритмы анализа поставок и сбыта, управления и оптимизации производственными цепочками, которые применялись на таких «цифровых» предприятиях, как завод по производству ПЛК в г. Амберге (Германия), завод по производству электродвигателей в г. Бад Нойштадте (Германия). В результате развития этих технологий и в целях обеспечения доступа к новым разработкам широкого круга предприятий компанией Siemens была создана облачная платформа и операционная система для Internet of Things (IoT) MindSphere, которая с 2018 г. доступна и в России.

MindSphere — это облачная операционная система, позволяющая подключать любые физические устройства к цифровому информационному пространству. В ее основе лежит открытый подход к созданию новых приложений, алгоритмов и моделей на единой платформе, что дает возможность постоянной концентрации опыта и знаний от специалистов из самых разных отраслей промышленности. Вокруг платформы уже создана «цифровая экосистема» партнеров, разработчиков приложений, интеграторов, консультантов и экспертов из разных отраслей. Основная задача платформы MindSphere — обеспечить быстрое и экономически эффективное подключение парка оборудования, сбор и анализ данных с целью получения значимых для производства и бизнеса результатов. Компании могут использовать MindSphere для создания замкнутого цикла

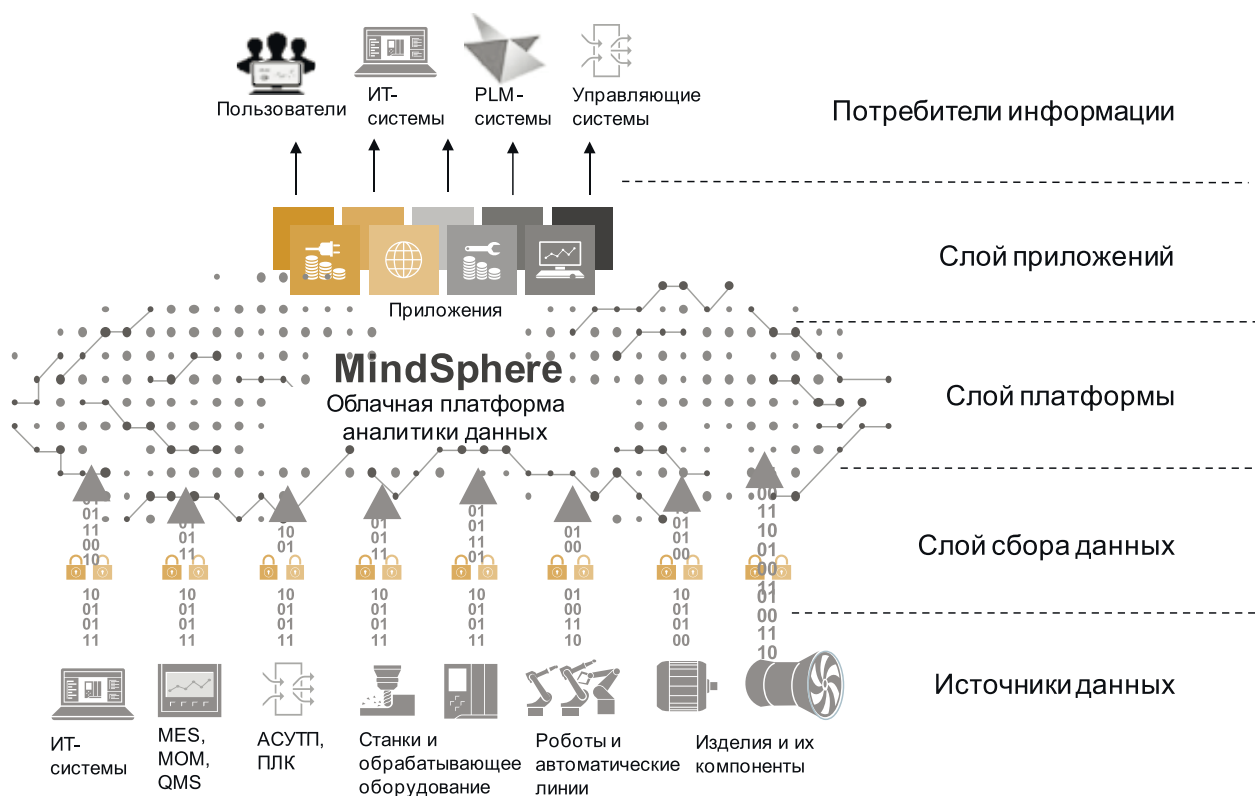


Рис. 2. Архитектура платформы MindSphere

производства, для бесшовной интеграции операционных данных по всей цепочке создания стоимости.

Архитектура MindSphere имеет несколько уровней (рис. 2). Сама облачная платформа занимает в ней центральное место, обеспечивая все сервисы и интерфейсы, необходимые для работы слоя приложений, разрабатываемых партнерами, заказчиками и компаниями концерна Siemens. Слой сбора данных позволяет подключать различные источники данных — от двигателей и промышленных контроллеров до различных ИТ-систем предприятия и внешних облачных сервисов. Все эти слои «нанизаны» на систему идентификации и защиты, в частности, все передаваемые в платформу данные защищены SSL/TLS-шифрованием с длиной ключа 256 бит. В слое платформы MindSphere предусмотрено защищенное хранилище данных и единый шлюз аутентификации и доступа к данным MindSphere Gateway. В целом, вопросам информационной безопасности на всех уровнях MindSphere уделяется приоритетное внимание, а решения по обеспечению кибербезопасности, используемые в MindSphere, основаны на международных стандартах ISO 27001, IEC 62443 и др., что обеспечивает высочайший уровень защиты.

Важной особенностью слоя платформы, основанного на решении с открытым исходным кодом Cloud Foundry, является возможность работы в различных облачных средах и инфраструктурах виртуализации ресурсов. В настоящее время платформа MindSphere доступна в IaaS-облаке Amazon Web Services, в самых ближайших планах — обеспечить работу MindSphere в Microsoft Azure и далее и в других облачных средах.

Слой сбора данных MindConnect призван обеспечить быструю и бесшовную интеграцию с существующими источниками данных, ИТ-системами и устройствами как от Siemens (например, ПЛК Simatic S7—1500 или системы ЧПУ Sinumerik 840D sl), так и от других производителей. Для этого могут быть использованы готовые аппаратные шлюзы MindConnect Nano и MindConnect IoT2040, поддерживающие открытые протоколы S7 и OPC UA. Для подключения устройств может быть использована библиотека с открытым исходным кодом MindConnect Lib, которая позволяет встраивать программные агенты передачи данных в платформу MindSphere практически в любое оборудование, оснащенное микропроцессором и аппаратным интерфейсом сопряжения.

Многообразие возможностей платформы MindSphere

Сам процесс подключения к MindSphere и запуска первых аналитических сервисов для пользователя состоит из трех простых шагов (рис. 3).

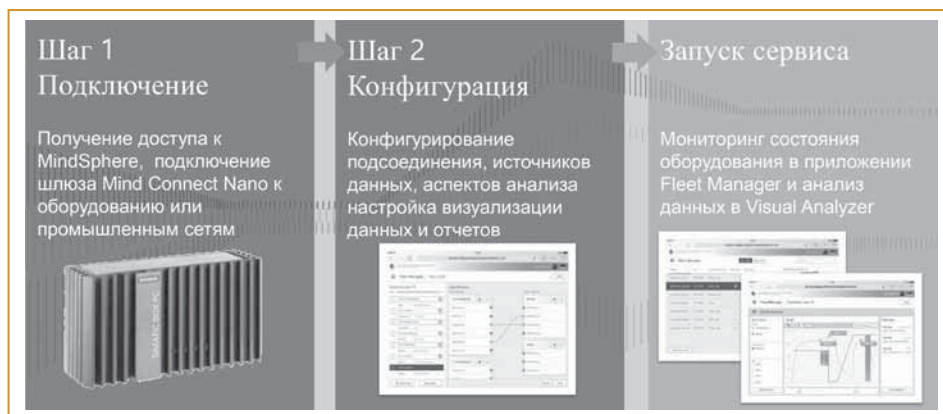


Рис. 3. Основные шаги запуска средств аналитики в MindSphere

При использовании MindSphere для достижения первых значимых результатов от IoT предприятию не требуются высококвалифицированные программисты или специалисты по анализу данных и облачным технологиям. Для получения аналитической информации о работе оборудования достаточно подключить его к платформе, настроить источники и собираемые параметры, включить визуализацию собранных данных и обработку событий в готовом приложении Fleet Manager.

Для решения задач предиктивной аналитики, многофакторного анализа, предсказания трендов, анализа паттернов на основе методов искусственного интеллекта/машинного обучения на платформе MindSphere предусмотрены дополнительные инструменты и специализированные сервисы. К ним относятся:

- Data Exploration: интерфейс и инструменты для подготовки и выгрузки промышленных данных в средства аналитики и визуализации популярного инструментария Tableau, позволяющего в кратчайшие сроки проводить глубокий и разносторонний анализ больших массивов информации, не требующий обучения бизнес-пользователей и дорогостоящего внедрения;

- Visual Flow Creator: решение для быстрого создания процессов обработки данных, правил и шагов реагирования на события на основе Node-RED — инструмента с открытым исходным кодом, разработанный группой новых технологий компании IBM, который позволяет создавать приложения, просто соединяя готовые компоненты в графическом редакторе, не требующем навыков программирования;

- Visual Analyser: быстро настраиваемое приложение для анализа потоков/серий данных, которое позволяет задавать различные отображения и просматривать срезы потоковых и исторических данных с дополнительными параметрами данных для более глубокого анализа работы парка оборудования;

- Report Builder: инструмент для быстрого построения ретроспективных и операционных отчетов, панелей отображения данных на основе программного обеспечения TIBCO JasperSoft™. Может комбинировать различные источники данных, помогает искать зависимости и связи в данных;

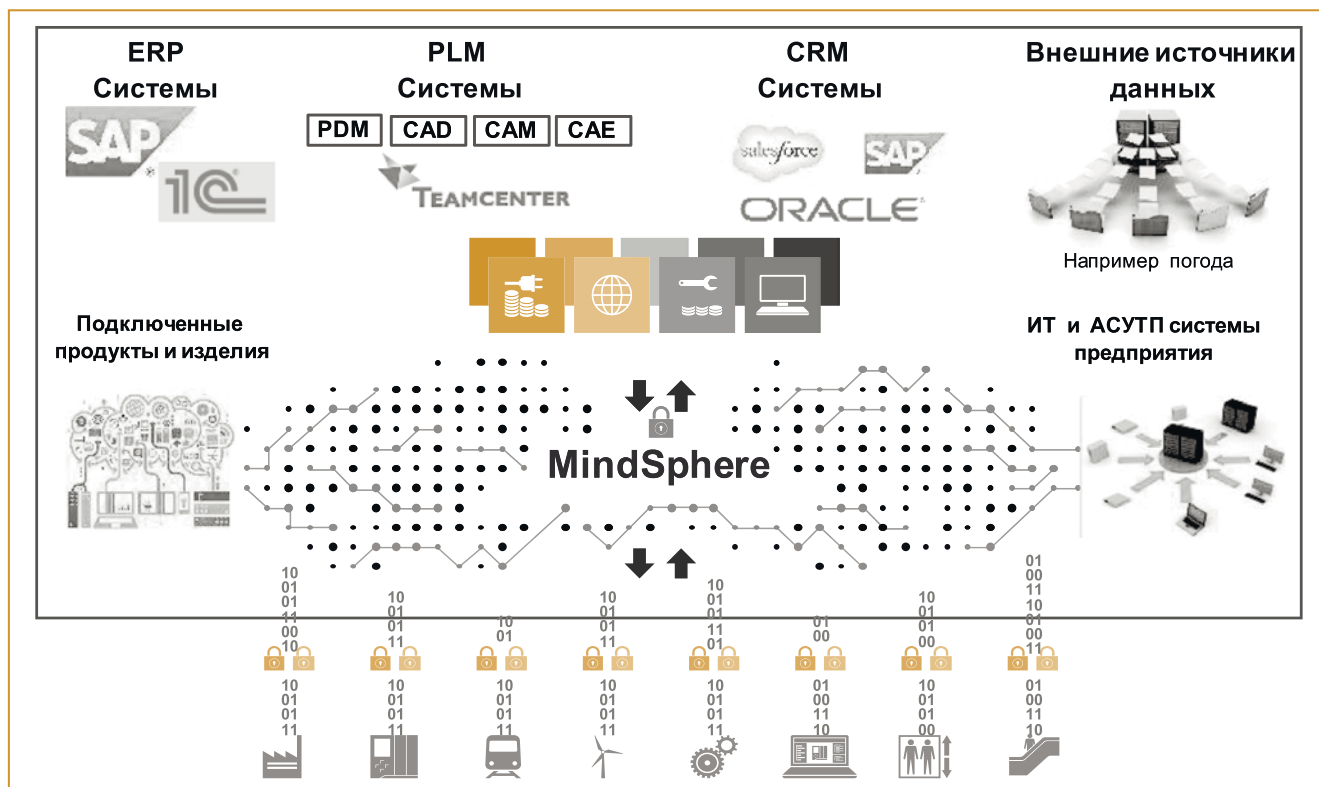


Рис. 4. Построение полных цифровых цепочек через комбинацию операционных и бизнес данных

— Predictive Learning: набор готовых библиотек и алгоритмов для создания предсказательных (предиктивных) моделей работы оборудования на основе методов машинного обучения. Данный инструмент позволяет в короткие сроки оптимизировать работу оборудования, осуществить переход от его планового обслуживания к обслуживанию по состоянию, эффективно предупреждать сбои в работе систем.

Открытая экосистема партнеров

Открытый подход и модульные принципы построения платформы позволили быстро развить широкую экосистему партнеров MindSphere, которые обогащают платформу своим опытом, знаниями и наработками в виде готовых приложений и модулей MindApps. Уже сейчас пользователь платформы может выбирать в on-line-магазине MindSphere Store, содержащем десятки готовых решений, приложения, подходящие для его задач и индустриальной специфики¹. Например, 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, процентовку подачи 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.

Возможности платформы MindSphere не ограничиваются сбором и анализом только промышленных данных или данных от физических устройств. Интерфейсы и готовые приложения платформы позволяют подключать и использовать для анализа данные от ИТ-систем предприятия (например, ERP, CRM), от систем управления жизненным циклом изделий (PLM), управления производством и качеством (MES/MOM, QMS, АСУТП). Комбинация этих данных с данными о реальном функционировании производственного оборудования, данными об эксплуатации готовых изделий с учетом геопозиционирования, погодных и климатических условий позволяет создать единый аналитический центр операционных и бизнес данных (рис. 4).

Приложение MindSphere Product Intelligence включает все необходимые интерфейсы и инструменты для поиска и анализа данных различных источников от поставщиков, производителей и клиентов в комбинации с промышленными данными. Решение позволяет осуществлять унификацию, поиск, фильтрацию и анализ данных с учетом контекста (например, партии продукта, поставки комплектующих, условий производства, условий эксплуатации). Это дает значительный синергетический эффект и обеспечивает возможность интеллектуального принятия решений, снижения затрат и времени на поиск источников проблем, позволяет сосредоточиться на оптимизации изделий, их производстве и обслуживании с учетом создания новой

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

ценности и повышения степени удовлетворенности заказчиков.

Практический эффект

Таким образом, с помощью платформы MindSphere предприятия, объединения и даже целые отрасли смогут замкнуть цифровые цепочки между проектированием, производством и эксплуатацией изделий. И это не отвлеченная абстракция, а императив рынка, который требует трансформации традиционных предприятий в динамичные, адаптивные, самоуправляемые производства, чутко реагирующие на требования заказчиков и постоянно оптимизирующие производственные процессы и выпускаемую продукцию.

Примеров таких трансформаций уже много. Например, производитель грузоподъемной техники Konecranes (Финляндия) использует аналитику данных об эксплуатации изделий (более 50 тыс. промышленных кранов по всему миру) не только для более эффективного «предиктивного» обслуживания, но и для улучшения и оптимизации конструкции. Информация о работе крана собирается более чем 30 датчиками, установленными в изделии, и попадает в платформу MindSphere. Результаты анализа эксплуатационных данных в комбинации с информацией о местоположении и применении кранов учитываются PLM-системой Teamcenter и помогают обновлять цифровую модель (двойник) изделия. В результате оптимизируется конструкция и эксплуатационные характеристики продукта.

Другой пример — реализация системы превентивного обслуживания холодильных агрегатов и чиллеров серии Blue e+ компании Rittal на базе специализированного приложения MindSphere. Данные от оборудования (температура, напряжение, другие параметры состояния) передаются в платформу MindSphere и используются для контроля состояния установленных систем и управления сервисным обслуживанием. За счет перехода к обслуживанию

по состоянию обеспечивается повышение коэффициента эксплуатационной готовности оборудования и достигается снижение затрат на эксплуатационную поддержку и сервисное обслуживание на 30%.

Заключение

Технологии IIoT являются одной из ключевых составляющих технологического стека концепции Industry 4.0, фактически «связующим звеном», обеспечивающим возможность построения киберфизических систем, основанных на интеграции информационно-вычислительных ресурсов в физические процессы. Платформа MindSphere, выступающая в качестве фундамента для систем промышленного IoT, позволяет проводить анализ данных оборудования, систем, устройств и т. д. в приложениях MindApps и создавать соответствующие виртуальные интеллектуальные модели — «цифровые двойники», а в дальнейшем использовать эти данные для сокращения времени выхода новых продуктов на рынок, повышения степени гибкости производства, качества продукции и эффективности производственных процессов.

Таким образом, MindSphere позволяет обеспечить вертикальную прозрачность процессов и данных на всех уровнях управления отдельного предприятия, а с другой стороны, сделать возможной плотную интеграцию и кооперацию предприятий и сервисных компаний в масштабах производственных холдингов и отраслей на всех этапах цепочки формирования добавленной стоимости продуктов.

Список литературы

1. Бекасов Д. Возможности «Сименс» для цифровой трансформации промышленных производств // Control Engineering Россия, Тематическое приложение «IIoT». 05/2018.
2. MindSphere — облачная, открытая операционная система для интернета вещей, способствующая цифровой трансформации бизнеса // CAD/CAM/CAE Observer. 2017. № 6 (114).

Соколов Дмитрий Игоревич — эксперт по развитию направления MindSphere,
Соловьёв Сергей Юрьевич — канд. техн. наук, руководитель Центра компетенций,
 Департамент «Цифровое производство», ООО «Сименс».
 Контактный телефон +7 (495) 737-17-37.
 E-mail: icc.ru@siemens.com
[Http://www.siemens.ru](http://www.siemens.ru)

В России создается единое цифровое пространство «4.0 RU»

В рамках Международной выставки «ИННОПРОМ-2018» компании НПП «ИТЭЛМА», «Лаборатория Касперского», «Сименс» и «Сименс индустри софтвар» подписали соглашение о стратегическом партнерстве. Партнеры намерены продолжить совместную работу по реализации программы единого цифрового пространства промышленности России «4.0 RU». Подписанное соглашение переводит проект в фазу его практической реализации. Компании займутся комплексным внедрением цифровых технологий на разных этапах жизненного цикла продукции и уровнях промышленного производства. Кроме того, участники соглашения договорились о создании совместной «Лаборатории цифровых технологий», где будут отрабатываться и демонстрироваться архитектурно-технические решения

платформы и сервисов «4.0 RU». Новая лаборатория должна стать площадкой для тестирования технологий будущего, призванных осуществить цифровую трансформацию промышленности.

«Сотрудничество с ведущими ИТ- и производственными компаниями, успешно начавшееся в 2017 г., теперь переходит на качественно новый уровень. Уникальность проекта «4.0 RU» заключается в сочетании ключевых компонентов и технологий, составляющих необходимый базис для цифровой трансформации процессов и бизнес-моделей в промышленности России. Речь идет о новой цифровой реальности, в которой будут взаимодействовать потребители, производители и провайдеры услуг. И эта новая реальность создается в рамках «4.0 RU», — отметил Дитрих Мёллер, Президент «Сименс» в России.

[Http://www.siemens.ru](http://www.siemens.ru)