www.controlengineering.ru

IIoT

2018

ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Приложение
к журналу
Control Engineering
Россия

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ СРЕДА

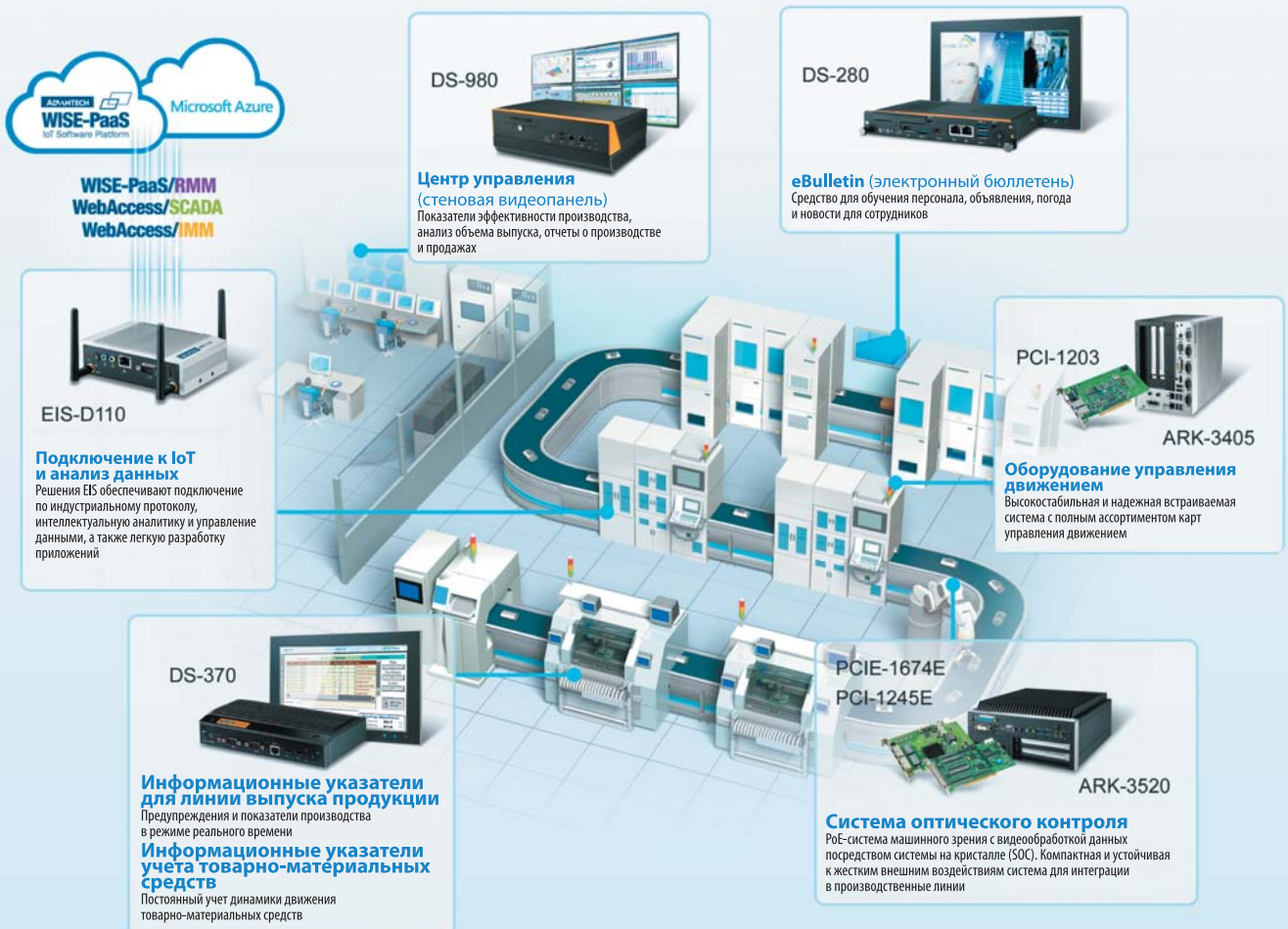
БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ ДЛЯ LoRaWan

МИГРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ОБЛАКО

ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Развертывание встраиваемых систем «Интернета вещей» в средах с жесткими условиями эксплуатации



В эпоху IoT промышленная автоматизация постепенно стала достаточно надежной, чтобы быть эффективной частью производственного процесса. Благодаря использованию интегрированных решений от компании Advantech производственные линии могут быть автоматизированы с применением управляемых роботизированных механизмов, а также систем визуального контроля на базе машинного зрения и систем с поддержкой визуализации данных на основе предлагаемых компанией программных сервисов.

Предлагаемая продукция

Встраиваемая платформа

- Разнообразные FieldBus-интерфейсы
- Мониторинг данных и управление ими
- Оптимизация производственных процессов

Встраиваемые IoT-системы

- Интегрированные решения для управления движением и машинного зрения
- Решения для управления движением
- Решения для машинного зрения

Производственные информационные указатели

- Для производственных линий по выпуску продукции
- Электронный бюллетень
- Центр управления

Реклама

Офис компании Advantech в Санкт-Петербурге

Email: ARU.embedded@advantech.com
Тел.: +7 (812) 332-57-27
Адрес: Россия, 199178, Санкт-Петербург, 3-я линия, д. 62, лит. А, БЦ «Jensen House», 2-й этаж

Осциллографы цифровые InfiniiVision 1000 серии X Keysight Technologies

МОДЕЛЬ	EDUX1002A	EDUX1002G	DSOX1102A	DSOX1102G
Полоса пропускания	50 МГц		70 МГц (100 МГц опция)	
Скорость захвата осциллограмм	> 50 000 осциллограмм/с			
Частота дискретизации	1 Гвыб/с		2 Гвыб/с	
Дисплей	ЖК 7'' WVGA TFT			
Количество каналов	2 аналоговых плюс Trigger View (цифровой канал)			
Глубина записи	100 тыс. точек		1 млн. точек	
Запуск и декодирование сигналов последовательных шин (опция)	I2C, UART/RS232		I2C, SPI, UART/RS232, CAN, LIN	
6 приборов в одном	Осциллограф			
	Встроенный генератор сигналов стандартной формы 20 МГц (в стандартной комплектации моделей EDUX1002G и DSOX1102G)			
	Анализатор сигналов последовательных шин — опция (EDUX1EMBD, DSOX1EMBD, DSOX1AUTO)			
	Цифровой вольтметр — бесплатно при регистрации прибора			
	Частотомер — в стандартной комплектации			
	Анализатор АЧХ — опция (стандартно в DUX1002G, DSOX1102G)			
Цена стандартной комплектации*	**$580**	**$840**	**$840**	**$1100**

*Представленные данные являются справочными, подробную информацию можно уточнить у менеджеров компании.

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород / Екатеринбург / Прага
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66

Реклама

ДИПОЛЬ

Положительно заряжен

KEYSIGHT TECHNOLOGIES
Authorized Premium Distributor

IIoT

Приложение к журналу
Control Engineering Россия

Главный редактор
Владимир Никифоров | vladimir.nikiforov@fsmedia.ru

Выпускающий редактор
Алина Жилина
alina.zhilina@fsmedia.ru

Новостной редактор
Наталья Новикова

Технические консультанты
Алексей Платунов
Сергей Колюбин
Игорь Гуров
Александр Микеров

Отдел рекламы
Ольга Зайцева | olga.zaytseva@fsmedia.ru
Татьяна Ильиных | tatyana.ilinyh@fsmedia.ru
Ирина Миленина | irina@fsmedia.ru

Дизайн
Игорь Домрачев

Верстка
Дмитрий Никаноров

Отдел подписки
Наталья Виноградова | podpiska@fsmedia.ru

Директор
Екатерина Косарева | Ekaterina.Kosareva@fsmedia.ru

Заместитель директора
Павел Правосудов | pavel@fsmedia.ru

Санкт-Петербург
190121, Санкт-Петербург, Садовая ул., 122
Тел.|факс +7 (812) 438-1538

Москва
105120, Москва,
Нижняя Сыромятническая, д. 10, стр. 4, оф. 218
Тел.|факс: +7 (495) 987-3720

www.controlengrussia.com

Издатель
ООО «Электроникс Паблишинг»
197101, Санкт-Петербург,
Петроградская набережная, д. 34, лит. Б
Тел.|факс +7 (812) 438-1538

Журнал «Control Engineering Россия» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство от 24.05.2013 г. ПИ №СС 77-54248

Учредитель ООО «Электроникс Паблишинг»

Журнал печатается по лицензии издательства CFT Media.

Control Engineering Россия является торговой маркой CFE Media LLC. Все права защищены.

Подписано в печать 10.05.18
Тираж 4000 экз.
Свободная цена

Отпечатано в типографии «Принт24»
192102, Санкт-Петербург, ул. Самойловой, д.5, литер В

Редакция не несет ответственности за информацию, приведенную в рекламных материалах.
Полное или частичное воспроизведение материалов допускается с разрешения ООО «Электроникс Паблишинг».

СОДЕРЖАНИЕ

6 **НОВОСТИ**

РЫНОК

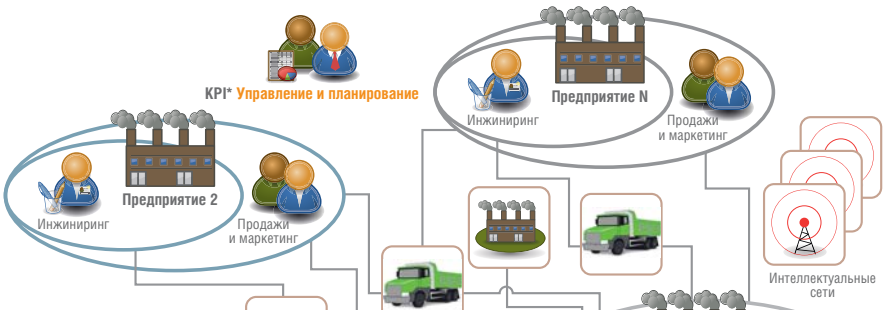
10 **IIoT-СОБЫТИЯ В РОССИИ И МИРЕ**

14 **НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ ДЕРЖИТ КУРС НА ЦИФРОВИЗАЦИЮ**

Представляем вниманию читателей интервью с Крисом Дартнеллом (Chris Dartnell), президентом направления «Нефть, газ и нефтехимия» компании Schneider Electric.

ТЕНДЕНЦИИ

16 **У ИСТОКОВ «ИНДУСТРИИ 4.0»: КАК РАЗВИВАЕТСЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ГЕРМАНИИ**



22 **УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ АКТИВОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Инновационные технологии существенно меняют облик производств по всему миру — в том числе принципы управления производительностью активов.

26 **РАЗВИТИЕ IIoT-ТЕХНОЛОГИЙ**

28 **КАК IoT БУДЕТ ФОРМИРОВАТЬ ПРОФЕССИОНАЛОВ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

СОДЕРЖАНИЕ

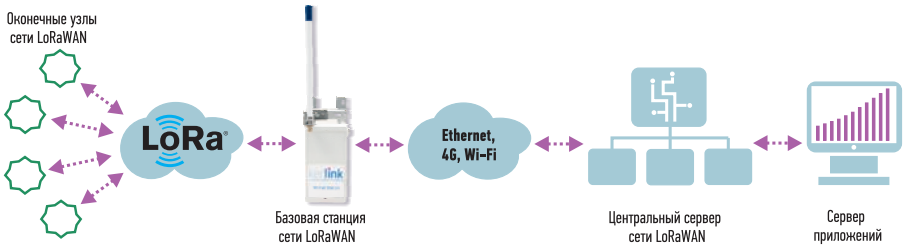
30 **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ИНТЕЛЛЕКТА**

В статье рассмотрены результаты внедрения интеллектуального анализа в рамках проектов по IIoT.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

33 **ВСТРАИВАЕМЫЙ КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

36 **ОБОРУДОВАНИЕ KERLINK ДЛЯ «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ»**

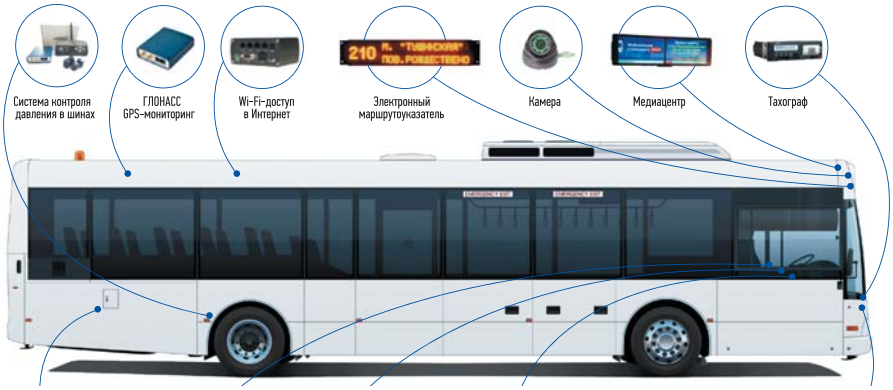


Представлены базовые станции компании Kerlink, которые являются неотъемлемой частью архитектуры LoRaWAN и обеспечивают требуемую зону покрытия сети.

СЕТИ

44 **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ TSN**

48 **БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ**



Одной из характерных особенностей цифрового производства является использование мобильных технологий. В статье рассмотрены решения компании «ЕвроМобайл».

IIoT

Приложение к журналу Control Engineering Россия

Chief editor
Vladimir Nikiforov | vladimir.nikiforov@fsmedia.ru

Publishing editor
Alina Zhilina
alina.zhilina@fsmedia.ru

News editor
Natalia Novikova | natalia.novikova@fsmedia.ru

Technical consultors
Aleksey Platunov
Sergey Kolyubin
Igor Gurov
Alexander Mikerov

Advertising Department
Olga Zaytseva | olga.zaytseva@fsmedia.ru
Tatyana Ilinykh | tatyana.ilinyh@fsmedia.ru
Irina Milenina | irina@fsmedia.ru

Design
Igor Domrachev

Page-proofs
Dmitry Nikanorov

Subscription Department
Natalia Vinogradova | podpiska@fsmedia.ru

CEO
Ekaterina Kosareva | ekaterina.kosareva@fsmedia.ru

Deputy Director
Pavel Pravosudov | pavel@fsmedia.ru

Saint Petersburg
190121, St. Petersburg,
Sadovaya str., b.122
t/f: +7 (812) 438-1538

Moscow
105120, Moscow,
Nizhnaya Siromyatnicheskaya str., 10,
b.4, of. 218
t/f: +7 (495) 987-3720

www.controlengineering.ru

Publisher
LLC Electronics Publishing
197101, St. Petersburg,
Petrogradskaya nab., b.34B
t/f: +7 (812) 438-1538

Control Engineering Russia Magazine is registrated by Federal Service on Surveillance in the Sphere of communication media. License # CC 77-54248 from 24.05.2013

Full or part rewriting is allowed after LLC Electronics Publishing permission.

Journal is published by license from CFT Media.

Control Engineering Russia is a trademark of CFE Media LLC. All rights reserved

52 **ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ETHERCAT УНИВЕРСАЛЬНЫМ ОТВЕТОМ НА ВЫЗОВЫ IIoT?**

РОБОТОТЕХНИКА

55 **ЧЕЛОВЕК + РОБОТ + ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: BIONICWORKPLACE ОТ КОМПАНИИ FESTO**

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

60 **ВОЗМОЖНОСТИ «СИМЕНС» ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

66 **ОБЪЕДИНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ERP И IIoT**

70 **МИГРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ОБЛАКО**

В статье на примере планов компании «Ростсельмаш» рассматриваются предпосылки и сегодняшние ограничения для перемещения части производственных процессов в Интернет.

73 **LEAVING ON THE EDGE: ГИБРИДНЫЕ IoT-РЕШЕНИЯ**

ПРОЕКТЫ И ВНЕДРЕНИЯ

78 **КАК РЕАЛИЗУЮТ IIoT В РОССИИ?**

XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ

18–20 сентября 2018 Санкт-Петербург

Задачи

- Ускорение бизнес-процессов
- Оптимизация затрат
- Рост производительности
- Гибкость производства
- Обеспечение безопасности
- Непрерывный контроль

Решения

- Цифровое производство
- IIoT BIG DATA PLM
- Облачные технологии
- АСУ ТП Робототехника
- Кибербезопасность
- Измерение и контроль
- Отраслевые приложения . . .

18-19 сентября
Конференция
Промышленная автоматизация
и информационные технологии
на пути к «Индустрии 4.0».

Организатор:

FarEXPO IFE®
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER

www.automation-expo.ru
e-mail: ais@farexpo.ru
тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

Место проведения:

EXPOFORUM
Петербургское шоссе, 64/1
Павильон F

Реклама

НОВОСТИ РОССИЙСКОГО РЫНКА IoT

«РОСАТОМ» ВНЕДРИЛ СИСТЕМУ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова», принадлежащее «Росатому», разработало систему для цифрового производства «Призма». В ней используется отечественная система для мониторинга станков и персонала «Диспетчер» от компании «Цифра».

Система «Призма» создавалась как импортонезависимый продукт для цифрового управления всеми процессами на мелкосерийном и серийном производстве, под потребности именно российских предприятий.

Благодаря технологиям IIoT «Призма» формирует единое цифровое пространство на предприятии, объединяя производственный процесс с системами планирования и учета. В целом за счет оптимизации производственного кластера на текущих мощностях можно выполнить на 10% больше заказов, уточнили представители компании.

На данный момент система внедрена на четырех промышленных площадках госкорпорации «Росатом». В рамках этих проектов к системе мониторинга оборудования «Диспетчер» подключено более 300 станков.

«ЭР-ТЕЛЕКОМ» ПОКРОЕТ СЕТЬЮ LORAWAN 50 ГОРОДОВ

Оператор «ЭР-Телеком Холдинг» (бренд «Дом.ру») покроет сетью LoRaWAN 50 российских городов к июлю этого года. Об этом на конференции «IoT: цифровое будущее» заявил директор по маркетингу и монетизации инноваций компании Виктор Мазурик. К концу года компания планирует достичь цифры в 60 населенных пунктов. В Санкт-Петербурге, части Москвы, Перми и Ярославле будет реализовано indoor- и deep indoor-покрытие, а в остальных городах — outdoor.

Компания уже провела радиопланирование, а в некоторых упомянутых городах были установлены первые базовые станции.

ВЛАСТИ ПЕТЕРБУРГА УТВЕРДИЛИ ПЛАН ПО РАЗВИТИЮ «УМНОГО ГОРОДА»

В ходе ежегодного отчета в Законодательном собрании Санкт-Петербурга губернатор города Георгий Полтавченко заявил, что власти Северной столицы утвердили план мероприятий по развитию Петербурга с помощью технологий «умного города».

По его словам, проектный офис «Умный город» в настоящее время разрабатывает цифровые платформы на основе блокчейна, внедрение которых лишит злоумышленников возможности менять показания приборов учета, а также исключит двойные квитанции, переплаты и задержки с перечислением платежей.

Губернатор также рассказал, что в Выборгском районе Петербурга заложен первый «умный дом» — с автоматизированной системой управления и учета коммунальных ресурсов, позволяющей в автоматическом режиме собирать, хранить, обрабатывать и передавать данные о расходе электрической энергии, тепла и воды.

Кроме того, губернатор сообщил, что в этом году город вложит в уставный капитал АО «ИТМО-Хайпарк» 1,3 млрд руб.

ОТ ПОРТАЛА PRO-IOT.PRO

В ЛЕНОБЛАСТИ ПОЯВЯТСЯ ДВА УНИКАЛЬНЫХ «УМНЫХ ГОРОДА»

Губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко заявил о реализации в течение ближайших 5 лет федеральной программы «Умный город» в двух населенных пунктах региона — Сосновом Бору и Гатчине.

По его словам, через пять лет это должны быть города, которые не имеют аналогов даже в Европе. Губернатор рассказал, что в них планируют реализовать беспилотные маршуртные такси, открытый бюджет, открытое голосование, участие населения в обсуждении через электронные средства, системы «умного» ЖКХ и «умного» управления транспортом и многое другое. Дорожная карта по осуществлению проекта «Умный город» в городах Ленинградской области уже разрабатывается.

ВИДЕО ДЛЯ «УМНЫХ ДОМОВ» БЕЗ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Ученые из Университета Вашингтона во главе с исследователем Шьямом Голлакота (Shyam Gollakota) изобрели аналоговую систему для потоковой передачи видео высокой четкости, устраняющую потребность в энергопотребляющих компонентах видеокамеры. Разработка может использоваться на носимых устройствах и в «умных домах».

Камеры, применяемые в «умных домах», нуждаются в передаче видео высокой четкости, но для обработки этого видео необходима большая мощность, а затем передача кодированных данных по Wi-Fi. Также в миниатюрных устройствах сложно найти место для батарей, которые, к тому же, требуют частой замены.

Команда разработчиков взялась решить эту проблему, используя обратное рассеивание для подачи сигнала низкой мощности, состоящего из пары байтов. Разработанной системе для потоковой передачи видео высокой четкости требуется мощность в 10 тыс. раз ниже, чем у обычной камеры.

Ученые создали систему, которая предусматривает присоединение камеры непосредственно к антенне, при этом яркость пикселя напрямую коррелирует с длиной отраженного сигнала. Короткий импульс означает темный пиксель, более длинный — посветлее, а самый продолжительный указывает на белый пиксель.

Рендеринг видео выполняется на принимающем устройстве — например, на смартфоне или компьютере, мощность которых позволяет быстро обрабатывать сигнал. Таким образом, для передачи полноцветного HD-сигнала требуется мощность менее одного ватта.

По словам разработчиков, в будущем технология может использоваться для передачи не только видео, но и других данных.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ СТАНЕТ «УМНЕЕ»

ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦИФРОВОЙ ФОРУМ 2018

МТС, Samsung и правительство Санкт-Петербурга в рамках Петербургского цифрового форума подписали соглашение о создании инфраструктуры «умного города».

Свои подписи поставили исполняющий обязанности губернатора Санкт-Петербурга Александр Говорунов, президент штаб-квартиры Samsung Electronics по странам СНГ и генеральный директор «Самсунг Электроникс Рус»

Ким Ю Так и директор филиала МТС в Санкт-Петербурге и Ленинградской области Павел Коротин.

Александр Говорунов заявил, что наработки экспертов из различных компаний интегрируются в проектный офис «умного города», во главе которого стоит губернатор города.

По словам директора филиала МТС Павла Коротина, соглашение предполагает, что оператор запустит в Петербурге пилотную зону «Интернета вещей». По информации городского правительства, речь идет о сетях на базе экосистемы Narrow Band IoT (NB-IoT), посредством которых будет осуществляться сбор, анализ и управление данными, а также дистанционный контроль за приборами. Запуск таких сетей позволит тестировать и внедрять в пилотной зоне высокотехнологичные продукты и услуги. В ближайшие два года МТС намерена инвестировать в Санкт-Петербург несколько миллиардов рублей.

Глава «Самсунг Электроникс Рус» Ким Ю Так выразил надежду на то, что разработки компании будут востребованы в ходе создания системы «умного города» в Петербурге.

42% РОССИЯН ХОТЯТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТЕХНОЛОГИИ «УМНОГО ДОМА»

Заместитель министра строительства и ЖКХ Андрей Чибис в ходе Российского интернет-форума — 2018 (РИФ) привел данные, согласно которым 42% граждан РФ хотят использовать технологии «умного дома», а 36% готовы за них заплатить.

Одним из приоритетных направлений развития смарт-жилья и «умных городов» в Минстрое считают «умное» ЖКХ. По словам Андрея Чибиса, автоматизация учета в ЖКХ позволит ввести дисконтные программы в тарификации ресурсов, повысить энергоэффективность и предложить дополнительные сервисы. Эти процессы замглавы Минстроя охарактеризовал как «уберизацию» ЖКХ, подчеркнув, что ведомство намерено стимулировать внедрение смарт-сервисов в этом секторе. В частности, Минстрой намерен в ближайшее время на законодательном уровне отрегулировать механизм электронного голосования жителей многоквартирных домов за управляющую компанию.

Заместитель министра строительства и ЖКХ также призвал максимально использовать онлайн-технологии для автоматизации управления жилым фондом.

PRO IoT
www.pro-iot.pro

Информационный портал «ПРО IoT» — профессиональный гид в сфере «Интернета вещей». Тематику сайта составляют новости рынка IoT, государственная политика в области цифровой экономики и «Интернета вещей», разработка IoT-технологий, проекты вендоров и операторов, а также новые потребительские «умные» устройства и сервисы. «ПРО IoT» способствует динамичному развитию российского рынка «Интернета вещей», создавая онлайн- и оффлайн-площадки для общения его участников и поддерживая ключевые инициативы в этой области. Портал сотрудничает с отраслевыми ассоциациями, руководителями лидирующих компаний, государственными ведомствами и организациями.

pt ELECTRONICS
Innovations & Technologies
Будущее рядом
Единый телефон: 8-800-333-63-50 | info@ptelectronics.ru | www.ptelectronics.ru
Офисы компании: Санкт-Петербург, Москва, Чебоксары, Нижний Новгород, Екатеринбург, Новосибирск, Ижевск, Таганрог, Пермь
Реклама

IIoT-СОБЫТИЯ В РОССИИ И МИРЕ

Представляем подборку актуальных мероприятий, связанных с тематикой промышленного «Интернета вещей».

24–25 мая, Казань (Россия)

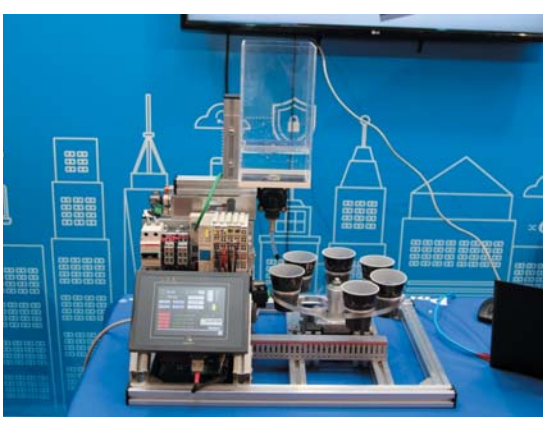
IT & SECURITY FORUM

ITSF — одно из крупнейших событий в области информационных технологий и кибербезопасности, которое освещает широкий круг вопросов в области информатизации и защиты информации, а также использования современных технологий для повышения эффективности и конкурентоспособности бизнеса.

Основная цель форума — формирование дружеской коммуникативной среды для высококвалифицированных специалистов с большим практическим опытом в области цифровых технологий, компьютерной безопасности и big data.

www.itsecurityforum.ru

5–6 июня, Санкт-Петербург (Россия)



ПТА — САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Деловая программа выставки посвящена развитию технологий автоматизации зданий и технологических процессов с приходом четвертой промышленной революции и поделена на следующие тематические секции:

- Industry 4.0: принципы создания цифрового предприятия.
- Диспетчерское управление инфраструктурными объектами.
- Практика автоматизации инженерных систем зданий.
- Промышленная автоматизация в проектах и решениях.
- Интеллектуальные системы безопасности.

www.pta-expo.ru/spb

6–8 июня, Казань (Россия)

ЦИФРОВАЯ ИНДУСТРИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОССИИ

Конференция ЦИПР — это межотраслевая площадка для глобального диалога представителей промышленности, специалистов отрасли ИКТ, оборонного комплекса, инвесторов и государства по актуальным вопросам развития цифровой экономики, несырьевого экспорта, конверсии в ОПК и обеспечения кибербезопасности.

Основное внимание в этом году будет уделено мировым технологическим цифровым трендам: «большим данным», нейротехнологиям и искусственному интеллекту, беспроводной связи, робототехнике, виртуальной и дополненной реальности, технологии распределенных реестров (blockchain), промышленному «Интернету вещей», квантовой технологии и ряду других.

www.cipr.ru

7–8 июня, Амстердам (Нидерланды)

IIOT AND DIGITAL SOLUTIONS FOR OIL AND GAS

IIOT AND DIGITAL SOLUTIONS FOR OIL AND GAS

Конференция фокусируется на самых важных и успешных проектах внедрения цифровых технологий в нефтегазовой отрасли. Основные темы конференции: индустриальный «Интернет вещей», «большие данные» (big data), кибербезопасность, виртуальная реальность, носимые компьютеры (wearables), облачные (cloud) и промышленные беспроводные (wireless) решения. Мероприятие предназначено для специалистов в области ИТ, цифровизации, технических директоров, а также всех руководителей компаний, заинтересованных в последних новостях и разработках в сфере технологий.

www.globuc.com/digitalsolutions

12–14 июня, Лондон (Великобритания)

Internet of Things World Europe

INTERNET OF THINGS WORLD EUROPE

На этой конференции представители промышленных предприятий смогут увидеть IIoT в действии и узнать, как при его реализации достичь экономического эффекта.

Участники мероприятия обсудят такие важные вопросы цифровой эры, как повышение производительности, трансформация бизнес-моделей и формирование новых сервисов. Компаниям необходимо предпринять все эти меры, чтобы оставаться на плаву.

tmt.knect365.com/iot-world-europe

9–12 июля, Екатеринбург (Россия)

ИННОПРОМ

Международная промышленная выставка ИННОПРОМ – эффективная платформа для коммуникации бизнеса, отраслевых ассоциаций и представителей Правительства РФ и иностранных государств.

Главной темой мероприятия в этом году станет «Цифровое производство». Кроме того, в рамках ИННОПРОМа состоится несколько специализированных выставок: «ИННОПРОМ. Металлообработка», «Аддитивные технологии», «Технологии для энергетики», «Индустриальная автоматизация и IoT», а также «Машиностроение и производство компонентов для машиностроительной отрасли».

Страна-партнер выставки: Республика Корея.

www.innoprom.com

Сентябрь, Москва (Россия)

R&D В СФЕРЕ IoT: ТРЕНДЫ. ТЕСТ-ЛАБОРАТОРИИ. КОМПОНЕНТЫ. СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По данным организаторов, пленарная дискуссия сконцентрирует внимание участников на главных трендах российского «Интернета вещей»: начале масштабной реализации проектов «умного города» с государственной поддержкой и активизации заказчиков в ЖКХ и промышленном секторе. Темой второй сессии на конференции станет создание и оснащение тестовых и испытательных лабораторий поставщиками и разработчиками IoT-технологий.

Также, учитывая интерес участников к практическому опыту коллег в разработке аппаратных средств и разворачивании IoT-сетей, организаторы конференции решили включить в программу соответствующие специализированные сессии. Завершит форум круглый стол, посвященный проблематике развития коммуникационных сетей для рынка «Интернета вещей».

За подробной информацией по вопросам партнерства и участия обращайтесь:

- e-mail: conference@telesputnik.ru;
- тел.: +7 (812) 332-64-44.

18–20 сентября, Санкт-Петербург (Россия)

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Ведущие компании представят уникальные проекты и новые разработки: автоматизированные системы управления, промышленные компьютерные и телекоммуникационные сети, электрические машины и источники электропитания, приводные системы, прикладное программное обеспечение, специализированное оборудование, комплектующие и др.

В рамках деловой программы выставки состоится конференция «Промышленная автоматизация и информационные технологии на пути к «Индустрии 4.0».

www.automation-expo.ru

27–28 сентября, Казань (Россия)

IoT WORLD SUMMIT RUSSIA

Мероприятие охватывает множество мировых кейсов по IoT, а также предоставляет обзоры последних трендов и пути развития индустрии в сегменте «Интернета вещей» и «умных» технологий.

Конференция будет разделена на 12 тематических потоков. Каждый участник сможет найти интересные для себя потоки по применению технологий в ключевых сферах экономики, что поможет усовершенствовать производство.

www.iotworldsummit.ru

7–8 ноября, Ростов-на-Дону (Россия)

SMART FARMING WORLD SUMMIT RUSSIA

На мероприятии будет представлено более 50 успешных примеров внедрения «Интернета вещей» в сельском хозяйстве. Цифровые технологии решают ключевые задачи фермеров: сокращение операционных расходов и себестоимости выращивания продукции, ресурсосбережение, улучшение урожайности, выявление проблемных зон земельных участков и т. д. Для этого используются беспилотники и дроны, сети «Интернета вещей», спутниковые технологии, «умные» сенсорные системы, M2M, машинное обучение, глубинное обучение, робототехника, искусственный интеллект, блокчейн, открытые данные, точное земледелие, вертикальное фермерство и другие технологии.

www.smartfarmrussia.ru

21–23 ноября, Москва (Россия)

ALL-OVER-IP

Конференции и экспозиция форума охватывают следующие темы:

- Трансформация видеонаблюдения: AI, IoT, кибербезопасность.
- Комплексная безопасность в эпоху цифровой экономики: PSIM и киберфизические системы.
- Машинное зрение: интеграция с ТСБ и организация жизненного пространства.
- Cloud & IoT: эволюция городов и зданий.
- Cybersecurity поколения гибридных войн: защита АСУ ТП, IoT и облачных сред.
- Проектный бизнес: технологические секреты для интеграторов и инсталляторов и др.

www.all-over-ip.ru

28–29 ноября, Санта-Клара (США)

IOT TECH EXPO NORTH AMERICA

Мероприятие посвящено успешным проектам и последним инновациям в области «Интернета вещей», а также его влиянию на производство, транспорт, цепочку поставок, логистику, энергетику и автоматизацию.

Ключевые темы конференции: «умные» здания, преобразование цепочки поставок, интеллектуальные города и транспорт, «умные сети», анализ данных, мониторинг, кибербезопасность и т. д.

Наряду с основным мероприятием пройдут две дополнительные выставки, посвященные блокчейну и искусственному интеллекту.

www.iottechexpo.com/northamerica

КРИС ДАРТНЕЛЛ:
«Цифровые решения эффективны, лишь когда руководство предприятия понимает, чего хочет достичь в итоге»

НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ ДЕРЖИТ КУРС НА ЦИФРОВИЗАЦИЮ

Крис Дартнелл (Chris Dartnell), президент направления «Нефть, газ и нефтехимия» компании Schneider Electric, рассказал нашему журналу о том, как нефтегазовая отрасль реагирует на цифровую трансформацию промышленности и какие шаги в этом направлении нужно предпринять российским предприятиям.

В декабре 2016 г. мы общались с вами как с вице-президентом по мировым продажам и управлению бизнесом Schneider Electric, а теперь вы президент по нефтегазовой отрасли. Почему вас заинтересовало данное направление и его развитие?

В 2016 г. я возглавлял одно из глобальных подразделений Schneider Electric по автоматизации. По меньшей мере половину данного бизнеса составляют решения для нефтегазовой отрасли. Кроме того, значение рынка нефти и газа трудно переоценить — не только для России, но и для всего мира. Именно поэтому мне стало интересно более плотно заняться развитием этого подразделения.

Как адаптируются нефтегазовые компании к глобальным экономическим переменам — цифровизации, возрастающей конкуренции?

Нефтегазовая отрасль очень быстро реагирует на изменения — например, на динамику цен на нефть и газ, — и игроки этого рынка оперативно принимают решения о том, в каком направлении нужно меняться. Иногда я думаю: удалось бы компаниям из других отраслей выжить после снижения цен на 60–70%? А нефтегазовые компании на это способны, и это впечатляет.

Предприятия нефтегазовой отрасли стремятся и к глобализации, и к цифровизации. Успешность освоения цифровых решений зависит уже от конкретной компании.

Поделитесь своим мнением об «Интернете вещей». Что он может дать нефтегазовой промышленности?

Под «Интернетом вещей» в нефтегазовой отрасли понимают внедрение передового оборудования и программного обеспечения на объектах добычи нефти и нефтепереработки для того, чтобы обеспечить их конкурентоспособность, гибкость и эффективность. Чтобы собрать всю необходимую информацию, цифровизация затрагивает каждый элемент предприятия, но важнее всего понимать, что нужно делать с этими данными для осознания сути процессов на объекте. В нефтегазовой промышленности данных всегда достаточно. Автоматизация в этой отрасли началась довольно давно, и накопленный опыт позволяет нам глубоко понимать потребности рынка и предлагать заказчикам все более эффективные решения. Например, для объединения всех уровней предприятия нефтегазовой отрасли Schneider Electric разработала концепцию EcoStruxure Plant. Это гибкая платформа и архитектура, которая позволяет раскрыть потенциал предприятия, обеспечить его слаженную и эффективную работу. Кроме того, решение EcoStruxure Plant дает возможность не только оптимизировать производственные процессы, но и легко модернизировать их в будущем.

Какие тренды цифровизации можно выделить в нефтегазовой промышленности в России?

Я бы сказал, что в целом нефтегазовая отрасль держит курс на цифровизацию, и это главная цель для руководителей компаний. Она часто становится темой для обсуждения, и чаще всего ее продвижение — это инициатива сверху: директора предприятий видят в ней потенциал, вкладывают средства и поддерживают команды специалистов, которые занимаются цифровыми проектами. Так происходит во всем мире и в том числе в России. Это позитивный тренд, который не может не радовать Schneider Electric как эксперта в области цифровых решений.

В России мы в первую очередь видим потенциал в цифровизации разведки и добычи, повышении надежности (особенно вращающихся машин, компрессоров, двигателей), в улучшении всей цепочки поставок и планирования, а также в более продвинутой автоматизации. Мы замечаем, что взгляды руководителей предприятий начинают меняться, что крупнейшие российские компании размышляют о цифровой трансформации. Предстоит еще многое сделать, но уже заметна положительная динамика в сторону реальных проектов для получения прибыли. Конечно, заказчики все еще осторожно относятся к цифровой трансформации, и одна из причин заключается в вопросе кибербезопасности. Эта тема вышла на первый план и заставила компании задуматься о том, открывать ли доступ ко всем данным или держать их в «облаке». Schneider Electric постоянно работает над совершенствованием защиты, чтобы наши заказчики могли без опасений использовать передовые подключенные решения.

Что могут сделать российские нефтегазовые компании, чтобы снизить капитальные и операционные расходы (CAPEX и OPEX)?

Чтобы снизить капитальные и операционные расходы, компании прибегают к разным способам. Некоторые из них связаны с тем, как в целом нужно выбирать проекты, учитывая капитальные затраты. Прибыль от внедрения цифровых решений во многом зависит от операционных расходов: от того, как вы управляете предприятием, как принимаете решения, что и как производить. Цифровизация позволяет принимать более эффективные решения, повышать производительность и доходы, сокращать расходы на эксплуатацию. Например, при подготовке концепции одного проекта для крупного европейского нефтеперерабатывающего предприятия мы на основании только общих данных смогли предсказать сбой большого компрессора за 25 дней до того, как это случилось. Сбой действительно произошел, и компания потеряла несколько миллионов долларов. Это показывает, что предиктивный подход дает очень большие возможности для развития нефтегазовой отрасли, в том числе и в России.

Как вы оцениваете влияние выбора сотрудников и международного взаимодействия на развитие нефтегазовой промышленности?

Человек стоит в центре любого развития, всё зависит от него. Сейчас нефтегазовой отрасли нужны молодые люди, освоившие методы цифровизации. Я упрощаю, но поколение 25-летних говорит на цифровом языке, а те, кому уже за 50, вынуждены этому языку учиться. В декабре, например, мы открыли Центр компетенций в Томском политехническом университете, чтобы дать студентам возможность эффективнее осваивать цифровые технологии в нефтегазовой отрасли. Российские университеты дают очень высокий уровень теоретической подготовки, а наша задача — показать практическое приложение этих знаний в нефтегазовой промышленности и цифровизации.

Если мы говорим о международном взаимодействии в нефтегазовой индустрии, то можно просто отметить, что эта отрасль, пожалуй, самая глобальная в мире. Возможно, наравне с ней находится авиастроение. В целом степень кооперации предприятий очень высока, несмотря на то, что в некоторых странах действуют политические ограничения. Если мы реализуем какой-то проект в России, то в нем принимает участие много талантливых российских инженеров, хотя мы можем привлечь и специалистов из других стран, если они смогут поделиться релевантным опытом. В проектах для российской промышленности часто участвуют подрядчики, например, из Германии, — так специалисты здесь получают мировую экспертизу. Думаю, нефтегазовая отрасль должна оставаться глобальной, и предприятия это поддерживают.

Какие перспективы у российской нефтегазовой промышленности на ближайшие пять лет?

Мне кажется, в первую очередь российские компании стремятся к быстрому освоению цифровых технологий и локализации. Сейчас в России хорошо развиты местные технологии, а международным предприятиям оказывают поддержку в локализации производств — таким образом обеспечивается широкий выбор доступных решений. Мне кажется, цифровизация может привести компании к совершенно новому взгляду на управление активами. Если ее правильно использовать, это поможет пересмотреть структуру организации, весь технологический и бизнес-процесс.

Прекрасно, что промышленность так вдохновилась цифровизацией и что на ее реализацию появились деньги. Однако цифровые решения эффективны, лишь когда учтено множество факторов и руководство предприятия понимает, чего хочет достичь в итоге. Огромное внимание следует уделить глубокому анализу ситуации, а к этому этапу порой подходят недостаточно серьезно. У меня вызывают беспокойство неудачные проекты — проекты с непонятной целью, которые могут отвратить предприятия от последующего развития. Одна из наших задач — помочь заказчику выявить проблему и правильно расставить приоритеты.

Мы убеждены, что цифровизация — следующий большой шаг промышленности. Через пять лет предприятиям, которые ее не освоили, будет труднее на рынке, они будут менее конкурентоспособны. Особенно это касается нефтегазовой промышленности как глобальной индустрии; в других отраслях могут быть какие-то локальные особенности, специфика. Нужно постоянно учиться чему-то новому, чтобы быть успешными и гибко реагировать на перемены. ⬢

У ИСТОКОВ «ИНДУСТРИИ 4.0»: КАК РАЗВИВАЕТСЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ГЕРМАНИИ

ДМИТРИЙ ШВЕЦОВ
shvetsov@prosoft.ru

Известно, что концепция «Индустрия 4.0» изначально была сформулирована в Германии — как стратегия развития обрабатывающей промышленности. В статье рассмотрены влияние данной концепции на немецкую и мировую экономику и современное производство, новые бизнес-стратегии, а также роль облачных платформ (CPS).

Первая промышленная революция была основана на использовании воды и пара, движущей силой второй стало электричество, а ключевым элементом третьей послужила ЭВМ. Сейчас мы находимся в начале четвертого этапа — «Индустрии 4.0», связанной с внедрением «Интернета вещей» (Internet of things, IoT). Термин IoT изначально предназначался для рекламирования RFID-меток, однако теперь имеет гораздо более широкий смысл — подразумевая вычислительную сеть физических объектов, которые взаимодействуют с уникальными или виртуальными идентификаторами и позволяют осуществлять обмен данными между всеми компонентами системы производства, а также с внешней средой. В связи с продвижением таких технологий во многих странах появились проекты по развитию промышленности. Так, в Германии была сформулирована стратегия «High Tech Strategy 2020 Action Plan», три варианта которой были опубликованы в 2006, 2010 и 2012 гг. [1]. Полной интернетизации промышленности немецкие предприятия планируют достичь к 2030 г. Существует и другая модель новой промышленной реальности — американская, где во главу угла ставится «Интернет вещей» в широком понимании, т. е. применимый по отношению к любым активам, не только производственным, и не ограниченный обрабатывающей промышленностью. В таком случае вопросы стандартизации, совместимости и безопасности предполагается решить в будущем [2].

Ведущая позиция Германии в области обрабатывающей промышленности, производства оборудования и машиностроения позволила ей стать центром развития «Индустрии 4.0». Научные исследования, разработка технологий производства и систем управления способствуют формированию нового подхода к индустриализации. Основные принципы «Индустрии 4.0» можно сформулировать следующим образом [3]:

1. Функциональная совместимость. Киберфизические системы (носители обрабатываемых деталей, сборочных станций и продуктов), люди и «умные» производства должны иметь возможность общаться посредством «Интернета вещей» и интернет-услуг.
2. Виртуализация. «Умный» завод должен иметь виртуальную копию (т. н. цифрового двойника), созданную посредством связывания данных от датчиков (получаемых в ходе мониторинга физических процессов) с виртуальными имитационными моделями производства.
3. Децентрализация. Киберфизические системы должны быть способны принимать собственные решения в рамках «умных» производств.
4. Функционирование в режиме реального времени. Сбор и анализ данных должны происходить в реальном времени, с мгновенной выдачей результатов.
5. Ориентация на услуги. Киберфизические системы, люди и «умные» заводы должны иметь возможность оказывать услуги через Интернет.
6. Модульность. «Умным» заводам необходима гибкая адаптация к изменяющимся требованиям — путем замены или расширения отдельных модулей.

«ИНДУСТРИЯ 4.0» СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

По мере внедрения «Интернета вещей» начнут появляться глобальные сети, которые объединят машины, системы управления и хранения, а также производственные мощности «умных» заводов. Условная модель будущего интеллектуального предприятия представлена на рис. 1. Все объекты, включенные в общую сеть, могут обмениваться данными, инициировать те или иные действия и управлять друг другом. Это позволяет упростить модернизацию производственных процессов, проектирования, цепочки поставок, использования материалов и управления жизненным циклом. Также «Индустрия 4.0» дает возможность повысить качество, гибкость и надежность всей работы предприятия.

В основе четвертой промышленной революции лежат «умные» заводы. На таких предприятиях можно реализовать производственные процессы любой сложности, при этом сведя к минимуму риск сбоев и обеспечив эффективное создание «умных» продуктов. Одной из важных составляющих подобных производств являются беспроводные сети, которые охватывают все процессы, машины, ресурсы и сотрудников, а также позволяют наладить обмен данными между компаниями.

В рамках нового производства «умные» продукты можно точ-

но идентифицировать, узнать их текущее состояние, какие производственные процессы они уже прошли, а какие только предстоят — во всех подробностях. В зависимости от полученной информации «умные» заводы выстраивают маршрут следования продукта и работу оборудования. Такой подход позволяет обеспечить мобильность и улучшить логистику.

Благодаря глобальным сетям «умные» продукты можно будет отслеживать в течение всего цикла производства в режиме реального времени. В некоторых случаях они даже смогут практически автономно контролировать процесс своего производства, обеспечивая оптимизацию данных этапов с точки зрения логистики, обслуживания и интеграции с остальными процессами предприятия. Также в дальнейшем в любой момент можно будет интегрировать в «умную» продукцию некоторые сервисные функции и задать специфические параметры конструкции, формирования заказа, планирования производства, эксплуатации и утилизации, что особенно важно при выпуске небольших партий товара.

«Умные» предприятия будут способны учитывать индивидуальные требования заказчиков, в любую минуту меняя режим работы производства и быстро реагируя на сбои в работе поставщиков. Полная прозрачность производственных процессов позволяет принимать оптимальные решения и создавать новые бизнес-модели.

Важно отметить, что на интеллектуальных производствах работники будут освобождены от необходимости выполнять рутинные задачи за счет возможности контролировать производственные процессы и управлять ими через сети. Специалисты смогут уделить больше внимания профессиональному развитию и более творческим заданиям. При этом дольше будут востребованы пожилые сотрудники в связи с нехваткой квалифицированных работников, знакомых с производством. Гибкая организация производства также будет способствовать более эффективному сочетанию работы и качества жизни сотрудников.

Также для внедрения «Индустрии 4.0» необходимо развивать сетевую инфраструктуру, увеличивать пропускную способность для ресурсоемких приложений и повышать качество обслуживания сети, особенно в тех случаях, когда время выполнения задачи критически важно. Возможный вариант построения глобальных сетей на «умном» предприятии с указанием связей между интеллектуальными объектами и службами приведен на рис. 2.

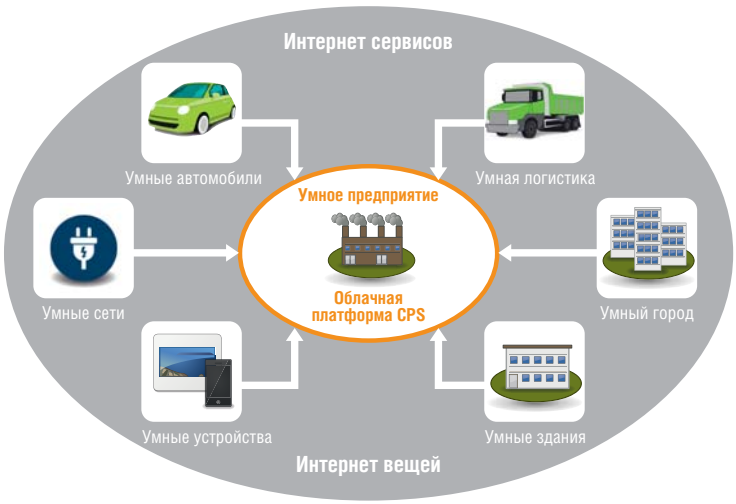


РИС. 1. ◀ Модель узла сети «умного» предприятия

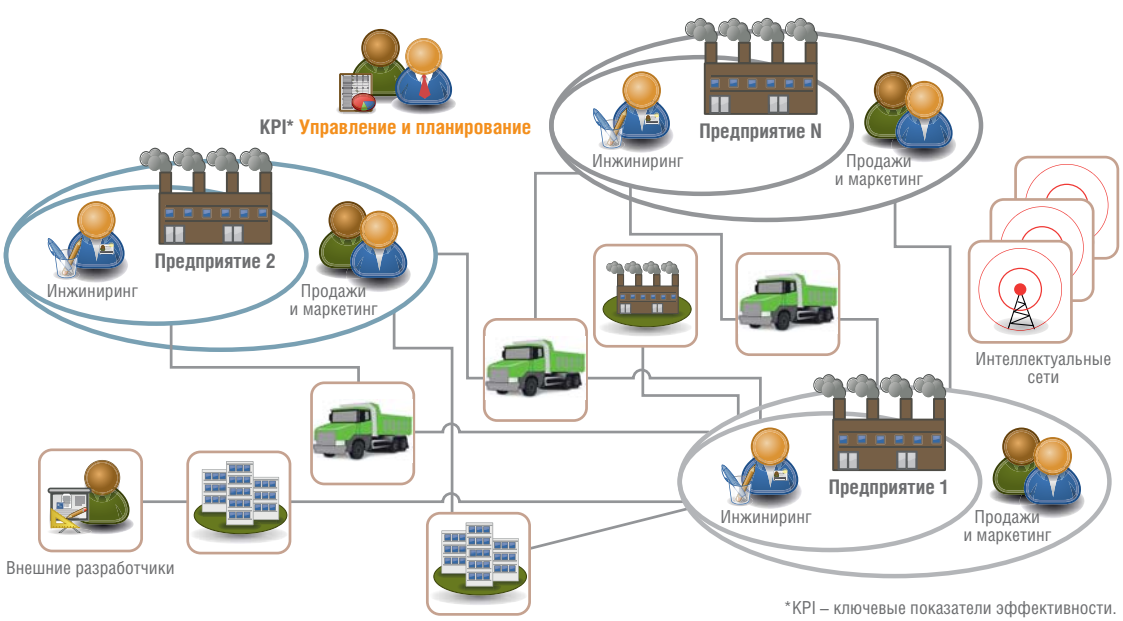


РИС. 2. ◀ Архитектура сети «умных» предприятий и управления ими

Реализовать все перечисленные выше технологии можно на основе облачной платформы (Cloud Platform System, CPS). Рассмотрим ее преимущества подробнее.

СЕРВИСНЫЕ CPS-ПЛАТФОРМЫ

CPS-платформа — это решение типа «облако в коробке», предназначенное для поддержки процессов предприятия и объединяющих их сетей. С помощью приложений, предоставленных этой платформой, можно будет обеспечить надежную связь между сотрудниками, объектами и системами. Такие приложения предусматривают [4]:

- гибкость, производительность и простоту использования разработанных сервисов;
- легкое развертывание модели бизнес-процессов напрямую из App Store;
- комплексное, безопасное и надежное резервное копирование всех бизнес-процессов;
- безопасность и надежность всего производственного процесса — от датчиков до пользовательских сетей;
- поддержку мобильных платформ и устройств;
- поддержку совместного производства, процессов обслуживания, анализа и прогнозирования в сетях.

При оркестровке разработки сервисов и приложений на CPS-платформах необходимо учитывать требования вертикальной и горизонтальной интеграции. При этом в рамках «Индустрии 4.0» оркестровка имеет более широкий смысл, чем в случае веб-сервисов: создание общих служб и приложений должно быть частью совместной работы компаний. Условный вариант построения глобальных сетей на базе CPS-платформы с обеспечением связи между интеллектуальными объектами представлен на рис. 3.

Во время оркестровки и последующей реализации производственных и сервисных процессов требуется также учитывать вопросы безопасности, надежности, удобства использования, анализа данных в реальном времени и построения прогнозов. Это позволит решить и проблемы, связанные с огромным количеством источников данных и конечных устройств. Что касается моделирования, то будут разработаны приложения и услуги для CPS-платформ, которые предусматривают изменение функциональности, кластеризацию и взаимодействие между службами предприятий. При совместной работе нескольких компаний также потребуется эталонная архитектура, учитывающая перспективы развития промышленности. Гарантировать безопасный обмен информации будет эффективная и надежная сетевая инфраструктура с широкополосной связью.

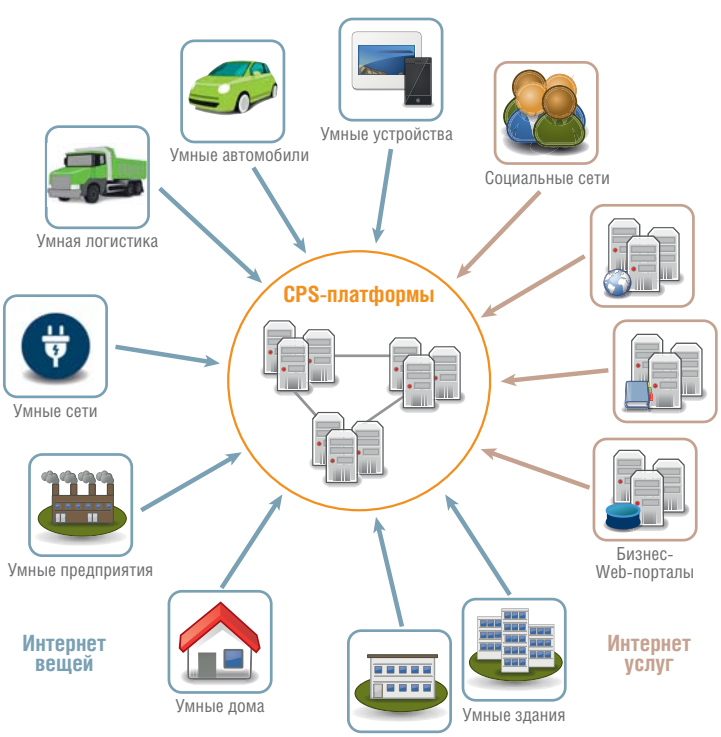


РИС. 3. ▶ CPS-платформы и взаимные связи между интеллектуальными интернет-объектами

НОВЫЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ

Переход к «Индустрии 4.0» повлечет за собой формирование новых моделей бизнеса и партнерских взаимоотношений. Эти модели обеспечат доступ малого и среднего бизнеса к дополнительным услугам и программным лицензиям, а также позволят компаниям более гибко организовать ценообразование — с учетом соглашений об уровне обслуживания, сетевом взаимодействии и сотрудничестве клиентов и конкурентов с их партнерами. Благодаря такому подходу станет возможным создание бизнес-сетей, в которых доходы справедливо распределяются между всеми участниками цепочки создания стоимости и при этом все партнеры выполняют расширенные нормативные требования к продукции и производству (например, направленные на сокращение выбросов углекислого газа).

Объединение нескольких предприятий в общую сеть также обусловлено сценариями «Индустрии 4.0», такими как создание сетевого производства, самоорганизующейся адаптивной логистики и клиент-интегрированного машиностроения. Приняв эти меры, можно будет решить проблемы, связанные с финансированием, разработкой, надежностью, ответственностью и защитой IP-адресов. Для отслеживания соблюдения договорных и нормативно-правовых условий будут обеспечены подробный мониторинг и документирование всех этапов бизнес-процессов в режиме реального времени. В случае предоставления индивидуальных услуг также требуется соблюсти гарантированный и указанный в лицензии срок службы и предоставить приемлемые условия работы для привлечения новых партнеров, особенно из малого и среднего бизнеса.

Все указанные характеристики новых бизнес-моделей могут при-

вести к непредсказуемым изменениям мировой экономики и высокодинамичной трансформации рынка. Новые технологии могут оказать разрушительное влияние на правовые вопросы (касающиеся, например, важных корпоративных данных и их защиты, ответственности, торговых ограничений и т. д.), поэтому требуется проверять соответствие всех разработок закону и до, и во время внедрения. Кроме того, не менее важную роль в «Индустрии 4.0» играют защита узлов сети и общая безопасность — обеспечить ее только на уровне отдельных компонентов будет недостаточно.

КАДРОВЫЙ ВОПРОС

«Индустрия 4.0» окажет влияние и на социальную организацию труда. Уже сейчас в некоторых отраслях промышленности не хватает молодых и квалифицированных сотрудников — особенно актуальна эта проблема для таких стран, как Германия, где очень высок процент старого населения (второе место в мире), а средний возраст работников производств составляет 40–45 лет. Чтобы демографические изменения прошли как можно более гладко и это не сказалось на производительности сотрудников, в Германии планируют эффективно использовать существующие резервы рынка труда — например, увеличив долю женщин и пожилых людей в сфере занятости. Ведь, по данным исследований, производительность человека зависит не от возраста или пола, а от организации рабочих мест и того, в каком положении сотрудник выполняет свои обязанности. Чтобы обеспечить высокую производительность, необходимо также контролировать и при необходимости изменять здравоохранение, обучение, модель карьерного роста и структуру команд. Для этого требуется трансформировать и систему образования. Таким образом, влияние на конкурентоспособность немецких компаний в рамках «Индустрии 4.0» окажут не только юридические и технические факторы, но и организация социальной инфраструктуры.

Изменится и отношение человека к технологиям и окружающей среде, ведь появится возможность выполнять работу на заводе удаленно, с помощью виртуальных рабочих мест и мобильных устройств с удобными мультимодальными интерфейсами. Не менее важное значение будут иметь проектные модели с высокой степенью саморегуляции и управленческими решениями: сотрудники смогут свободнее принимать собственные решения, регулировать свою нагрузку и активнее участвовать в производстве.

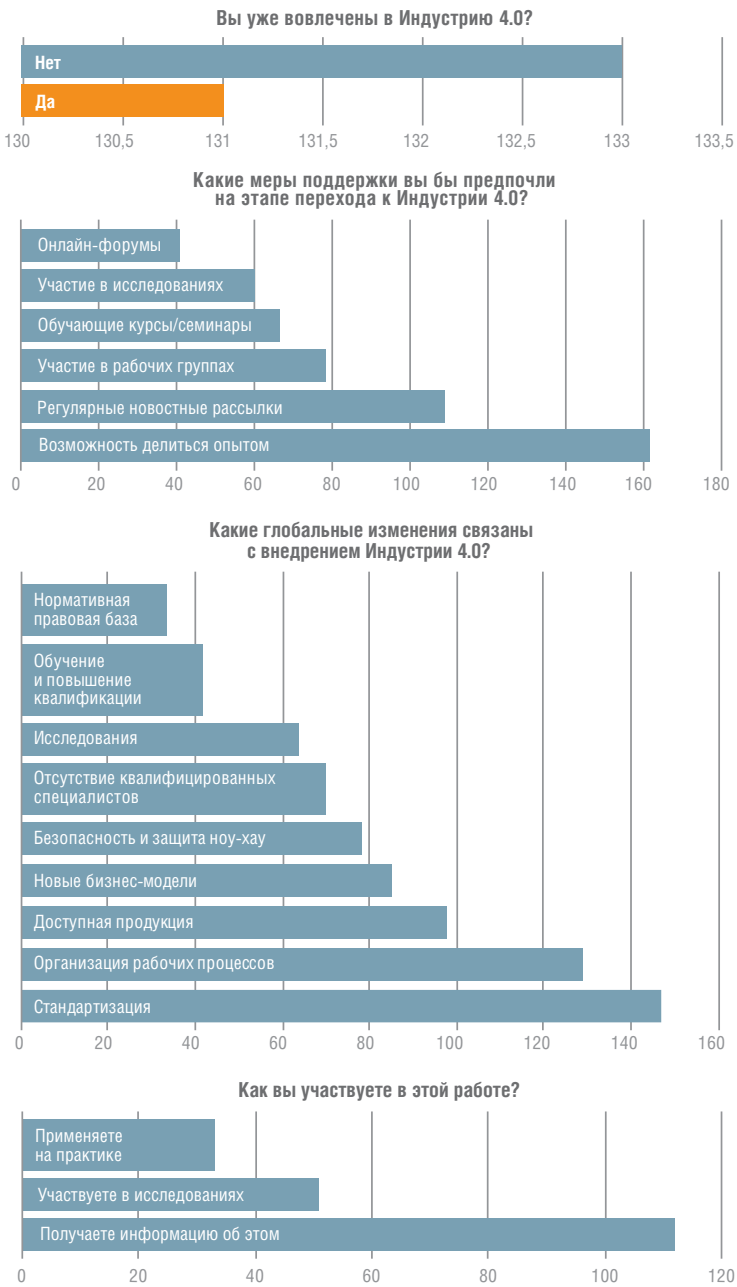


РИС. 4. ◀ Результаты исследования перспектив развития «Индустрии 4.0» в Германии

ПУТЬ К «ИНДУСТРИИ 4.0»

Несколько лет назад профессиональные ассоциации BITKOM, DMA и ZVEI[1] провели опрос немецких производителей на тему перспектив «Индустрии 4.0»: около 47% респондентов заявили, что они уже активно используют новые технологии, 18% приняли участие в соответствующих исследованиях, а 12% испытали преимущества «Индустрии 4.0» на практике. Результаты опроса приведены на рис. 4. В целом,

[1] BITKOM — Ассоциация информационных технологий, телекоммуникаций и новых средств связи; DMA (англ. Direct Marketing Association) —— Ассоциация прямого маркетинга; ZVEI (нем. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie) — Ассоциация производителей электротехнической и электронной промышленности. — Прим. ред.

как показало данное исследование, немецкие компании считают, что использовать технологии «Индустрии 4.0» важно для повышения конкурентоспособности, но для их внедрения им необходимо больше информации.

При реализации концепции участники опроса столкнулись с тремя ключевыми проблемами — стандартизацией, организацией труда и доступностью технологий. Что касается информационной осведомленности, то примерно половине компаний помогли в этом профессиональные ассоциации, т. е. сотрудничество с деловыми партнерами, учеными и обществом.

Участники опроса считают, что для плавной реализации «Индустрии 4.0» необходимо принять следующие меры [4]:

1. Обеспечить доступные услуги в сетевой инфраструктуре (с надлежащими пространством, качеством и надежностью), чтобы можно было работать на основе CPS-платформ в режиме реального времени. А также подкрепить их международными стандартами и политикой — как национальной, так и глобальной.
2. Постепенно заменить старые системы (негибкие, статичные и т. д.) на новые — работающие в реальном времени и ориентированные на сервис.
3. Формировать новые бизнес-модели с той же скоростью, с которой развивается «Интернет вещей».
4. Вовлекать сотрудников с самого начала процессов модернизации, повышать их квалификацию и техническое развитие.
5. Отрасли ИКТ при переходе к «Индустрии 4.0» необходимо тесно сотрудничать с заводами и мехатронными системами поставки, которые имеют более длинные инновационные циклы, чем ИКТ.

ДВОЙНАЯ СТРАТЕГИЯ НА РЫНКЕ

Чтобы достичь целей «Индустрии 4.0», поставщикам необходимо координировать свое развитие с динамикой рынка: с одной стороны, стремиться занять лидирующую позицию на рынке, а с другой — наладить поставки. Например, внедрить CPS на производстве и одновременно продавать CPS-технологии и их продукты, чтобы благотворно повлиять на производство оборудования промышленности.

Основные характеристики этой двойной стратегии [4]:

- формирование межфирменных сетей и цепочек добавленной стоимости;
- использование цифровых технологий;
- разработка, внедрение и вертикальная интеграция гибких и конфигурируемых производственных систем в рамках предприятий.

Все эти компоненты позволят предприятию занять стабильную позицию на рынке и адаптировать цепочку создания стоимости к новым условиям. С помощью двойной стратегии компании могут организовать быстрое и эффективное производство продукции по рыночным ценам.

С точки зрения поставок предприятие вполне может занять

ЭФФЕКТИВНОЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

На современном производстве некоторое оборудование остается включенным во время перерывов в работе, что позволяет быстро запустить производственный процесс после выходных, но при этом приводит к большим тратам энергии. Около 90% мощности, израсходованной в перерыв, приходится на такие объекты, как роботы (20–30%), экстракторы (35–100%), лазерные источники и их системы охлаждения (0–50%). Например, в течение простоев сборочная линия кузова транспортного средства, на которой используется лазерная сварка, потребляет 12% от общего количества энергии.

На «умном» предприятии роботы будут отключаться даже во время коротких перерывов, а в течение длительных — находиться в режиме ожидания Wake-On-LAN. Экстракторы смогут настраивать в зависимости от текущих условий двигатели с регулируемой скоростью, а лазерные источники будут заменены на новые системы. Повысить энергоэффективность упомянутой сборочной линии поможет координированное включение и отключение узлов. В результате общее потребление энергии можно будет снизить примерно с 45000 до 40000 кВт (на 12%), а расход энергии во время перерывов сократить на 90%. При этом важно учитывать, что обеспечить энергоэффективность необходимо еще в самом начале проектирования CPS.

Соотношение затрат и рисков модернизации производства пока остается не очень привлекательным, но в дальнейшем такой подход станет техническим стандартом для разработки механизмов в рамках «Индустрии 4.0».

СОЗДАНИЕ СТОИМОСТИ В РАМКАХ «ИНДУСТРИИ 4.0»

Сегодня цепочка создания стоимости строится на основе требований заказчика к архитектуре и производству. Обычно на ее формирование уходит много лет, и изменяется она нечасто. Кроме того, заказчикам сложно выбрать определенные качества продукта или оказать влияние на процесс производства, поскольку ИТ-системы, как правило, обмениваются информацией в пределах одной системы и не предоставляют полный обзор производственных процессов в реальном времени. Также стоит отметить, что техническое обслуживание ИТ-систем остается дорогостоящим.

«Умные» предприятия, построенные на основе CPS-систем, предусматривают полный цифровой цикл производства, учитывающий все требования заказчика. Все технологические процессы и взаимодействие узлов визуализируются. Развитие обособленных секторов производства влияет на всю систему. Таким образом, стоимость создания отдельных продуктов сохраняется и для последующих партий товара и даже может снизиться.

Благодаря объединению систем предприятия и оптимизации цепочки добавленной стоимости заказчики получают бо́льшую свободу выбора в производстве продукции: у них появляется возможность определить отдельные функции и компоненты изделий и по-своему их совместить.

лидирующую позицию в сфере создания, производства и маркетинга продуктов «Индустрии 4.0», если оно снабжает обрабатывающую промышленность последними техническими разработками. Также важно использовать наравне с этими инновациями возможности, появляющиеся в области ИТ. Такое сочетание станет основой трансформации рынка и при этом позволит компаниям найти новые средства развития.

Уже доступные информационные технологии необходимо адаптировать к требованиям конкретных производств и выполнению определенных прикладных задач. В частности, на оборудовании, использующем средства CPS, нужно будет модернизировать ИТ-системы и производственные технологии, чтобы повысить эффективность. Для этого требуются новые подходы к разработке и реализации CPS, а в глобальном плане — инвестиции в научные, технологические и учебные проекты, посвященные методологиям и приложениям в области автоматизации моделирования и оптимизации систем.

Также немаловажным будет вопрос использования новых технологий для разработки цепочек добавленной стоимости. Для этого, к примеру, можно будет применить бизнес-модели, направленные на привязку продукции к соответствующим службам.

Вторая часть стратегии — захват рынка. В «Индустрии 4.0» главная роль принадлежит обрабатывающей промышленности. Для ее успешного развития предприятиям нужно наладить тесное и надежное сотрудничество между собой и между своими филиалами. Будет необходима полная цифровая интеграция различных этапов производства, продуктовых линеек и соответствующих систем — в том числе интеграция новых цепочек добавленной стоимости с уже развернутыми.

Стоит отметить, что на рынке Германии поддерживается баланс между малыми и средними промышленными предприятиями с одной стороны и крупными с другой. Многие представители малого и среднего бизнеса испытывают нехватку квалифицированных кадров для перехода к «Индустрии 4.0» или просто скептично относятся к этой концепции, поэтому необходимо реализовать комплексную передачу знаний и технологий. Для этого, в свою очередь, требуется активно развивать технологическую инфраструктуру (особенно широкополосную передачу данных), заниматься подготовкой квалифицированных специалистов и модернизировать организационные структуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере перехода к «Индустрии 4.0» в Германии можно увидеть, что сейчас все еще широко распространены базовые технологии и средства — благодаря этому предприятия могут эффективно взаимодействовать в области промышленной автоматизации. В будущем необходимо адаптировать все средства разработки и автоматизации к использованию в различных компаниях и отраслях промышленности с разными ИТ-системами. Например, создать сервисы, доступные в режиме реального времени и поддерживающие инфраструктурные ИКТ-платформы для горизонтальной и вертикальной интеграции. ⬢

ЛИТЕРАТУРА

1. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf
2. Рачковская И. А. Основные тенденции трансформации логистики в ходе неоиндустриализации // Вестник Моск. унив. Серия 6. Экономика. 2016. №3.
3. Для осуществимости Индустрии 4. 0 необходимо развитие датчиков // Датчики и системы. 2015. №6.
4. Обеспечение будущего немецкой промышленности. Рекомендации по внедрению стратегической инициативы «Индустрия 4.0». Финальный отчет рабочей группы «Индустрии 4.0». www.json.tv/tech_trend_find/buduschee-nemetskoy-promyshlennosti-20160214124513

УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ АКТИВОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

АЛЕКСЕЙ ЗЕНКЕВИЧ
Alexei.Zenkevich@Honeywell.com

Промышленный «Интернет вещей» (Industrial Internet of Things, IIOT), аналитика данных и другие цифровые технологии существенно меняют облик производств по всему миру. В частности, перемены коснулись и принципов управления производительностью активов. Опираясь на инновационные решения, компании могут значительно повысить эффективность и надежность оборудования и тем самым увеличить свою прибыльность.

«ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»: НЕ ОТКЛАДЫВАЯ НА ЗАВТРА

Промышленный «Интернет вещей», который недавно считался многообещающей технологией будущего, стремительно превращается в широко используемый инструмент, способный уже сегодня изменить облик производств и методы ведения бизнеса. Неслучайно технологиями IIoT начинают интересоваться все больше компаний из нефтегазового сектора, горнодобывающей промышленности и обрабатывающих отраслей.

Ошибочно полагать, будто облачные вычисления, машинное обучение, дополненная реальность и техническое обслуживание на основе прогнозов — только зарождающие-

ся, далекие от внедрения технологические инновации. На самом деле все эти средства доступны уже сейчас и на практике меняют подход ведущих промышленных компаний к повышению производительности активов и эффективности производства. По мнению многих аналитиков, влияние IoT на промышленный сектор будет выше, чем на потребительский. Согласно оценкам Forbes, к 2020 г. объем глобального рынка IoT-технологий достигнет $457 млрд при ежегодном росте капиталовложений около 28% (Forbes, Roundup of Internet of Things Forecasts, 2017 г.).

Когда промышленный «Интернет вещей» только зарождался, в фокусе внимания специалистов находились способы подключения различного оборудования к единой системе и сбор максимального количества данных с целью точного мониторинга. Но сейчас на первый план выходит вопрос о том, как наилучшим образом использовать полученные сведения, чтобы увеличить эффективность активов. Стало очевидно, что собранная информация не представляет большой ценности без глубокого анализа и интерпретации на основе отраслевых знаний. Только грамотная экспертиза позволяет правильно оценить данные: на ее основе можно не только понять, что уже произошло на производстве, но и делать точные прогнозы о будущем состоянии оборудования и характеристиках техпроцессов.

НОВЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Прогрессивные руководители, учитывая возможности технологий IIoT, пересматривают сложившиеся на предприятиях стратегии повышения эффективности активов и строят производственные экосистемы по новым принципам. Оптимизировать работу оборудования и снизить риски аварийных остановов помогают анализ эксплуатационных данных и предсказательная аналитика. Облачные технологии, современные средства связи и программные продукты обеспечивают удобство совместной работы с полученной информацией, а также позволяют привлекать к решению проблем экспертов, находящихся за тысячи километров от производственного объекта.

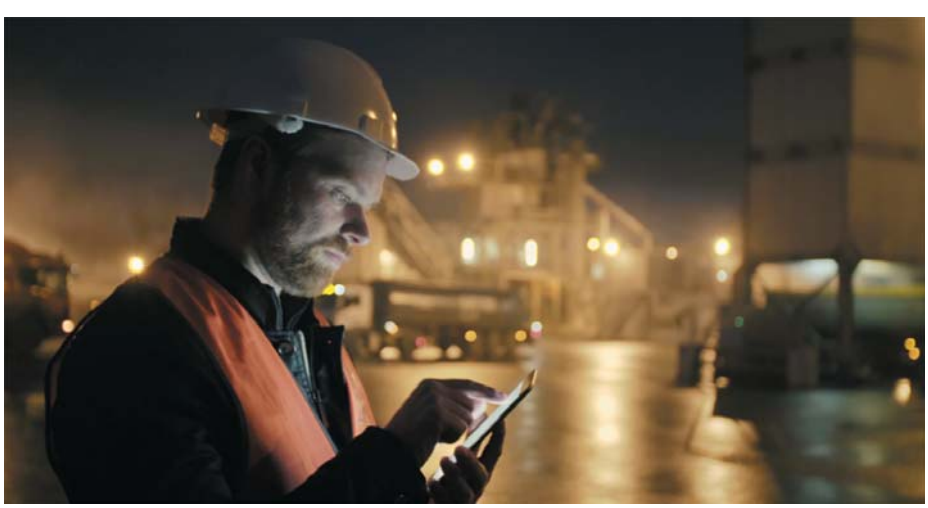
До появления IIoT предприятия тоже, так или иначе, пытались управлять производительностью активов (Asset Performance Management, APM). К примеру, для этого традиционно применялись системы планового техобслуживания (ТО) и планово-предупредительных ремонтов (ППР) с периодической фиксацией данных на бумажных носителях или в электронных таблицах; позднее возникло и специализированное, впрочем, далекое от совершенства ПО. Несомненно, по сравнению с ситуацией, когда оборудование эксплуатируется до отказа и обслуживается исключительно по требованию, продуманное профилактическое обслуживание — большой шаг вперед, ведь оно увеличивает надежность технологических установок и станков, сокращает расходы на ремонт и обслуживание. Однако всем известно, что при этом сами ППР требуют немалых денег и времени, а потому зачастую они проводятся номинально или с отклонением от графика, что может привести к катастрофическим последствиям.

Но даже грамотно и своевременно выполненное ТО не может по своей эффективности сравниться с техобслуживанием, строящимся на основе технологий промышленного «Интернета вещей» и прогностической аналитики. Информация от датчиков, отслеживающих множество параметров состояния оборудования, помогает выявлять проблемы на ранних стадиях и предотвращать развитие неисправностей. При этом ремонтные службы останавливают технологические установки для профилактических работ не по графику, а только тогда, когда в этом действительно есть необходимость. Немаловажно, что мониторинг состояния активов происходит непрерывно, не требует отправки технических специалистов на объект и прерывания техпроцесса.

Таким образом, IIoT в сфере управления производительностью не только обеспечивает куда более широкий функционал, но и существенно снижает издержки компаний. Благодаря современному ПО в распоряжении руководства оказывается исчерпывающая информация, позволяющая принимать обоснованные решения, касающиеся эксплуатации активов. Это особенно актуально для предприятий, чьи производственные мощности ограниченны и работают на пределе возможного, а также для тех сфер бизнеса, где даже небольшое отставание от производственного плана грозит тяжелыми финансовыми последствиями и репутационными рисками.

ОПТИМАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Как уже отмечалось, основные причины низкой производительности предприятий связаны с поломками оборудования и внеплановыми простоями. Так, нефтеперерабатывающий или химический завод среднего размера теряет около 5% мощностей только за счет незапланированных остановок техпроцессов. Благодаря цифровым технологиям и аналитическому ПО можно увеличивать время безотказной работы, количество



и качество выпускаемой продукции на 1–2% в год. По консервативным оценкам, это проводит к повышению годового дохода предприятия на $26–30 млн. Вместо того чтобы постфактум разбираться в случившихся авариях, можно заблаговременно проводить упреждающий анализ, который позволит понять, как эксплуатировать и обслуживать оборудование, чтобы предотвратить вероятные проблемы.

Использование IIoT для управления эффективностью активов нефтеперерабатывающего предприятия можно рассмотреть на примере установки коксования. Ключевой показатель ее производительности — скорость на выходе коксового барабана. Отслеживая информацию о скорости в режиме реального времени, можно точнее управлять всей установкой.

Другой пример — функция системы управления, позволяющая непрерывно рассчитывать скоростной коэффициент для вакуумной колонны. Такой коэффициент важен для определения скорости переработки сырой нефти, температуры на выходе из контура нагревателя и расхода отгоночного пара. В цифровую эпоху операторы имеют постоянный доступ к текущим значениям этого критического параметра.

Применяя технологии промышленного «Интернета вещей» и продвинутые инструменты анализа данных, руководство предприятия имеет возможность принимать оптимальные решения для повышения производительности активов. Современные системы позволяют учитывать экономические показатели и делать выбор в сложных ситуациях. К примеру, иногда лучше снизить пропускную способность линии, чтобы продлить срок службы важного оборудования до следующего планового останова. В других случаях — допустим, в преддверии модернизации — следует повысить нагрузку на оборудование для максимального использования имеющихся возможностей. Если задача экономии средств стоит особенно остро, можно отказаться от излишних проверок некоторых компонентов оборудования, а заодно оценить, может ли потенциальная экономия на обслуживании компенсировать ожидаемые потери от вероятного аварийного простоя.

ЛЕГКОЕ ВНЕДРЕНИЕ ДЛЯ БЫСТРОЙ ОКУПАЕМОСТИ

Те, кому доводилось пользоваться традиционными программными пакетами в сфере управления эффективностью активов, знают, что создание систем АРМ требует начальных капиталовложений, ручной настройки сотен интерфейсов, трудоемкого администрирования систем, постоянных обновлений и обучения конечных пользователей. Эти факторы зачастую и удерживали руководство предприятий от внедрения подобных решений. Однако цифровая трансформация изменила подход к созданию систем АРМ.

Сегодня существуют стандартизованные методики внедрения, позволяющие быстро и просто развертывать АРМ на объекте. Если раньше на это уходили месяцы и даже годы, то сегодня достаточно нескольких дней или недель. Производители систем используют готовые, предварительно настроенные и протестированные шаблоны. Такие шаблоны разрабатывают на основе отраслевого опыта и реальных задач, стоящих перед заказчиками. Пользователь получает в распоряжение гибкое ПО, которое поддерживает автоматическую настройку и обеспечивает доступ к обширной базе отраслевых знаний.

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Один из трендов в сфере цифровизации производств связан с под-

ключением к облачным сервисам. Сегодня этот процесс интенсивно идет в нефтегазовой и горнодобывающей отраслях, где многие активы компаний территориально удалены друг от друга и расположены в труднодоступных местах. Как правило, на месторождениях собирается большое количество данных, однако далеко не всегда непосредственно на объекте есть специалисты, способные грамотно проанализировать полученную информацию и принять оптимальные решения по надежной эксплуатации оборудования.

Подключив активы к облаку, компания может пользоваться экспертизой и аналитическими моделями производителя системы автоматизации, быть на связи со своим лицензиаром или привлекать сторонних специалистов к решению проблем, связанных с низкой производительностью или нестабильной работой оборудования.

В результате благодаря технологиям IIoT компании не только решают проблемы нехватки и высокой стоимости квалифицированных кадров, но и пользуются рекомендациями лучших отраслевых экспертов. Такая поддержка помогает выявлять нарушения в работе оборудования на самых ранних стадиях, экономя массу денег и времени.

В качестве примера облачного сервиса для АРМ можно упомянуть решение Honeywell Connected Plant Asset Performance Insight, предназначенное для повышения эффективности управления эксплуатацией и ТО промышленного оборудования. Оно обеспечивает подключение активов к облаку и применяет аналитические модели Honeywell и партнеров, чтобы избавить заказчиков от незапланированных простоев и излишнего обслуживания. Получая доступ к накопленному в отрасли опыту эксплуатации оборудования, заказчики могут эффективно использовать собираемые на их производственных объектах данные.

Другой пример, Honeywell Connected Plant Thermal IQ, — это система удаленного мониторинга для отслеживания и управления данными о критически важных тепловых процессах в сфере производства и в коммерческом секторе. Thermal IQ выполняет безопасное подключение оборудования для сжигания топлива к облаку и обеспечивает доступ к данным о тепловых процессах в реальном времени с любого «умного» устройства. Таким образом, персонал получает возможность более эффективно управлять тепловым оборудованием и контролировать его состояние, сокращая незапланированные простои и увеличивая время безотказной работы.

НА ПУТИ К «ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ»

Управление производительностью оборудования неотделимо от систем автоматизации производства, и эффективность современных АРМ определяется тем, что их можно тесно увязать с системами управления технологическим процессом. Отказы оборудования нельзя полностью проанализировать, предсказать или сократить лишь на основе просмотра данных АРМ, поскольку надежность активов зависит не только от надлежащего обслуживания, но и от характеристик управления техпроцессом.

Новый индустриальный уклад требует, чтобы каждое предприятие имело своего «цифрового двойника», т. е. некую виртуальную модель, описывающую оборудование и производственные процессы. Такой «двойник» выполняет множество функций, в том числе помогает устранить потенциальные проблемы, связанные с надежностью. На цифровой модели эксплуатационный и обслуживающий персонал может тестировать различные процессы, а затем оценивать, что произошло (описательная аналитика), почему это произошло (диагностическая аналитика), когда это может повториться (предсказательная аналитика) и что нужно сделать, чтобы это не повторилось или, в случае положительного события, наоборот, повторилось (предписывающая аналитика).

Таким образом, «цифровая зрелость» предполагает интеграцию данных о состоянии оборудования с информацией о характеристиках технологических процессов. Столь глубокое овладение цифровыми технологиями значительно повышает производительность и надежность производственных мощностей. Технологии IIoT, аналитика и привлечение отраслевых экспертов помогают промышленным предприятиям предотвратить незапланированные простои, увеличить выпуск продукции и свести к минимуму риски, связанные с безопасностью. Все это напрямую влияет на прибыль и другие бизнес-показатели. ⬢

РАЗВИТИЕ IIoT-ТЕХНОЛОГИЙ

Источник: Фрэнк Диана (Frank Diana), Tata Consultancy

Будущее

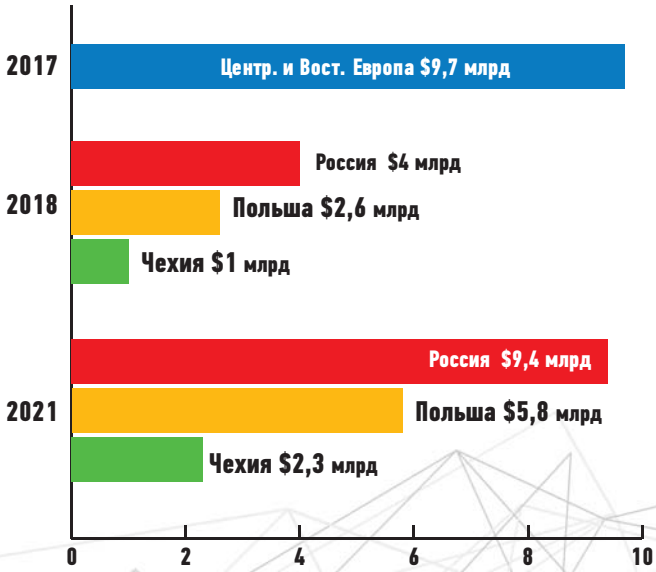
Обработка данных
Предиктивная аналитика
Повышение точности и скорости
Анализ в реальном времени
Квантовые вычисления
Периферийные устройства (Edge Computing)

Автономность оборудования
Межмашинное взаимодействие
Расширение функционала

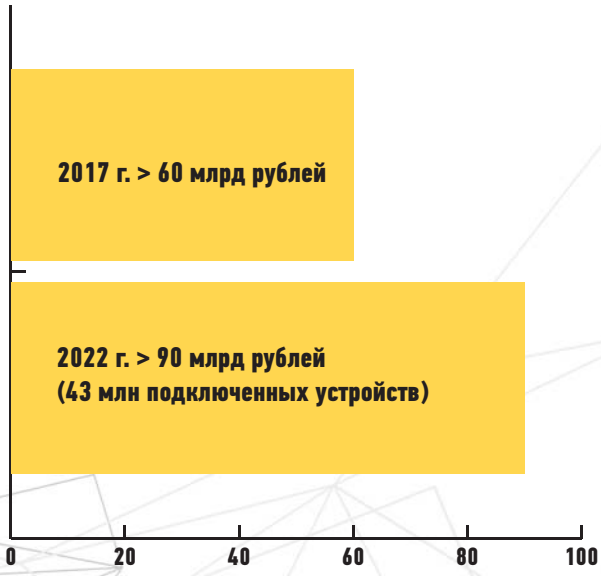
Управление
Объединение ИТ и ОТ
Сквозная видимость всех процессов
Многоуровневые гетеро- и гомогенные гибридные (пользов./промышл.) IoT-системы

Экономика
Кастомизация
Изменение бизнес-моделей (например, серветизация)
Развитие партнерских экосистем

Инвестиции в IoT, Центральная и Восточная Европа*



Объем российского рынка M2M и IoT**



Объем рынка IoT в России, 2017 г.***

Транспорт — **13,1** млрд руб.
Промышленность — **3,6** млрд руб.
«Умные» здания — **2,1** млрд руб.
Финансовая сфера — **1,16** млрд руб.
Розничная торговля — **0,7** млрд руб.
Сельское хозяйство — **0,1** млрд руб.

* По данным IDC.
** По данным J'son & Partners Consulting.
*** По данным iKS-Consulting и Orange Business Services.

IIoT-производство

Компоненты
Мобильный интерфейс
Голосовые сервисы
Датчики нового поколения
Высокопроизводительные вычислительные средства
Новые элементы питания

Кибербезопасность
Искусственный интеллект
Облачные инфраструктуры
Машинное обучение
Усиленная защита моб. устройств
Блокчейн

Стандартизация
Протоколы сетевого взаимодействия
Унифицированные межотраслевые требования
Сертификация IoT-продукции

Кадры
Рутина для роботов
Повышение квалификации
Активное обучение

КАК IoT БУДЕТ ФОРМИРОВАТЬ ПРОФЕССИОНАЛОВ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

УЛЬЯНА НЕМОВА

Переход к зданиям с поддержкой IoT коренным образом меняет роль персонала современных предприятий и создает на рабочих местах новые требования. По мере того как интеллектуальные технологии продолжают развиваться быстрыми темпами, возникает все больше вопросов. Как специалистам эффективно интегрировать новые технологии в системы здания? Как обеспечить коммуникации многочисленных устройств в офисах и домах?

На современную архитектуру систем управления зданиями значительно повлиял ряд технологических тенденций, самой важной из которых является внедрение «Интернета вещей» (IoT) и связанных с ним технологий. В 2015 г. в мире было около 10 млрд подключенных устройств, а к 2020 г. это число увеличится более чем втрое — до 34 млрд (по оценкам BI Intelligence). Учитывая нынешние технологические условия, такой рост неудивителен. Широкополосный Интернет доступен почти повсеместно, затраты на технологии снижаются, использование смартфонов также становится обычным делом, и все больше устройств оснащается встроенными датчиками и возможностью подключения по Wi-Fi.

Развитие технологий IoT оказывает весьма существенное влияние на управление зданиями. Обширные пакеты данных, создаваемые подключенными устройствами, предоставляют управляющим компаниям и владельцам зданий новые возможности для анализа информации и значительного повышения эффективности здания. Согласно недавнему исследованию аналитиков Schneider Electric, 63% управляющих объектами проявляет интерес к внедрению новых цифровых технологий, таких как интеллектуальная аналитика, для улучшения принятия решений и операций по техническому обслуживанию, а 89% ожидает возврата инвестиций в IoT в течение трех лет.

В то же время глобальное законодательство в области энергоэффективности, такое как «Директива об энергоэффективности зданий» (Energy Performance of Buildings Directive) в Европейском союзе, считает повышение эффективности зданий уже не желательным, а необходимым для бизнеса. Еще один пример: налоговые льготы для «зеленых» и сертифицированных LEED-зданий в США помогли владельцам и управляющим понять, как эффективность здания может положительно повлиять на их прибыль, а также улучшить условия для пользователей. Руководители предприятий во всем мире сосредоточены на повышении эффективности работы за счет создания удобных и продуктивных пространств и сокращения потребления энергии.

Это стало стимулом анализировать собранные в здании данные, чтобы вносить необходимые корректировки, что, в свою очередь, способствовало переключению вни-

мания с производителей оборудования на системных интеграторов и группы технической поддержки. Хотя система управления зданием (Building Management System, BMS) по-прежнему служит основой любого «умного» здания, эти системы со временем «коммодитизируются». Их настоящая ценность — способность подключаться к другим устройствам в среде здания и предоставлять возможности для повышения эффективности и производительности.

Коммуникационные технологии, которые необходимо интегрировать в современные BMS, пять лет назад еще не применялись, а десять лет назад даже не существовали. Раньше управляющим здания был человек, который занимался механикой и ежедневными функциями систем. Сегодня менеджерам предприятий нужно следить не только за инженерными системами зданий, но и за множеством интеллектуальных подключенных устройств, которые ежедневно взаимодействуют с реальными объектами. Таким образом, менеджеры должны осваивать новые навыки, такие как анализ данных, и расширять базовые знания о технологиях, чтобы успешно управлять зданиями и использовать большинство современных технологий. Они также должны работать с правильно выбранными системными интеграторами, которые знают, как устанавливать и управлять наиболее оптимизированными и всеобъемлющими интеллектуальными энергетическими решениями.

Кроме того, хотя технологии сильно повлияли на роль профессионалов сегодняшнего предприятия, мы видим и демографический сдвиг: когда пожилые сотрудники уходят на пенсию и покидают рабочие места, их сменяют управляющие нового поколения. Эти молодые специалисты технологически подкованы в области сетевых коммуникаций и информационных технологий, однако им часто не хватает глубоких знаний о самой механике. Чтобы быть успешными, сотрудники нового поколения должны найти способ объединить информацию об IoT с пониманием механических систем, которые десятилетиями были основой отрасли управления зданиями.

Ключом к успеху в современном ландшафте управления зданиями — как для опытных, так и для новых профессионалов — является глубокое знание компонентов, имеющих решающее значение для того, чтобы обеспечить комплексное управление энергопотреблением в зданиях. Управление включает освещение, распределение электроэнергии, передачу данных, управление системами отопления, вентиляции, кондиционирования, а также мониторинг энергопотребления.

Чтобы получить необходимые знания для оптимизации управления зданием, повышения эффективности его работы и управления энергопотреблением, специалисты могут обратиться к партнерским программам, такой как «ЭкоЭксперты» от Schneider Electric, которая предлагает поддержку в следующих областях:

- грамотное проектирование для последующей экономии на этапе эксплуатации зданий;
- программирование и пусконаладка;
- мониторинг энергоэффективности.

В рамках специализированной программы сертификации системные интеграторы могут ознакомиться со всеми тонкостями энергоэффективных систем и оборудования, используемого в таких проектах. Также компании, участвующие в программе, имеют доступ к передовым технологическим решениям из различных сегментов.

В мире, где технологии постоянно развиваются и создаются возможности для обеспечения новых уровней эффективности предприятий, рост и развитие будут зависеть от специальных знаний и образования. В конечном счете они помогут системным интеграторам развивать свой бизнес и предоставлять профессионалам, обслуживающим объекты, больше контроля над всей средой «умного» здания завтрашнего дня.

ПРОЕКТ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ ИНФРАСТРУКТУРЫ, СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЦОДА В «ЖИГУЛЕВСКОЙ ДОЛИНЕ»

РИС. ЦОД «Жигулевской долины»

Участник программы «ЭкоЭксперты»: «ЛАНИТ». Оборудование и решение: Schneider Electric. Команда специалистов «ЛАНИТ» и Schneider Electric обеспечила интеграцию комплексного технического решения для контроля жизнедеятельности всех инфраструктурных систем ЦОДа крупнейшего технокластера России «Жигулевская долина». Работа ИТ-центра технопарка «Жигулевская долина» основана на технологиях «Интернета вещей» и архитектуре EcoStruxure, которая разработана Schneider Electric и позволяет не только осуществлять контроль систем здания и оборудования, но и масштабировать возможности решения в будущем. Все процессы, от работы систем ОВК и электропитания до видеонаблюдения и сигнализации, можно легко отслеживать в режиме реального времени, а операторы могут по требованию получать подробные отчеты. Сейчас в ЦОДе «Жигулевской долины» (рис.) круглосуточно работают уже 324 стойки с ИТ-оборудованием, при этом технопарк планирует ввести в эксплуатацию еще больше. Поэтому объекту необходимы современные технологии, позволяющие достичь максимальной надежности и энергоэффективности работы центра.

Все подсистемы интегрированы в единое техническое решение с графическим пользовательским интерфейсом для дополнительного удобства управления. При этом новые технические возможности дата-центра поддерживаются существенной экономией расходов на электроэнергию — ожидается, что она составит около 3 млн руб. ($54 тыс.) в год, т. е. в два раза больше, чем в зданиях с традиционными системами управления инфраструктурой.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ИНТЕЛЛЕКТА

ПАВЕЛ РАСТОПШИН

В ближайшие пять лет 40% лидирующих компаний могут потерять свои позиции, если не проведут цифровую модернизацию. Об этом говорят прогнозы Центра цифровой трансформации бизнес-школы IMD. Сегодня только 35% предприятий оснастили производство датчиками и используют полученную от них информацию для оптимизации операционных и трехнологических процессов, однако к 2020 г. 3/4 подключенных к Интернету устройств будет приходиться на сегмент промышленной автоматизации, прогнозирует PWC. Причина этого — осознание экономической целесообразности IIoT.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Энергетика

Задача: обнаружение воровства электроэнергии, повышение производительности оборудования за счет предиктивного обслуживания (C3 IoT).
Компания: Enel.
Используемые системы: C3 IoT Fraud Detection и Predictive Maintenance.
Реализация: свыше 20 млн «умных» счетчиков мониторят электросетевую инфраструктуру в Италии и Испании. Данный проект считается самым крупным промышленным внедрением искусственного интеллекта и индустриального «Интернета вещей».
Результат: повышение объема энергии, возвращаемой по результатам инспекций, — на 70% в Италии и более чем в 3 раза в Испании.

Самолетостроение

Задача: выявление предотказных состояний, прогноз коррозийных повреждений самолетов.
Компания: IMPACT TECHNOLOGIES (США), поглощена Sikorsky Aircraft Corporation.
Реализация: разработан подход по слиянию нечеткой информации (экологические измерения) с физикой моделей отказа оборудования, чтобы обеспечить адаптивный прогноз.
Результат: выход прогностической модели определяет время, когда произойдет коррозийное повреждение самолета, а также указывает оптимальные временные рамки, в течение которых нужно выполнить ремонт.

Оснащение датчиками — лишь первый шаг к интеллектуализации производства. Непосредственно же интеллектуализация начинается со второй ступени — фильтрации и хранения значимых данных, а также с анализа поступивших данных (это уже третья ступень) с использованием искусственного интеллекта для принятия управленческих решений. Это в конечном счете и позволяет достигнуть эффекта, о котором говорится в экономических обоснованиях проектов по цифровизации и интеллектуализации производства.

В частности, уже упомянутая PWC ожидает, что к 2025 г. эффект от IIoT в электроэнергетике, здравоохранении, сельскохозяйственном и транспортном секторе составит 2,8 трлн рублей.

КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ СПОСОБСТВУЕТ ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрим несколько примеров того, какие результаты дает вне-

дрение интеллектуального анализа в рамках проектов по IIoT.

Первое — увеличение времени полезного использования оборудования. Например, анализируя профиль потребления электроэнергии и данные о нагрузке на резец, можно получать информацию о полезной загрузке станков — когда станок не просто был включен, а шел процесс изготовления детали. Изучая подобную информацию, не трудно выявить причины непроизводительных потерь времени, такие как неисправность оборудования, время ожидания ремонтников, нарушение сроков поставки материалов и т. д. Это помогает разработать серию управленческих решений для устранения причин простоев. Так, анализ данных о вибрации и профиле потребления электроэнергии способен прогнозировать вероятностные отказы оборудования, на основе чего можно заранее планировать техническое обслуживание и тем самым минимизировать время ремонта.

Кроме того, на рынке существуют программные решения, позволяющие ускорить изготовление деталей, в отдельных случаях на 20%. В реальном времени они оценивают данные о ходе обработки детали и в определенный момент увеличивают скорость движения обрабатывающего инструмента. Например, у заготовки припуски меньше, чем должны быть, и тогда резец/фрезу можно передвигать по воздуху быстрее, чем запрограммировано в станке с ЧПУ. Или же, зная, что скорость резания для станков с ЧПУ установлена с запасом, то есть снижена в расчете на притупленный инструмент, программа может увеличить эту скорость при работе острым инструментом.

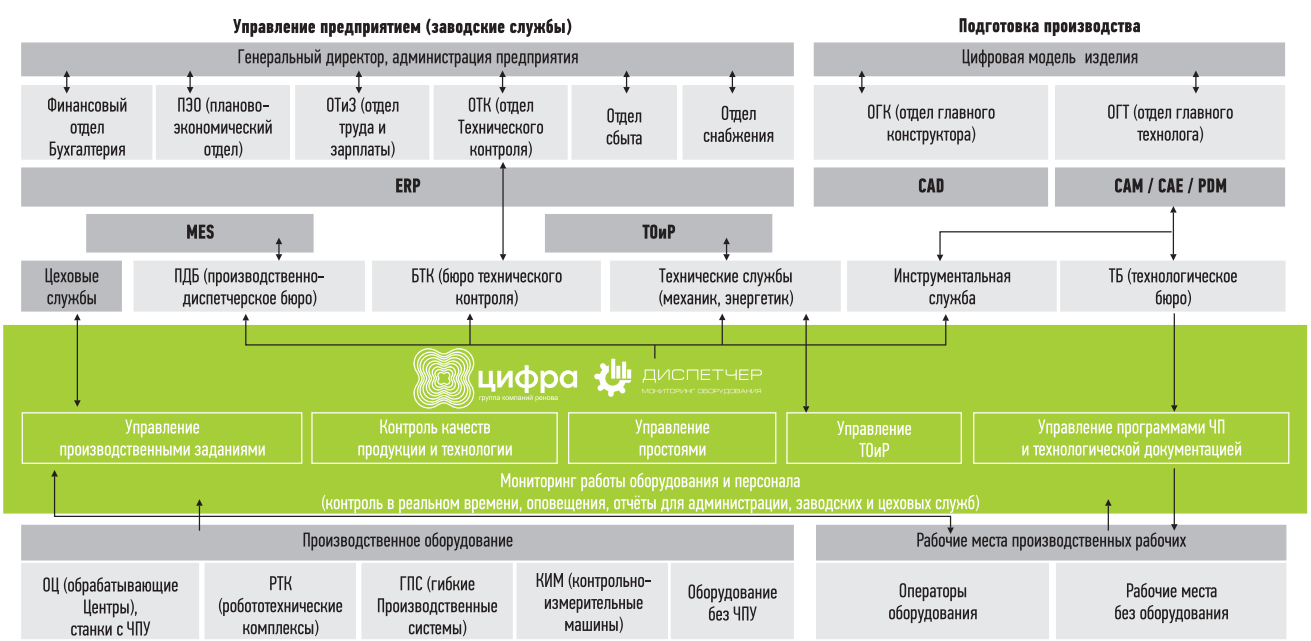
Второе — повышение производительности труда. При помощи терминалов регистрации (рис. 1), установленных на станках (или RFID-меток), и соответствующего ПО фиксируется полезное рабочее время. Анализируя эту информацию, можно выявить причины непроизводительных потерь.

Третье — сокращение цикла разработки новых изделий за счет того, что конструкторы и технологи, располагая объективными данными об условиях эксплуатации изделия и фактами неисправностей, могут оперативно корректировать конструкцию устройства и создавать новые модификации.

Четвертое — интеллектуальный анализ позволяет перейти к массовому кастомизированному производству (рис. 2) и, как следствие, увеличить продажи за счет макси-

РИС. 1. ◀ Терминал регистрации, установленный на станке

РИС. 2. ▼ Управление цифровым производственным предприятием на базе АИС «Диспетчер»



мального удовлетворения потребностей каждого клиента. С внедрением принципов «Индустрии 4.0» становится возможным изготавливать изделие с индивидуальными характеристиками и под индивидуальный заказ, но в массовом количестве при удержании себестоимости отдельного продукта на уровне серийного/массового выпуска. Помимо вышесказанного, сочетание технологий «Интернета вещей» и искусственного интеллекта имеет большое значение в процессах планирования производства при корректировании исходных данных, в частности при изменении объема заказа или при выходе из строя оборудования.

НЕ ТОЛЬКО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА

Еще одно применение интеллектуального анализа — исключение нарушений в процессе обслуживания и эксплуатации оборудования с целью повышения безопасности. Это особенно актуально в тех сегментах промышленности, в которых малейшее нарушение может иметь значительные риски. Например, в сегменте производства и эксплуатации локомотивов.

Для этих целей ведущие предприятия, занятые созданием тягового подвижного состава, формируют центры мониторинга технического состояния подвижного состава, где аккумулируется вся информация, собираемая в реальном времени датчиками в локомотиве: состояние систем сигнализации, централизации и блокировки, скорость и вес поездов, локация, данные о техническом состоянии средств автоматики и т. д. Сюда же поступает информация обо всей жизни подвижного состава с момента производства до последнего технического обслуживания. Анализируя эти данные как в реальном времени в процессе эксплуатации подвижного состава, так и по факту прибытия локомотива на сервисное обслуживание, специалисты оценивают его техническое состояние, выявляют предотказные состояния оборудования и узлов, дают заключение по фактам нарушений в процессах производства и эксплуатации, вызванных человеческим фактором. Все вышеперечисленное способствует повышению безопасности и эффективности использования подвижного состава, а также принятию правильных управленческих решений касательно ответственности за допущенные нарушения режимов эксплуатации локомотивов. ⬢

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ

Сервис тягового подвижного состава

Задача: предиктивный анализ для обслуживания локомотивов.
Компания: ГК «Локотех».
Реализация: система «Умный локомотив» внедряется с 2016 г. Это один из самых крупных проектов реализации ИИ в России и СНГ. В его основе — использование математических моделей прогнозной аналитики, MX-моделей (MathExperience), позволяющих выявлять предотказные состояния техники и заблаговременно принимать меры, чтобы не допустить сбоев в работе локомотивов. Система «Умный локомотив» реализуется на платформе интеллектуального анализа данных Clover IIoT.
В настоящий момент запущен в опытную эксплуатацию модуль поиска аномалий, который позволяет анализировать 260 параметров по тепловозам 2ТЭ116У и 3ТЭ116У, по тепловозам ТЭП70У и ТЭП70БС — 308 параметров, по 2ТЭ25КМ — 270 параметров. Для тепловозов 2ТЭ116У разработаны математические модели предиктивной аналитики, способные оценивать и прогнозировать техническое состояние тяговых электродвигателей, турбокомпрессора, поездного компрессора, масляной системы, водяной системы и топливных насосов высокого давления. На первоначальном этапе горизонт прогнозирования составит от 12 ч до недели.
Результат: сейчас система находит более 60 видов нарушений в работе оборудования и режимах эксплуатации локомотивов.

Самолетостроение

Задача: обеспечение оперативного и достоверного сбора данных о работе оборудования в автоматическом режиме и анализа эффективности его использования.
Компания: АО «Авиастар-СП».
Реализация: внедрена универсальная система мониторинга «Диспетчер» от российской компании «Цифра», которая объединила в единую сеть станки различных производителей (на предприятии используются станки, оборудованные стойками ЧПУ FANUC, Mazak, Siemens и «БалтСистем») и обеспечила свободный процесс обмена информацией.
В настоящее время «Диспетчер» мониторит работу 75 станков на предприятии. Для этого на станки смонтированы терминалы ввода/вывода (соединение оборудования со стойкой ЧПУ происходит через USB-разъем), в шкафы электроавтоматики установлены терминалы-регистраторы. В случае разрыва локальной сети и потери связи с сервером вся информация о работе оборудования за период накапливается в терминале, что обеспечивает надежность системы.
В режиме реального времени «Диспетчер» оповещает по электронной почте ответственных лиц АО «Авиастар-СП» о целом ряде критических событий: наладке длительностью более 1 ч, необоснованном простое более 20 мин, работе без нагрузки более 15 мин, авариях.
Результат: внедрение системы «Диспетчер» позволило добиться сокращения необоснованного простоя оборудования и улучшения показателя его работы по программе.

ВСТРАИВАЕМЫЙ КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

ЛЮ ЧИА ЦЗЮН (LIU CHIA JUNG)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

Надежная связь на море жизненно важна для обеспечения безопасности кораблей и их экипажей. С тех пор как семафоры и флаги — средства коммуникации, обычные еще в не столь далеком прошлом, — канули в Лету, уступив место сначала радиосвязи, а потом и спутниковым системам, индустрия оборудования и систем связи морского базирования пережила долгую историю внедрения и применения передовых технологий и инструментов для обеспечения связи между кораблями и сушей. Подобная аппаратура связи предусматривает в том числе передачу сигналов бедствия, прием навигационных сигналов, гарантирующих безопасность следования корабля по курсу, обмен текущими сообщениями или новостями о погоде на местных каналах связи. В статье рассмотрен встраиваемый модульный компьютер ARK-2230 от компании Advantech, предназначенный для работы в системах береговой и корабельной связи.

Сегодня основными средствами морской коммуникации, когда суда находятся далеко в океане и оказываются вне диапазона наземных станций беспроводной связи, становятся современные спутниковые службы. С помощью таких систем, как SATCOM (Satellite Communication), и соответствующего бортового коммуникационного оборудования экипажи могут получать информацию посредством голосовых и текстовых сообщений, электронной почты, использовать серфинг в Интернете и даже напрямую общаться с персоналом управления на суше через профессиональную специализированную систему управления и контроля, установленную в бортовом компьютере плавсредства.

Внедрение новых технологий, таких как облачные вычисления, расширило возможности коммуникационных систем морского базирования, позволив им действовать в режиме реального времени, и увеличило набор функций и серверов. Например, через специализированное программное обеспечение и основанную на облачных сервисах связь береговой центр управления может даже изменить настройки в системах морских судов.

Согласно отчету, подготовленному аналитической компанией Research and Markets, ожидается, что в период 2017–2021 гг. среднегодовой темп роста (CAGR) на мировом рынке систем морской связи увеличится на 8,27%, причем основной акцент будет сделан на самые современные, высокопроизводительные и ско-

ростные технологии связи и передачи данных. А развитие систем связи на базе SATCOM по-прежнему останется ключевой тенденцией.

В связи с этим заказчиками компании Advantech являются поставщики решений для организации связи с судами, которые разрабатывают системы корабельной и береговой коммуникации на базе SATCOM, с установленным проприетарным ПО. Данные решения обеспечивают профессиональный коммуникационный интерфейс как для осуществления связи между судами или судами и берегом, так и для удаленного мониторинга и управления. Благодаря применению подобных комплексов связи службы управления, расположенные на суше, ситуативно осведомлены о реальном состоянии своих судов, находящихся в плаванье в любой точке земного шара.

Для реализации специализированной системы связи морского базирования компания Advantech выбрала в качестве корабельного бортового компьютера безвентиляторное встраиваемое решение ARK-2230, которое отличается высокой механической прочностью и выполнено в компактном конструктиве. Компьютер ARK-2230 имеет программное обеспечение «Интернета вещей» с предварительно сконфигурированными облачными сервисами и уникальные дополнительные коммуникационные модули, повышающие гибкость системы связи и управления.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Сложность выбора компьютера для морского применения заключалась в том, что компании Advantech требовалось учитывать нестабильную внешнюю среду и экстремальные температурные изменения, характерные для судов, находящихся в открытом море. Очевидным здесь стал выбор компьютера индустриального класса с исключительно высокой механической прочностью, который способен выдерживать высокие уровни вибраций, функционирует в большом диапазоне рабочих температур и отличается широким допустимым уровнем питающего напряжения. Кроме того, для удовлетворения потребностей различных устройств связи и методов, включая SATCOM, Wi-Fi, Ethernet, GPS и др., имеет несколько коммуникационных интерфейсов.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Решение для связи между судами предлагается развертывать через наземный сервер с проприетарным прикладным ПО и надежным, компактным, установленным на борту каждого судна компьютером. Все это находится под управлением владельца и центра коммуникации, объединяющего интернет-услуги, а также голосовую связь и сообщения, передаваемые по спутниковым каналам. Используемое прикладное ПО обеспечивает веб-интерфейс и отдельный, защищенный от несанкционированного доступа паролем интерфейс, через который оператор может получить полные данные о текущем состоянии судов и непосредственно управлять настройками на борту.

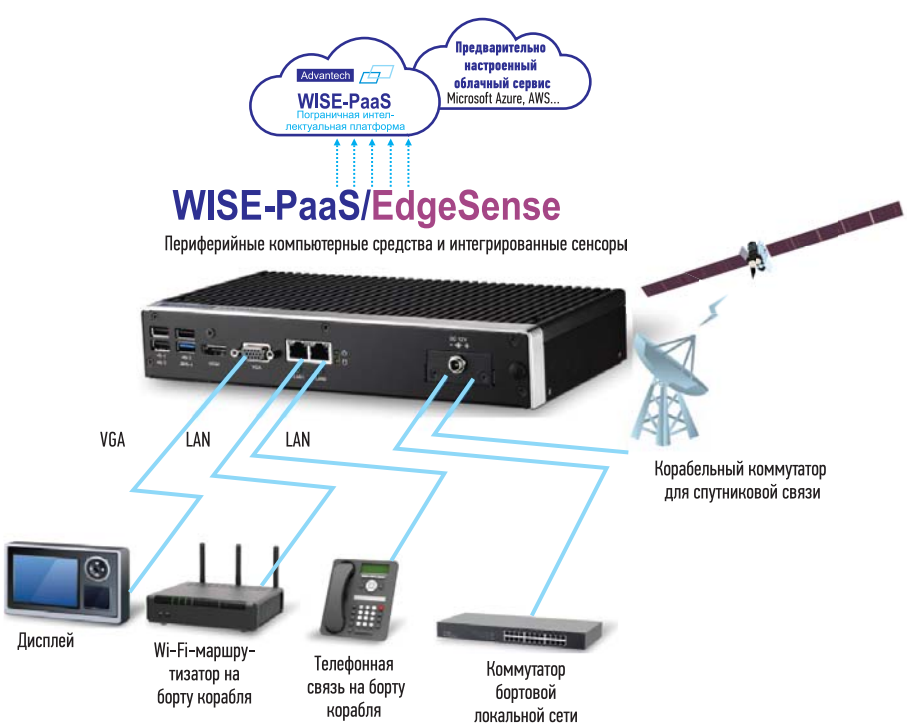
Как уже было сказано, для реализации этой задачи компания Advantech предложила ARK-2230 — прочный, компактный, безвентиляторный, встраиваемый модульный компьютер, выполненный на базе четырехъядерного процессора в виде системы на кристалле Intel Celeron Quad Core J1900 SoC и оснащенный коммуникационным модулем с двойной локальной сетью LAN iDoor и ПО дистанционного мониторинга WISE-PaaS/RMM, предназначенным для эффективного удовлетворения ключевых требований коммуникационной системы морского базирования.

Что касается модулей iDoor от компании Advantech, они представляют собой стандартизованные, легко устанавливаемые и взаимозаменяемые модули, которые можно добавить в компьютерные системы ARK для обеспечения дополнительного интерфейса, необходимого для конкретных приложений.

В рассматриваемом решении (рис.) компьютер ARK-2230, снабженный двумя портами локальной сети связи (LAN) и дополнительным модулем iDoor с еще двумя LAN-портами, может поддерживать четыре канала связи, которые используются для подключения к приемнику или сигнальному коммутатору SATCOM, встроенному Wi-Fi-маршрутизатору, бортовой телефонной системе и встроенному корабельному коммутатору локальной сети, в свою очередь подсоединенному к центральной системе управления судном.

Такая организация оборудования соединяет каждое судно со спутниковой системой, поддерживающей IoT и облачные сервисы системы связи морского базирования, позво-

РИС. ▼ Решение для связи между судами на основе компьютера ARK-2230 от компании Advantech



ляя вести дистанционное управление и обслуживание флота его владельцем, а также предоставлять услуги голосовой связи и интернет-сервисы экипажу каждого судна, обеспечивая безопасность кораблей, находящихся в море.

Компьютер ARK-2230 был дополнительно усилен прочным конструктивом, специально разработанным для надежного выполнения своих функций в условиях плавания. В частности, с целью повышения надежности для входа электропитания постоянного тока предусмотрена блокировка гнезда электрического соединителя для подключения питания постоянного тока. С учетом обеспечения совместимости со всем допустимым на кораблях напряжением шин электропитания диапазон питающих напряжений компьютера ARK-2230 увеличен до 9–36 В, а пределы его рабочих температур –20…+60 °С соответствуют требованиям, предъявляемым к аппаратуре морского базирования.

Для функционирования в рамках технологии «Интернета вещей» и использования широких возможностей облачных приложений и сервисов предлагаемое компанией решение уже предварительно интегрировано с Advantech WISE-PaaS IoT, программным сервисом платформы IoT для удаленного управления, обеспечения безопасности системы и облачной платформой с уже предварительно настроенными сервисами.

Такой подход значительно облегчает деятельность разработчиков конечных систем и расширяет возможности решения путем использования технологий IoT. В целом это предоставляет богатый набор SDK-инструментов и поддержку интерфейса прикладного программирования (API), так что применительно к рассматриваемым условиям пакет WISE-PaaS/RMM будет особенно полезен в разработке функций управления, удаленного мониторинга и управления оборудованием корабля.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДЛАГАЕМОГО РЕШЕНИЯ

- В основе решения от Advantech — надежный безвентиляторный компьютер с широким допустимым диапазоном питающего напряжения, большими пределами рабочих температур и блокируемой конструкцией гнезда электрического соединителя для подключения питания постоянного тока. Все это в совокупности обеспечивает надежную работу приложения в системах связи морского базирования.
- Для расширения поддержки портов LAN используются гибкие модули расширения iDoor.
- Для более быстрого выхода на рынок предусмотрено встроенное платформенное ПО WISE-PaaS/RMM, предназначенное для разработки и интеграции систем удаленного мониторинга и управления.
- Улучшено комплексное управление судами благодаря более надежной, качественной и высокоскоростной морской связи, которая сочетает использование спутниковых, Wi-Fi- и LAN-каналов коммуникации.

E-mail: ARU.embedded@advantech.com
Тел.: +7 (812) 332-57-27
Адрес: Россия, 199178, Санкт-Петербург, 3-я линия, д. 62, лит. А, БЦ «Jensen House», 2-й этаж

Реклама

ОБОРУДОВАНИЕ KERLINK ДЛЯ «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ»

КОНСТАНТИН ВЕРХУЛЕВСКИЙ

Объединенные в одну сеть различные приборы учета ресурсов, беспроводные датчики, персональная электроника и другие устройства позволяют организовать двунаправленный обмен данными в рамках промышленных или бытовых систем и успешно решать типовые задачи, связанные с дистанционным управлением, контролем и сбором полезной информации. За счет выполнения ряда специфических требований, включающих минимальное потребление и, соответственно, длительный срок службы, высокую дальность действия и масштабируемость, особую популярность приобретают сети LPWAN (Low Power Wide Area Networks). Одна из наиболее перспективных среди них — LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks), основанная на технологии LoRa. В статье рассмотрены базовые станции производства компании Kerlink, которые являются неотъемлемой частью архитектуры LoRaWAN и обеспечивают требуемую зону покрытия сети.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие и распространение технологий «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT) базируется на желании пользователей повысить эффективность, безопасность и удобство эксплуатации окружающих человека промышленных и бытовых систем.

Как нетрудно догадаться из названия, «Интернет вещей» представляет собой совокупность технических объектов («вещей»), имеющих доступ в глобальную сеть Интернет. Под «вещами» подразумеваются уникально идентифицируемые электронные устройства, взаимодействующие между собой и способные без постороннего вмешательства обмениваться информацией для ее последующего анализа человеком или искусственным интеллектом. Некоторые IoT-приложения в качестве средств доступа в Интернет используют технологии с малым радиусом действия, такие как ZigbBee, Z-wave, RFID, Wi-Fi и Bluetooth. Они хорошо подходят для организации связи в пределах отдельных квартир, офисов, магазинов и других помещений. Более масштабные IoT-проекты, реализуемые в зданиях, на промышленных предприятиях, объектах городской инфраструктуры и т. д., требуют применения технологий с увеличенной площадью покрытия сети, надежными радиоканалами переда-

чи данных, работающими в сложной электромагнитной обстановке, и отличной масштабируемостью. IoT-технологии, соответствующие данным условиям, можно разбить на две группы. Представители первой — модифицированные версии существующих сотовых сетей, разработанные организацией 3GPP для повышения энергоэффективности действия и одновременного сокращения затрат. Например, технологии EC-GSM и eMTC, адаптированные для целей IoT, обладают максимальной совместимостью с имеющейся у мобильных операторов инфраструктурой сетей GSM и LTE соответственно. Они способны использовать подавляющее большинство базовых станций (БС) стандартов GSM/LTE без замены или модернизации аппаратной части — в этом и заключается их основное преимущество. Уменьшение стоимости эксплуатации конечных элементов сетей достигается программным способом за счет отказа от избыточной функциональности протоколов. Обновление программного обеспечения предусматривает снижение частоты обмена обязательными сигнальными сообщениями, оптимизацию интервалов приема и передачи информации, поддержку длительных периодов «молчания», адаптацию канального уровня сетей, расширение механизмов аутентификации и безопасности соединения. Наряду с преимуществами у технологий EC-GSM и eMTC есть и недостатки, ограничивающие перспективы их применения в ряде приложений. К ним относятся: необходимость лицензирования рабочих частот, высокие тарифы на передачу данных и все еще достаточно ощутимая для потребителя стоимость устройств на их основе. Также к первой группе можно отнести технологию NB-IoT. Хотя ее использование предусматривает тесное взаимодействие и интеграцию с LTE, речь все же идет о создании IoT-стандарта нового типа. Сети NB-IoT способны поддерживать более 100 тыс. соединений на соту, имеют повышенную безопасность за счет двусторонней аутентификации и усиленного шифрования данных, а существенная переработка протоколов канального уровня позволяет снизить стоимость устройств на 90% по сравнению с eMTC.

Вторую группу составляют технологии, изначально предназначенные для IoT-решений. Их разработка проводилась с учетом типовых параметров и спектра выполняемых задач большинства используемых в настоящее время абонентских устройств подобных сетей. Как правило, для оконечных IoT-узлов, например счетчиков расхода энергоресурсов (воды, газа, электричества), датчиков охранно-пожарной сигнализации и инженерных систем и т. д., не так важны скорость и объем передаваемой информации. Определяющей характеристикой для них становится длительность автономной работы без дополнительного обслуживания и зарядки аккумуляторов (измеряемая месяцами и годами). Для соответствия данному требованию активно внедряются новые типы низкоскоростных энергоэффективных сетей LPWAN (Low Power Wide Area Networks), отличающихся минимальной стоимостью организации канала связи, малым собственным потреблением и одновременно большим радиусом действия. В мировом масштабе наибольшее распространение получили IoT-технологии Sigfox и LoRaWAN, функционирующие в нелицензируемых субгигагерцевых частотных диапазонах. Особый интерес представляет вторая из них [1].

ОСОБЕННОСТИ И АРХИТЕКТУРА СЕТЕЙ LoRaWAN

Открытый стандарт LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks), разработанный совместными усилиями компаний Semtech и IBM и впервые представленный в 2015 г., включает программные и аппаратные средства, позволяющие организовать взаимодействие между различными территориально разнесенными объектами. С момента своего появления его продвижением и поддержкой занимается некоммерческая организация LoRa Alliance, к середине 2017 г. объединившая свыше 500 активных участников — операторов связи, поставщиков IoT-решений и оборудования [2]. Среди них такие известные компании, как Cisco, Kerlink, IMST, MultiTech, Microchip Technology, Schneider Electric, Inmarsat, Swisscom, и многие другие.

Основные преимущества LoRaWAN базируются на применении одноименного энергоэффективного сетевого протокола и запатентованного метода модуляции LoRa, являющегося разновидностью технологии расширения спектра. Благодаря им любое устройство сети LoRaWAN:

- Способно обеспечивать передачу данных на расстояния до 15 км в зоне прямой видимости и до 5 км в условиях плотной городской и промышленной застройки. Такая дальность обеспечивается превосходной чувствительностью (до –148 дБм) и общим бюджетом канала связи до 168 дБ.
- Обладает возможностью демодуляции сигналов с уровнем на 20 дБ ниже уровня шума.
- Имеет низкое собственное потребление благодаря развитым механизмам энергосбережения. По оценкам специалистов, возможна автономная бесперебойная работа отдельных узлов сети на протяжении до 10 лет при питании от обычного аккумулятора типоразмера AA.

Кроме того, применение нелицензируемых частот ISM-диапазонов (433, 868, 915 МГц), разрешенных для свободного использования, сокращает материальные затраты на развертывание сети. Высокая проникающая способность радиосигнала в зданиях и закрытых помещениях на данных частотах способствует получению надежного канала связи. Еще одно немаловажное преимущество — открытость стандарта, чипы LoRaWAN присутствуют в свободной продаже, документация на них открыта, делать устройства на них могут все желающие. Также в свободном доступе имеются программные реализации протокола. Открытость стандарта позволяет избежать монополии, не попасть в зависимость от конкретных производителей оборудования и быстро вывести на рынок свои изделия.

Типовая архитектура сети LoRaWAN содержит оконечные узлы различного функционального назначения (как правило, автономные), базовые станции (также часто называемые концентраторами или

шлюзами), сетевой сервер и сервер приложений (рис. 1). Базовые станции формируют прозрачный мост ретрансляции сообщений между оконечными устройствами и центральным сервером. Их взаимодействие с отдельными узлами осуществляется путем использования модуляции LoRa и применения стандартной топологии «звезда», связь с сервером выполнена по протоколу TCP/IP при помощи Ethernet, Wi-Fi, 4G/LTE или других телекоммуникационных каналов. Узлы сети передают данные не постоянно, а включаются лишь на некоторый промежуток времени по заданному графику, определяемому классом устройств (A, B или C). Остальное время их трансиверы находятся либо в неактивном состоянии, либо в состоянии приема для получения ответа от сервера. Протокол LoRaWAN регламентирует скорость радиообмена в диапазоне 300 бит/с — 11 кбит/с и ширину канала 125, 250 или 500 кГц. За разделение каналов и выбор оптимального набора параметров связи отвечает коэффициент расширения спектра SF (spreading factor) — целое число от 7 до 12. Чем выше SF, тем лучше помехозащищенность линии, но тем ниже скорость и тем больше времени в эфире занимает передача.

Сетевой сервер отвечает за управление одним или несколькими шлюзами и контролирует ряд важных параметров каждого абонентского устройства в сети: скорость, выходную мощность передатчика, выбор канала передачи, порядок и периодичность связи и т. д. При этом для увеличения срока службы источников питания в оконечных узлах, улучшения масштабируемости и пропускной способности, компенсации различных потерь на трассе используется алгоритм адаптивного изменения фактической скорости передачи (ADR, Adaptive Data Rate) в зависимости от расстояния до шлюза. Так, более близкие к шлюзу узлы будут использовать более высокую скорость передачи данных (следовательно, более короткое время активной передачи по радиоканалу) и меньшую выходную мощность. Самые удаленные устройства, наоборот, будут иметь низкую скорость передачи данных и высокую выходную мощность передатчика.

Следующее звено сети LoRaWAN — сервер приложений, необходимый для расшифровки полезной информации, полученной из принятых пакетов. Принадлежность каждого пакета данных, отправляемого узлами сети, к тому или иному серверу приложений определяется при помощи встроенного уникального идентификатора.

Для бесперебойной работы LoRaWAN большое значение имеет качество исполнения базовых станций, являющихся ключевыми элементами сети. Если выход из строя одного или нескольких оконечных узлов не приведет к значительным экономическим потерям, то при неполадках на БС теряется целый сегмент сети, покрывающей площадь в десятки квадратных километров. БС, построенные на основе конструкторов из серии «сделай сам», могут успешно применяться в локальных проектах, в системах домашней автоматизации и персональных сетях. Их можно изготовить самостоятельно путем объединения управляющих контроллеров с соответствующей прошивкой, например открытых платформ Raspberry Pi и OpenWrt, и одного или нескольких приемопередатчиков серии SX127x компании Semtech, официально предназначенных для абонентских устройств. Трансивер SX127x имеет один аппаратный LoRa-демодулятор, и этого вполне достаточно для бюджетных решений, при необходимости получения фемтосоты, способной полноценно работать с LoRaWAN, их количество следует увеличить до восьми. В сетях с более высокой плотностью абонентских устройств («умный город» и т. д.) в качестве шлюзов рекомендуется использовать промышленно выпускаемые изделия. Все они построены на основе специального многоканального концентратора SX1301, содержащего 49 «виртуальных» демодуляторов. Под «виртуальными» демодуляторами подразумевается сложная схема, в которой есть девять физических демодуляторов, при этом один работает с фиксированным SF, а каждый из оставшихся восьми может взаимодействовать с любым пришедшим из эфира SF, да еще и на своей собственной частоте. Поскольку микросхема SX1301 не содержит интегрированного радиотракта, то для реализации радиочастотной части шлюза встраиваются трансиверы SX1257 или SX1255, их выбор зависит от номинального частотного диапазона. Полученная связка обеспечивает выполнение основных типовых функций базовых станций сети LoRaWAN, на ее основе производятся шлюзы, предлагаемые компаниями Multitech, Link Labs, Calao Systems, Cisco, Kerlink и многими другими. Особого внимания заслуживает продукция компании Kerlink, которая внесла значительный вклад в развитие технологии LoRaWAN и деятельность LoRa Alliance.

БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ KERLINK

В настоящее время компания Kerlink предлагает три модификации (табл.), адаптированные для быстрого развертывания LoRaWAN-сети и предназначенные для эксплуатации как внутри помещений, так и за их пределами [3]. Базовые станции Wirnet,

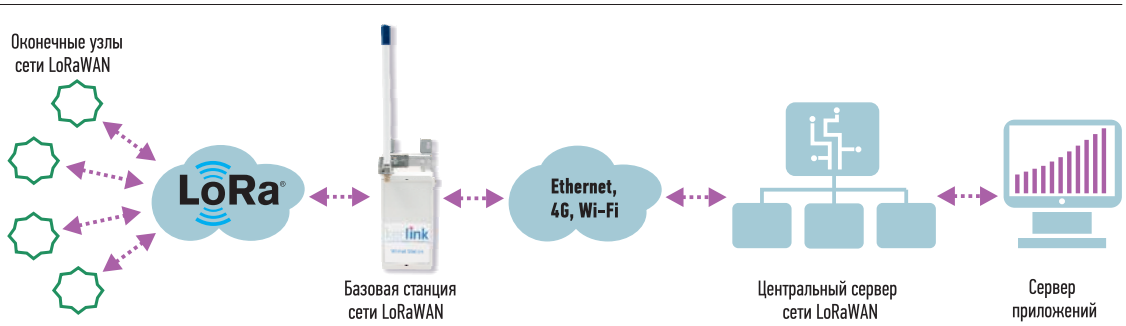


РИС. 1. Типовая архитектура сети LoRaWAN

Wirnet iBTS и Wirnet iFemtoCell, обладающие эффективным радиусом работы до 5 км в условиях городской застройки и до 15 км на открытой местности, поставляются с предустановленным программным обеспечением и настроенными параметрами. Они могут и уже успешно используются во многих отраслях промышленности, в том числе и на территории России. К типовым применениям относятся:

- системы автоматизации и сбора данных со счетчиков потребления энергоресурсов;
- системы обеспечения безопасности домов и коммерческой недвижимости;
- инженерные системы управления зданиями («умный дом»);
- контроль и учет при промышленном производстве;
- логистика на транспорте;
- элементы инфраструктуры «умного города»;
- сети персональных датчиков «электронного здоровья» в здравоохранении.

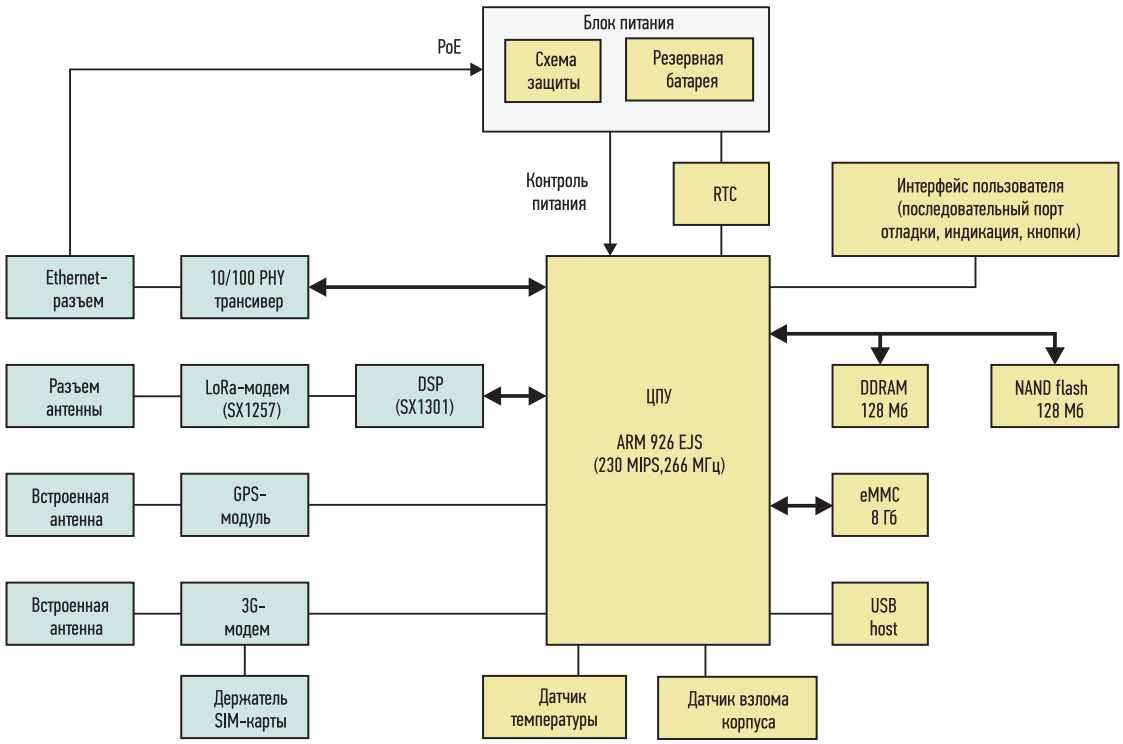
Базовая станция Wirnet, представленная еще в 2014 г., была первым на тот момент коммерческим устройством данного класса, полностью соответствующим требованиям спецификации LoRaWAN. В настоящее время является основным изделием компании, рекомендованным для различных условий эксплуатации. БС Wirnet обеспечивает построение сетей «Интернета вещей» на частотах ISM диапазонов 863–873, 902–928 и 915–928 МГц. Как и все остальные устройства Kerlink, она в обязательном порядке содержит вычислительный и коммуникационный блоки (рис. 2).

Управление отдельными узлами БС осуществляется при помощи 32-битного RISC-микроконтроллера ARM 926 EJS, имеющего быстродействие до 230 MIPS и оптимизированное энергопотребление. Интегрированная память содержит 128 Мбайт оперативной DDRAM, 128 Мбайт энергонезависимой NAND flash, из которой 40 Мбайт занято системным ПО, и модуль eMMC объемом 8 Гбайт. Взаимодействие с сервером сети выполнено по протоколам GPRS/EDGE/3G или Ethernet, максимальная скорость обмена данными зависит от применяемой технологии. Например, у HSDPA (900 МГц) она составляет 384 кбит/с (скорость отдачи) и 3,6 Мбит/с (загрузки), у UMTS (2100 МГц) — 384 кбит/с (загрузки/отдачи), а у GPRS/EDGE (850/900/1800/1900 МГц) не превышает 236,8 кбит/с. Для получения

ТАБЛИЦА. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БС ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИИ KERLINK

Характеристики	Базовые станции Kerlink		
	Wirnet	Wirnet iBTS	Wirnet iFemtoCell
Основные			
GPS-приемник	Да		Нет
3G/4G/LTE-модем	Да		
USB host	Да		
Канал связи с сервером	GPRS/EDGE/3G или Ethernet	GPRS/EDGE/4G или Ethernet	
Операционная система	Linux		
Диапазон рабочих температур, °C	–20...+60	–20...+55	
Тип питания	PoE: 48 В класс 0	PoE: 48 В класс 4	AC/DC-адаптер (230 В/12 В)
Система			
Процессор	ARM 926EJS	Cortex-A9	
ОЗУ	128 Мбайт DDRAM	256 Мбайт DDRAM	
ПЗУ	128 Мбайт NAND flash, 8 Гбайт eMMC	8 Гбайт eMMC	
LoRaWAN			
Количество физических каналов LoRa	9	до 64	9
Частотные диапазоны, МГц	863–873, 902–928, 915–928		
Мощность передатчика, дБм	0...+28	0...+30	
Чувствительность приема, дБм	до –141		
Дальность связи в плотной городской застройке, км	до 5		
Дальность связи в сельской местности, км	до 15		
Корпус			
Габаритные размеры, мм (макс.)	170×300×300	295×317×125	160×90×35
Степень защиты	IP67	IP66	IP31
Варианты крепления	на стену, на опору, на трубу		на стену
Вес, кг (с монтажным комплектом)	2	до 7,7	0,5

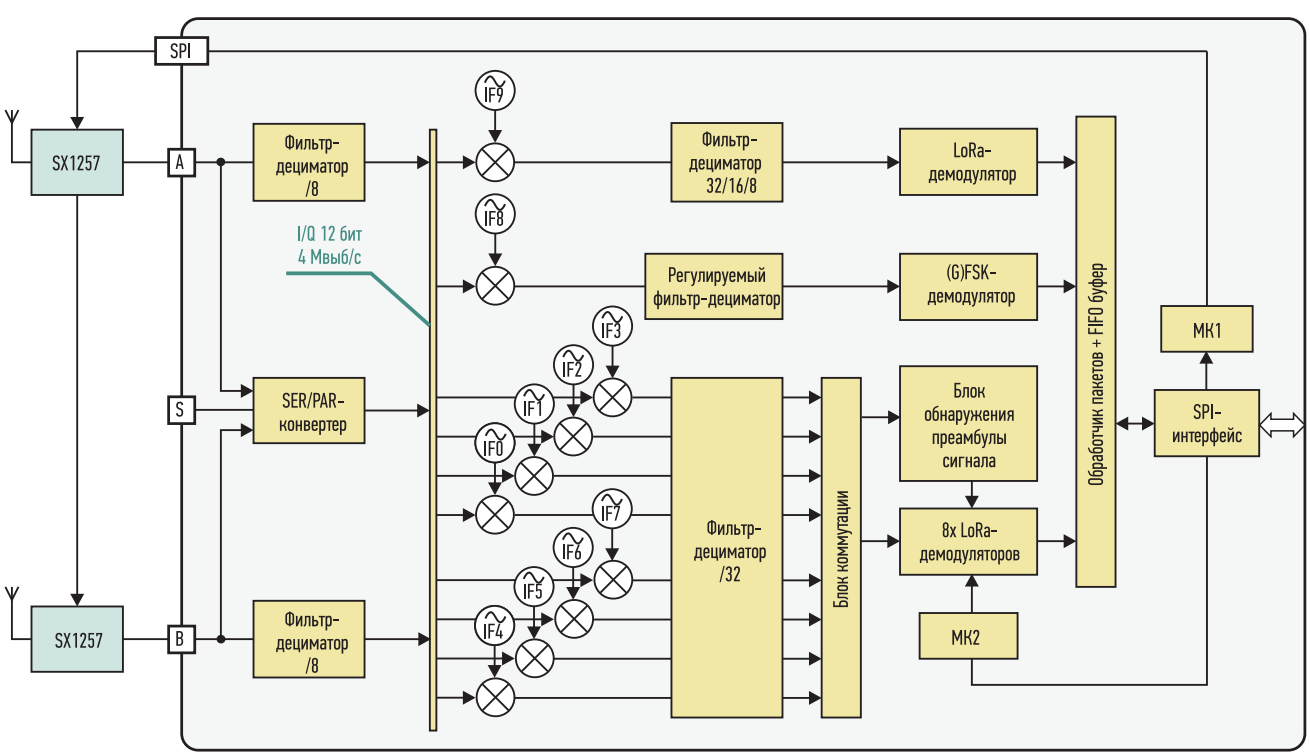
РИС. 2. ▶ Упрощенная внутренняя структура БС Wirnet



координат установки в базовую станцию встроен высокочувствительный GPS-приемник с протоколом NMEA 2.0 (антенна интегрированная).

Как было отмечено выше, коммуникационная часть спроектирована на основе связки ИС SX1301 и двух трансиверов SX1257, выпускаемых компанией Semtech. Наибольший интерес представляет процесс приема и обработки данных, получаемых от оконечных узлов сети. Рассмотрим его, для наглядности воспользовавшись изображенной на рис. 3

РИС. 3. ▼ Упрощенная структурная схема ИС SX1301 (без блока модуляторов)



упрощенной структурной схемой цифрового сигнального процессора SX1301 [4].

На вход A или B приемного тракта с выхода трансиверов SX1257 поступают I- и Q-составляющие полезных сигналов. После входных фильтров-дециматоров выполняется их преобразование при помощи блока демодуляторов с адаптируемыми настройками. Восемь LoRa-каналов (IF0-IF7) обладают фиксированной шириной полосы частот 125 кГц. Каждый из них может работать с любым коэффициентом SF (без его предварительного указания) и тем самым обеспечить одновременную обработку пакетов, имеющих различные скорости передачи данных. Именно использование такого подхода позволяет получить эмуляцию 48 каналов LoRa, динамически и без усложнения протокола регулировать скорость передачи в зависимости от бюджета линии связи, а также в случайном порядке менять частоту при каждой передаче, повышая помехозащищенность. В отличие от каналов IF0–IF7 для LoRa-канала IF8 существует возможность конфигурирования полосы частот (125, 250 или 500 кГц) и выбора всего одного из доступных коэффициентов расширения (SF7–SF12). Этот канал чаще всего применяется для взаимодействия с другими шлюзами сети. Канал IF9 является вспомогательным и при необходимости выполняет демодуляцию входной FSK- или GFSK-последовательности. Обработчик пакетов демодулированных сигналов снабжает их дополнительными дескрипторами и помещает в FIFO-буфер размером 1024 байт. Дальнейшая обработка осуществляется в ЦПУ, связь с ним организуется посредством высокоскоростного интерфейса SPI. ИС SX1301 также содержит два встроенных специализированных микроконтроллера. Первый из них (MK1 на схеме) проводит калибровку, переключение режимов работы (прием или передача), управляет автоматической регулировкой усиления и другими параметрами радиочастотного тракта трансиверов SX1257. Второй (MK2) полностью отвечает за процедуру демодуляции и задает характеристики отдельных каналов. При передаче сформированный пакет данных модулируется при помощи соответствующих (G) FSK/LoRa-модуляторов и отправляется на выход A или B в зависимости от заданных настроек.

Номинальное значение потребляемой мощности шлюза Wirnet составляет 3 Вт, а максимальный уровень достигает 15 Вт. Основной способ питания БС связан с использованием технологии PoE (класс 0), позволяющей по стандартному Ethernet-кабелю доставить к устройству необходимое напряжение 48 В. Встроенная резервная батарея помогает в аварийных ситуациях провести корректное отключение станции.

Конструктивно БС Wirnet изготавливается в герметичном прямоугольном корпусе из поликарбоната с внешними размерами 170×300×300 мм и общей массой не более 2 кг (включая крепежный комплект). Его внешний вид показан на рис. 1. Корпус отличается повышенной ударопрочностью (степень защиты IK08) и стойкостью к ультрафиолетовому излучению согласно стандарту UL508. Класс защиты от внешних воздействий IP67 позволяет монтировать станцию не только внутри помещений, но и снаружи, например на крышах высотных зданий и антенных вышках. Доступно три варианта монтажа: на стены при помощи винтовых соединений, на опоры при помощи входящих в комплект поставки скоб и на трубы с использованием специальных металлических лент. При эксплуатации в диапазоне рабочих температур –20…+60 °C и влажности 95% производителем гарантируется средняя наработка на отказ не менее 20 лет.

Интерфейс пользователя включает светодиоды, осуществляющие индикацию рабочего состояния: мощности передатчика, уровня GSM-сигнала, наличия WAN-соединения и т. д., а также кнопки ручного сброса, тестирования и запуска процедуры инсталляции. Наличие USB-интерфейса позволяет обновлять встроенное ПО и осуществлять доступ к локальной конфигурации. Из дополнительных особенностей можно отметить наличие внутреннего датчика температуры и детектора открытия крышки корпуса.

В качестве операционной системы применяется Linux (версия 3.10), также присутствуют предустановленные пакеты программ: Python, SQLite, виртуальная машина Java (опционально), клиентские и серверные приложения для работы с сетью, из доступных средств разработки — кроссплатформенный C/C++ компилятор (GCC 4.5.2).

Масштабируемая базовая станция второго поколения Wirnet iBTS предназначена для реализации модульной структуры сетевого оборудования. Ее архитектура предусматривает выполнение быстрой адаптации конкретного шлюза в соответствии с требованиями операторов, например установкой отдельных модулей можно произвести локализацию с учетом разрешенных в разных странах диапазонов частот или увеличить рабочую емкость сети. В настоящее время компания Kerlink предлагает две модификации БС Wirnet iBTS: стандартную и компактную, их внутреннее строение показано на рис. 4. Стандартная версия может содержать до четырех LoRa-модулей, поддерживающих три ISM-диапазона рабочих частот: 863–873, 902–928 или 915–928 МГц, компактная версия ограничивается одним. Каждый LoRa-модуль включает 16 физических каналов, в совокупности обеспечивающих 96 «виртуальных» демодуляторов. В зависимости от модификации меняются массогабаритные показатели. Стандартная БС Wirnet iBTS изготавливается в алюминиевом корпусе

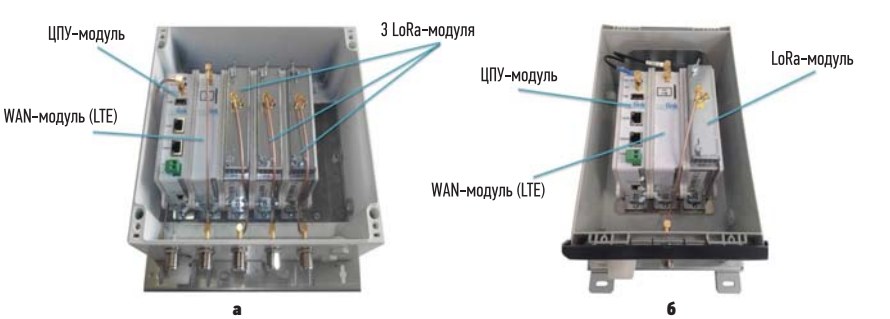


РИС. 4. ▼ Внешний вид базовых станций Wirnet iBTS: а) стандартная версия; б) компактная

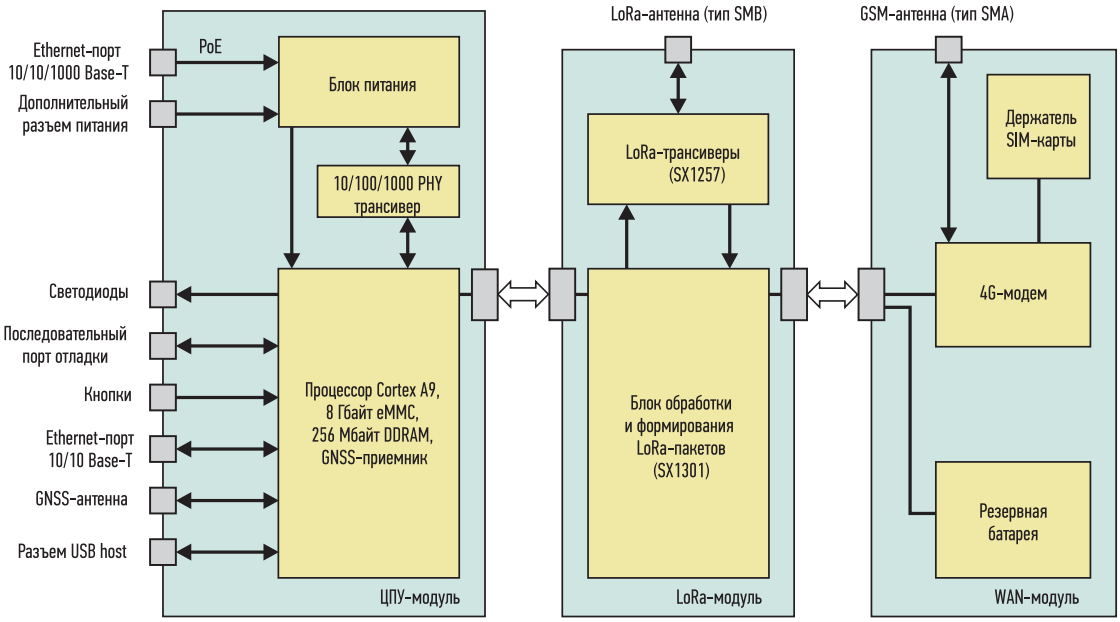


РИС. 5. Упрощенная структура базовой станции Wirnet iBTS

с размерами 295×317×125 мм и весом до 7,7 кг (при максимальном количестве LoRa-модемов), компактная — в корпусе из поликарбоната с размерами 357×189×150 мм и весом не более 3 кг (включая крепежный комплект). Корпуса со степенью защиты IP66 могут эксплуатироваться при температурах –20…+55 °C, класс огнестойкости соответствует UL94-V0, способы монтажа — аналогичные шлюзам Wirnet.

На рис. 5 представлена упрощенная структурная схема БС Wirnet iBTS. Отдельный ЦПУ-модуль базируется на ARM-процессоре семейства Cortex-A9 с частотой тактирования до 800 МГц. Помимо него он включает 256 Мбайт оперативной памяти, 8 Гбайт энергонезависимой eMMC-памяти, USB-хост для модернизации ПО, а также GNSS-приемник с протоколом NMEA 0183 (версия 4.0), позволяющий определять координаты при помощи распространенных систем навигации (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou). Антенна у GNSS-приемника встроенная для компактной версии БС и внешняя, входящая в комплект поставки, для стандартной модификации. Также доступно два Ethernet-интерфейса, первый из них соответствует стандарту 10/100/1000 Base-T и служит для организации проводной связи с сервером сети, второй (10/100 Base-T) предназначен для текущего обслуживания шлюза. За беспроводное общение с сервером отвечает WAN-модуль, скорость передачи данных определяется применяемой технологией (GPRS, EDGE, HSPA, UMTS, CDMA, LTE). Резервная батарея может обеспечить питание примерно в течение 1 мин, это вре-

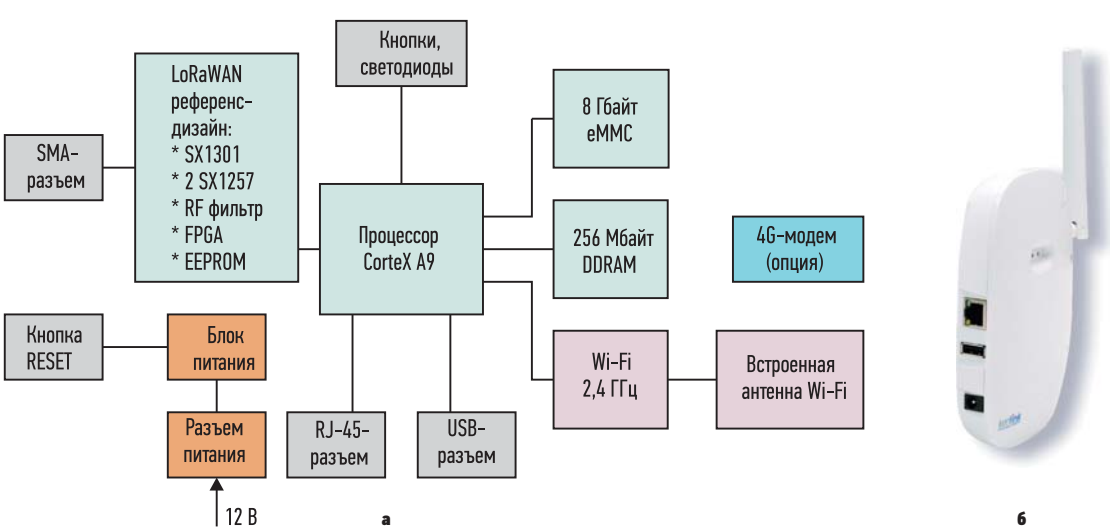


РИС. 6. Базовая станция Wirnet iFemtocell: а) структурная схема; б) внешний вид

мя используется для безопасного отключения устройства. Так же как у БС Wirnet, необходимое напряжение питания доставляется к шлюзу при помощи технологии PoE. Четвертый класс мощности обеспечивает требуемые 30 Вт для компактной версии и 60 Вт для стандартной. Дополнительный разъем питания с диапазоном входа 11–56 В постоянного тока при необходимости можно использовать для подключения солнечной батареи.

Базовая станция Wirnet iBTS действует на операционной системе Linux (версия 3.14) и имеет предустановленное приложение Packet forwarder для обеспечения обмена с LoRaWAN-сервером, а также широкий набор утилит для работы с сетью.

Шлюз Wirnet iFemtocell, являющийся новинкой компании Kerlink, рекомендован производителем для улучшения покрытия сети внутри зданий (подвальных помещениях, шахтах лифтов), а также для установки на линиях метрополитена. Выполненная по классическому референс-дизайну от компании Semtech (рис. 6а), данная БС отличается минимальными габаритами 160×90×35 мм и выпускается в пластиковом корпусе с классом защиты IP31 (рис. 6б). Монтируется при помощи винтовых соединений на стену, наличие разъема SMA позволяет использовать более мощную выносную антенну вместо входящей в комплект поставки четвертьволновой.

По техническим характеристикам представляет собой комбинацию ранее рассмотренных шлюзов. LoRa-часть полностью соответствует БС Wirnet, связка SX1301 + 2 чипа SX1257 предназначена для обеспечения двунаправленной связи в нелицензируемых диапазонах 863–873, 902–928 или 915–928 МГц. Чувствительность приема трансивера составляет –141 дБм, мощность передачи сигнала зависит от номинальной частоты и находится в диапазоне 0…+28 дБм для 868 МГц и 0…+30 дБм для двух остальных. Блок управления, так же как у БС Wirnet iBTS, построен на основе процессора Cortex-A9. Соединение с сервером организуется при помощи 10/100 Base-T Ethernet, Wi-Fi, а также опционального 4G-модема, подключаемого к USB-разъему. Электропитание Wirnet iFemtocell осуществляется через адаптер AC/DC 220/12 В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение LoRaWAN-сетей, отличающихся минимальным энергопотреблением, хорошей дальностью и безопасностью передачи данных, способствует дальнейшему распространению IoT. Базовые станции, предлагаемые компанией Kerlink для таких сетей, обладают широкими функциональными возможностями, долговременной надежностью и простотой использования. Три модификации, подходящие для различных условий эксплуатации и размеров сети, позволяют выбрать необходимое решение для конкретной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верхулевский К. Особенности и тенденции развития технологии LoRaWAN // Беспроводные технологии. 2017. № 1.
2. Официальный сайт LoRa-альянса. www.lora-alliance.org.
3. Официальный сайт компании Kerlink. www.kerlink.com.
4. SX1301. Datasheet. May, 2017 (v. 2.3). www.semtech.com/uploads/documents/sx1301.pdf.

Реклама

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ TSN

БРЭНДОН ТРИС (BRANDON TREECE)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

Характерные для IIoT структуры имеют в составе самые разнообразные датчики — механического напряжения, давления, нагрузки, крутящего момента и т. д., которые должны передавать данные в системы управления. Разработчики современных систем измерения и управления стремятся объединить их в одну платформу. Этому способствует и появление новой разновидности Ethernet — синхронизируемых по времени сетей (TSN).

Как считают аналитики, если 50 млрд устройств будет подключено к сетям уже в 2020 г., то на индустриальный сектор будет приходиться почти половина из них. Инженеры и ученые должны обращать особое внимание на внедрение промышленного «Интернета вещей» (Industrial Internet of Things, IIoT) на производствах, нефтеперерабатывающих заводах, в испытательных лабораториях, электрических сетях и городской инфраструктуре. При этом они могут рассчитывать на получение трех основных преимуществ:

- увеличение времени безотказной работы машин и оборудования за счет интеллектуального прогнозного технического обслуживания;
- повышение производительности благодаря перемещению управления на периферию и пограничные области;
- улучшение дизайна и сокращение конструктивных проблем, а также упрощение производства продукции (поскольку подключенное в сеть производственное и технологическое оборудование предоставляет реальные данные).

Рассмотрим эти преимущества подробнее.

Сегодня время функционирования наиболее важных объектов часто зависит от их ручного контроля, причем сразу несколькими экспертами по конкретному оборудованию или машине. К сожалению, таких экспертов становится все труднее и труднее найти, а ручной мониторинг не масштабируется по всему парку активов. По имеющимся оценкам, сегодня анализируется только 5% собранных данных. Технологии IIoT помогают выявить возможности использования аналитики и машинного обучения для того, чтобы прогнозировать оставшийся срок службы конкретного производственного актива и планировать его техническое обслуживание задолго до дорогостоящего сбоя в работе.

Второе преимущество IIoT — это увеличение и оптимизация производительности. «Умные» машины, развернутые на производственных линиях или в удаленных зонах, т. е. в «полевых» условиях, должны иметь возможность настраивать такие параметры, как температура или пропускная способность (количество материала, пропускаемого через систему или установку), в зависимости от информации, которую они получают от других машин с верхних уровней иерархии. Наилучший способ повысить производительность таких систем — это полная автономия со стороны машины или производственного актива. Если машины могут учиться — либо перенимая опыт от других машин, либо с помощью собственной практики, — они затем смогут настраивать свои параметры управления и лучше адаптироваться к окружению.

Наконец, третьим преимуществом IIoT является улучшение конструкции и упрощение производства изделий. Это иногда называют «IIoT for R&D» (промышленный «Интернет вещей» для НИОКР). Реальные данные, такие как сведения об использовании, возвращаются непосредственно в оборудование для улучшения следующего поколения продуктов. Однако для того, чтобы получить ценную информацию, нужно не только собирать данные, но и управлять ими. Например, компания Jaguar Land Rover имеет сотни инженеров, которые в совокупности генерируют более 500 Гб т. н. данных временного ряда в день. Раньше компания анализировала только 10% таких данных, но после внедрения IIoT-решения охват увеличился до 95%. Теперь она может решить больше конструктивных проблем в своих изделиях за существенно меньшее время.

ТРАДИЦИОННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Чтобы реализовать преимущества IIoT, разработчики должны освоить и использовать несколько основных технологий. Независимо от того, создаются ли система онлайн-мониторинга (в режиме реального времени), интеллектуальная машина для производства или тестируется физическая электромеханическая система, ключевым моментом является необходимость наличия «умной» периферии. Чем сложнее в итоге получаются системы, тем больше решений нужно принимать в режиме реального времени. Например, возможность получать

массивы всех данных в аналоговой форме или сигналы высокого разрешения для структурных испытаний устойчивости лопатки ветровой турбины очень важна для понимания ее реального поведения. В то же время всю эту информацию необходимо обрабатывать для ее ввода в систему управления, которая приводит в действие лопасти турбины, чтобы гарантировать, что испытание проводится в точно определенных условиях. Неудивительно, что эксперты компании IDC, которая занимается изучением мирового рынка информационных технологий и телекоммуникаций, считают, что по меньшей мере 40% всех данных, собранных в рамках IIoT, будет храниться, обрабатываться, анализироваться и использоваться для тех или иных действий непосредственно на уровне сетевой периферии.

Чтобы максимизировать производительность и сократить передачу ненужных данных, необходимо перенести решение к граничным узлам сети, развернутым непосредственно на «вещах» или в непосредственной близости от них. Однако при внедрении таких систем возникают новые проблемы, особенно когда они растут в физических размерах и в количестве датчиков. Продолжая пример со структурными испытаниями: чтобы получить полное представление о том, как будет работать лопасть ветровой турбины в тех или иных условиях, вся конструкция должна быть оснащена датчиками напряжения, давления, нагрузки и крутящего момента. Все эти датчики, как правило, генерируют аналоговые сигналы, а для максимальной информативности этого процесса необходимо проводить измерения с высокими скоростью и разрешением. Для таких крупных приложений, как в приведенном примере, вполне возможно, придется установить по всей системе сотни или даже тысячи датчиков.

Чтобы обеспечить заданные значения для всех исполнительных механизмов, управляющих системой, необходимо не только получить все нужные данные. Для формирования полной и достоверной картины происходящего требуется еще и обрабатывать их в реальном времени.

Таким образом, при попытке разработать такую IIoT-систему возникает сразу несколько проблем:

РИС. 1. ▲ Возможности, которые дают синхронизируемые по времени сети

- синхронизация потенциально тысяч каналов и многочисленных измерительных систем;
- синхронизация систем управления — так, чтобы все ответные действия осуществлялись в точно заданное время, без критической задержки;
- синхронизация систем измерения и управления.

Эти вопросы становятся все сложнее по мере роста систем, когда добавляются дополнительные возможности для измерения и контроля. Сама по себе синхронизация одной измерительной системы с другой или одной системы управления с другой не является новой задачей. Как правило, этого можно достичь с помощью сигнальных методов, в которых для маршрутизации общей временной базы или сигнала на распределенные узлы используется физическое подключение. К сожалению, такой подход имеет ограничения по расстоянию и масштабируемости, а также влечет высокий риск воздействия шумов и помех на проводное подключение.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД

Другой вариант — использовать протокол, построенный на основе общего стандарта, такого как привычный всем Ethernet. Ethernet обеспечивает открытость и совместимость, но не имеет ограничений по задержке и не гарантирует пропускную способность. Для решения этой проблемы были разработаны пользовательские версии Ethernet, обычно называемые hard real-time Ethernet (промышленный Ethernet-протокол точного времени): первыми примерами являются EtherCAT[1], Profinet[2] и EtherNet/IP[3]. Эти настраиваемые варианты Ethernet обеспечивают высокую заданную производительность в реальном времени и лучшие в своем классе задержку и управление. Однако каждый из них включает как аппаратные, так и программные модификации сетевой инфраструктуры, что увеличивает общие затраты и означает, что устройства от разных поставщиков могут не работать в пределах одной сети.

Новая технология для решения проблемы синхронизации, выходящая сейчас на рынок, называется time-sensitive networking, или TSN (синхронизируемые по времени сети[4]). TSN — это эволюция стандартного Ethernet, которая по-прежнему предоставляет открытость и совместимость, но добавляет ограничение по задержке и гарантированную пропускную способность, обеспечиваемую жесткой синхронизацией реального времени (рис. 1). В частности, TSN предоставляет три ключевых компонента: синхронизацию по времени, планирование трафика и конфигурацию системы. Возможности синхронизации основаны на профиле протокола IEEE 1588 с точным временем, обеспечивающим уровень микросинхронизации сети, в пределах микросекунды. Кроме того, два других компонента поддерживают детерминированную передачу данных, поэтому пользова-

[1] EtherCAT — стандарт промышленной сети, который относится к семейству Industrial Ethernet и технологиям, используемым для распределенного управления в режиме реального времени. — Прим. пер.

[2] Profinet (от Process Field Network, сеть полевого уровня) — открытый промышленный стандарт для автоматизации, который использует TCP/IP- и IT-стандарты, а также режим реального времени Ethernet. — Прим. пер.

[3] Ethernet/IP — открытый сетевой стандарт, поддерживающий неявный/явный обмен сообщениями или сразу оба вида. — Прим. пер.

[4] TSN — это обновление стандартного протокола Ethernet, IEEE 802.1, в который добавлены синхронизация времени в сети и детерминированная связь. — Прим. пер.

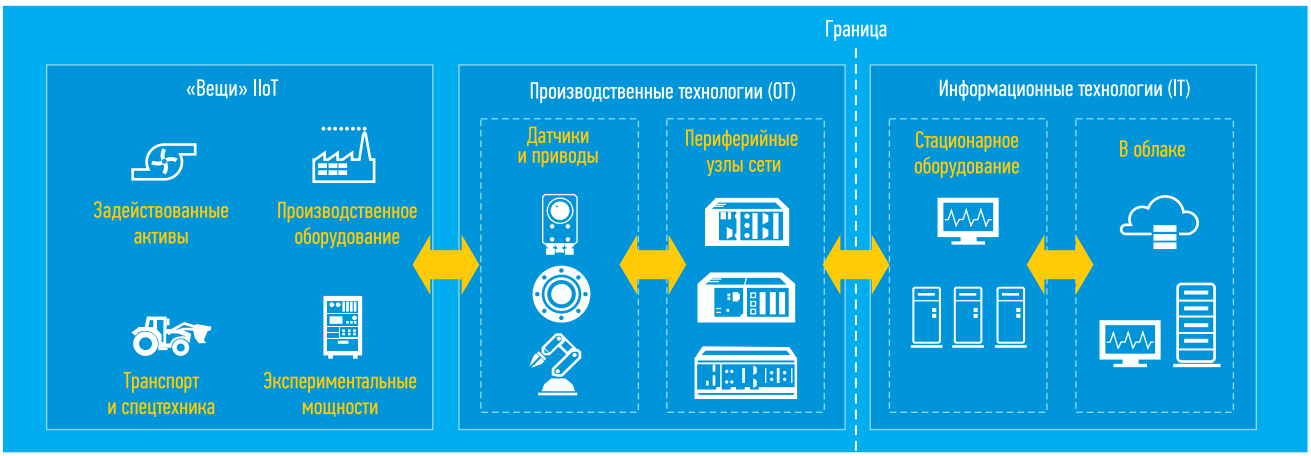


РИС. 2. Важным аспектом синхронизируемых по времени сетей является конвергенция критически важного трафика и текущего трафика Ethernet

тели могут планировать и назначать по всей сети приоритеты критически важным по времени данным, таким как, например, сигналы управления.

Значимым аспектом TSN является конвергенция критически важного трафика и остального трафика Ethernet (рис. 2). Поскольку TSN имеет все признаки стандарта Ethernet, новые возможности синхронизации времени и детерминированной коммуникации работают в рамках той же сети, что и остальная сетевая коммуникация. Это означает, что один порт в системе измерения или управления может осуществлять детерминированную связь, одновременно обновляя терминалы удаленного пользовательского интерфейса и поддерживая передачу файлов.

TSN — это ключевое усовершенствование для многих индустриальных приложений, таких как управление производственными и технологическими процессами и машинами. В подобных случаях низкая латентность связи и минимальный джиттер имеют решающее значение для удовлетворения требований к управлению с замкнутым циклом регулирования. Синхронизация по времени через Ethernet также минимизирует кабельную разводку, традиционно используемую при мониторинге и тестировании физических систем. В результате получается более простое и экономичное решение без ущерба для общей надежности.

Внедрение TSN — это, безусловно, огромный шаг вперед в решении всех проблем, связанных с синхронизацией внутри систем. Еще одна причина, по которой разработчики все чаще склоняются к выбору TSN, — это снижение общей сложности системы при сохранении или повышении ее надежности. В нашем примере структурных испытаний ветровой турбины можно разработать приложение для использования систем измерения и контроля на основе TSN, но при этом все еще существует проблема программирования этих двух одновременно применяемых решений в соответствующих им средах и механизмах сбора данных.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ В БУДУЩЕМ

В программируемых логических контроллерах используются языки IEC 61131–3[5], и они работают с данными в виде единичных измерений в конкретной временной точке — одноточечными. Этот тип данных хорошо подходит для приложений управления, но далеко не всегда — для получения информации в виде осциллограмм. Измерительные системы, напротив, работают с осциллограммами, чтобы обеспечить необходимые сведения, но далеко не идеальны для отправки одноточечных управляющих сигналов или реагирования на них детерминированным образом.

Однако в последние несколько лет наблюдается медленная конвергенция систем измерения, управления и контроля. Новые возможности были добавлены к каждому из этих аспектов, так что все больше измерительных систем может выполнять функции управления, и наоборот. Такое сближение систем измерения и управления будет все в большей степени влиять на приложения IIoT в будущем. Необходимость развертывания обеих систем по отдельности будет исключена. Измерение и управление можно будет выполнить с использованием единой программной инструментальной цепочки, разработанной для получения, обработки, регистрации и соответствующего реагирования на поступающие данные.

Кроме того, наличие отдельных систем измерения и управления делает системы более сложными, поскольку необходимо создать две независимые системы, зачастую применяя разрозненные программные средства. Затем эти системы должны быть объединены, что приводит к дополнительным кабелям и связанным с ними проблемам.

Вместо этого следует рассмотреть возможность создания и использования полностью консолидированной платформы измерения, контроля и управления. Она должна предлагать широкий спектр измерения, точность, масштабируемость канала и обеспечивать синхронизацию ввода/вывода измерительной системы. Также должны быть доступны конфигурируемость и настройка системы управления под конкретные требования и решаемые ею задачи. Используя такую платформу, инженеры-испытатели, менеджеры по техническому обслуживанию и проектировщики машин и оборудования будут иметь в своем распоряжении все необходимые инструменты для того, чтобы в полной мере реализовать преимущества IIoT, одновременно уменьшив стоимость и сложность его развертывания.

[5] Стандарт IEC 61131–3 устанавливает пять языков программирования ПЛК — три графических и два текстовых. В РФ действует ГОСТ Р МЭК 61131–3–2016 «Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования», идентичный международному стандарту МЭК 61131–3:2013 «Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования (IEC 61131–3:2013 «Programmable controllers. Part 3: Programming languages», IDT). — Прим. пер.

ВСЁ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Базовые станции

Модемы

IoT-датчики

Модули

Чипы

Реклама

14 ЛЕТ СОЗДАЁМ БЕСПРОВОДНЫЕ РЕШЕНИЯ!

ЕВРОМОБАЙЛ
ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

- Поставки оборудования напрямую от дистрибьютора
- 14 лет на рынке телеметрии
- Отдел разработок и проектирования
- Техническая поддержка и сервис
- Топовые позиции на складе
- Широкий модельный ряд
- Индивидуальный подход

ЕвроМобайл Россия
Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д.71
тел./факс +7 (812) 331-7576

8 800 550 75 06 (звонок бесплатный)
http://euromobile.ru
info@euroml.ru

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

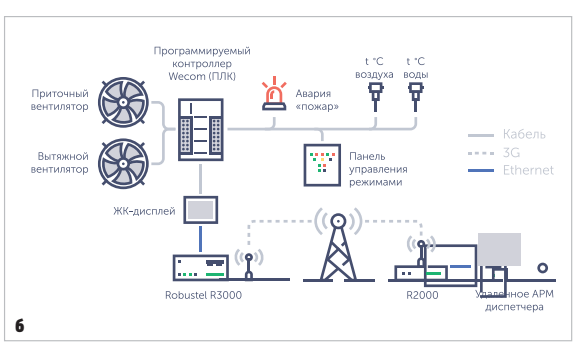
АЛЕКСАНДР САФОНОВ
ВЛАДИСЛАВ ЛАЗЕЕВ
info@euroml.ru

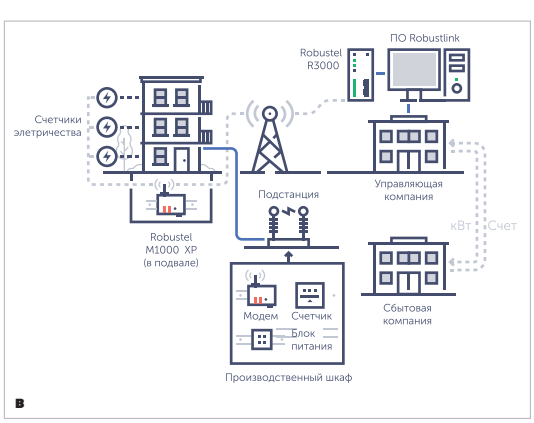
Цифровая экономика задает новую модель развития государства и общества. К основным направлениям цифровизации относятся электронная торговля, связь и телекоммуникации, финансовые услуги, транспорт и логистика, ЖКХ, сельское хозяйство, а также промышленность. Одной из характерных особенностей цифрового производства является использование мобильных технологий для мониторинга, контроля и управления технологическим процессом. В статье рассмотрены решения компании «ЕвроМобайл», соответствующие наиболее популярным стандартам беспроводной связи.

СОТОВАЯ СВЯЗЬ

Цифровая сотовая связь (стандарты 2G, 3G, 4G и 5G) существует уже более 25 лет. В сотовых сетях из года в год возрастают скорость передачи и объем передаваемых данных. Изначально скорость передачи данных стандарта GSM (2G) составляла всего 9,6 кбит/с, в то время как сейчас сети 5G достигли скорости 100 Гбит/с и это не предел. Сети 2G/3G/4G широко используются для разнообразных M2M- и IoT-проектов (рис. 1).

Для производителей IoT-устройств компания «ЕвроМобайл» предлагает различные GSM-модули, которые могут стать частью платежной/банковской системы (например, применяться в терминалах приема платежей) или войти в состав комплексных систем: удаленной диспетчеризации, мониторинга, коммерческого учета энергоресурсов, автоматизированной системы управления (АСУ) вентиляцией, проектов на основе технологий «умного города» и «умного дома».





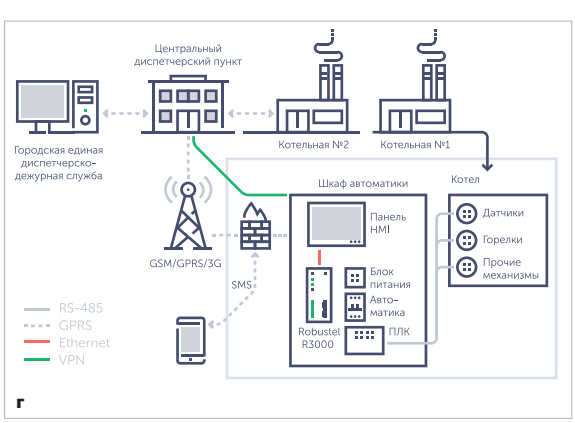


РИС. 1. ▶ Применение 2G/3G/4G: а) система мониторинга люков телефонных линий; б) автоматизированная система управления вентиляцией; в) коммерческий учет энергоресурсов; г) удаленная диспетчеризация котельных

LoRaWAN

LoRaWAN — это открытый протокол для сетей с низким потреблением энергии и большим радиусом действия. Он работает в нелицензируемом диапазоне частот ISM, обеспечивает дальность более 15 км на открытой местности и более 2 км в условиях городской застройки. Потребление энергии при этом минимально, и срок службы батареи составляет около 10 лет автономной работы. Благодаря таким свойствам LoRaWAN набирает популярность в качестве среды передачи данных для IoT-устройств.

Компания «ЕвроМобайл» разработала решение, которое позволяет использовать преимущества этого протокола для сбора данных с приборов учета воды, газа, тепла, электроэнергии, охранных датчиков, измерителей температуры и давления (рис. 2). Показания датчиков через подключение RS-232, RS-485 или M-BUS поступают на счетчики импульсов, а затем с помощью LoRaWAN передаются на базовую станцию. От нее данные по каналам связи 3G или Ethernet пересылаются на сервер, в АСКУЭ, АСУ ТП или в пользовательские приложения предприятия.

Помимо промышленности, сети LoRaWAN обеспечивают связь между устройствами в проектах «умных» зданий, предусматривая энергоэффективность, оптимизацию работы всех служб здания и полный контроль над ними. Также LoRaWAN часто применяется в разработках для создания «умных городов» — например, в системах дистанционного управления уличным освещением. По результатам одного из внедрений, проведенного компанией «ЕвроМобайл», такая система благодаря интеллектуальному управлению и дистанционному мониторингу позволила снизить энергопотребление на 35%, а эксплуатационные расходы — на 42%.

BLUETOOTH LOW ENERGY

Еще одна популярная беспроводная технология — это Bluetooth Low Energy (BLE). Она обеспечивает минимальное потребление энергии, дальность до 50 м и выход в традиционные TCP/IP-сети. Такой протокол используется в системах «умного дома», носимых устройствах, датчиках, iBeacon-маячках. На производстве чипы BLE могут быть интегрированы в трекеры персонала или установлены на передвижном оборудовании для создания системы внутреннего позиционирования, а также могут использоваться для построения приборов учета газа и воды, охранных датчиков и т. д. В ассортименте компании «ЕвроМобайл» представлены готовые Bluetooth-модули.

СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ

Не теряют свои позиции и спутниковые системы, которые уже много лет используются в авиации, судоходстве, геодезии, картографии и навигации. Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС, разработанная в России, состоит из 24 космических аппаратов, расположенных в трех орбитальных плоскостях на высоте 19400 км. В свою очередь, американская система GPS содержит 30 спутников, вращающихся по шести круговым орбитам на высоте 20200 км. В целом GPS и ГЛОНАСС очень похожи; основное отличие состоит в том, что спутники GPS синхронизированы с вращением Земли, а спутники ГЛОНАСС от него не зависят. Для обеспечения наибольшей точности координат приемники можно подключить к обеим навигационным системам. GPS/ГЛОНАСС-трекеры устанавливаются на автомобили, общественный транспорт, спецтех-

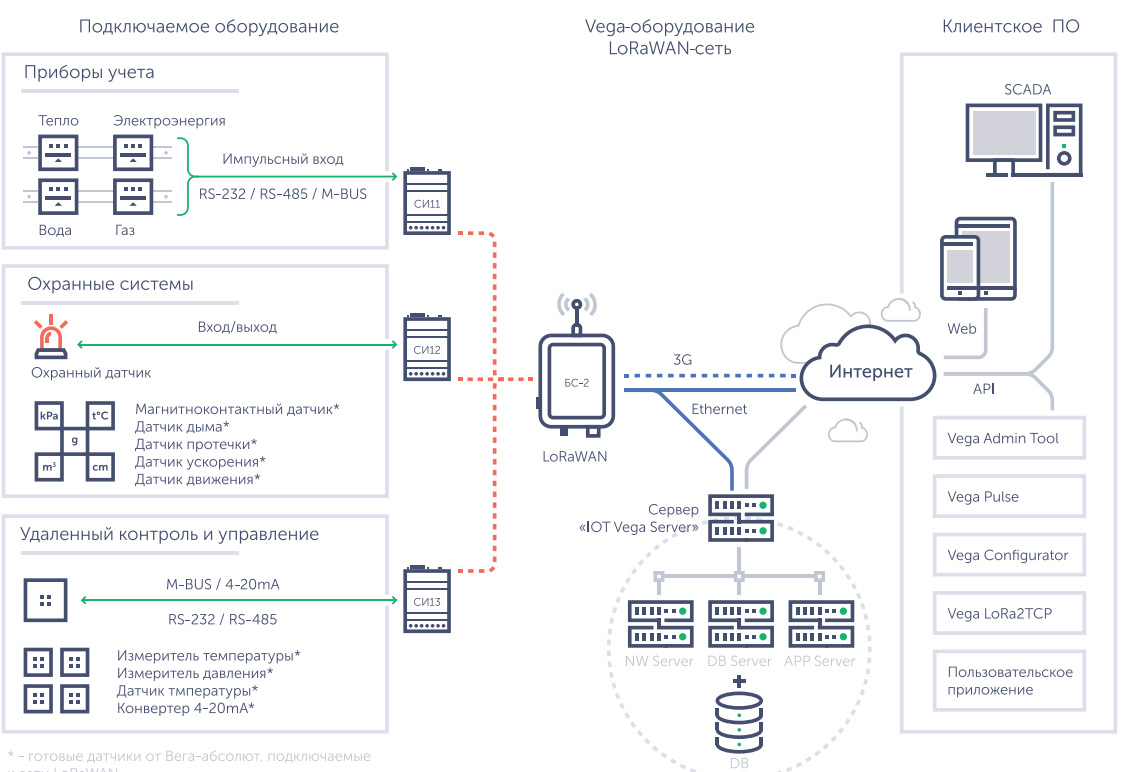


РИС. 2. ◄ Пример проекта с использованием LoRaWan

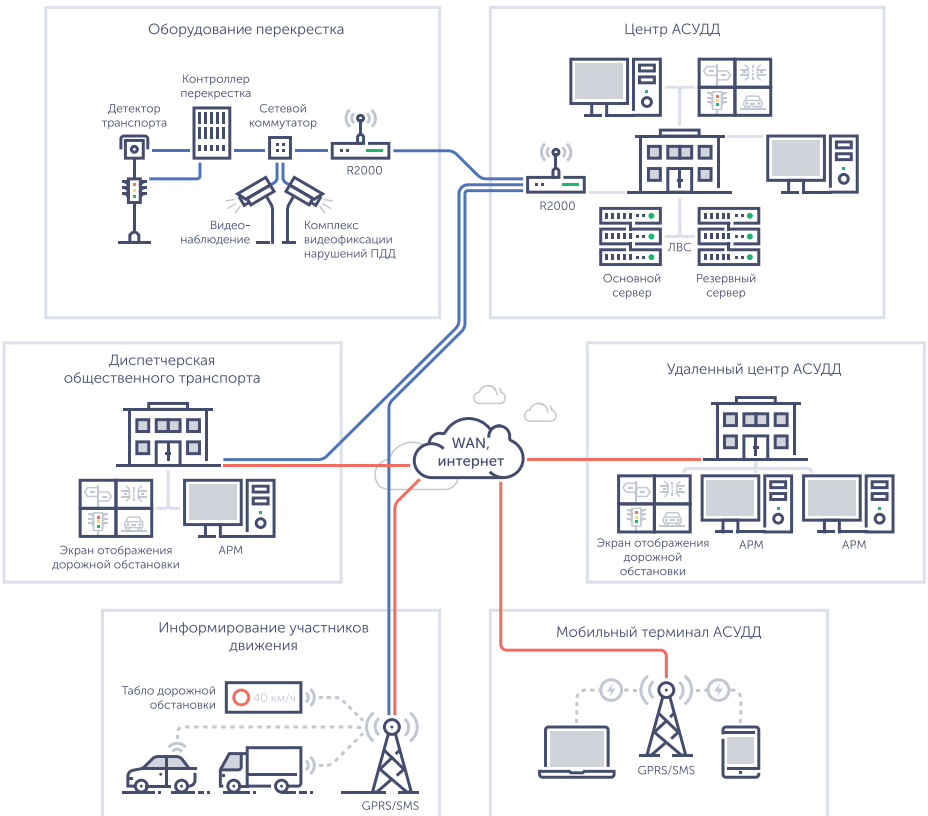


РИС. 3. ▲ Схема АСУ ДД

нику, используются для отслеживания грузов логистическими компаниями и даже применяются в быту, для определения местоположения детей и домашних животных. Функция GPS в смартфонах повышает точность местонахождения и эффективность работы многих приложений.

Спутниковая связь остается самым надежным способом передачи данных в труднодоступных районах, где нет покрытия 3G. С помощью систем подвижной спутниковой связи (Iridium, Inmarsat, Globalstar) можно не только позвонить или отправить SMS, но даже подключиться к Интернету. Для этой цели можно использовать спутниковый терминал или модем от «ЕвроМобайл».

TETRA

TETRA — это цифровой транкинговый радиостандарт профессиональной радиосвязи. Он работает в диапазоне 150–900 МГц и изначально был предназначен для служб безопасности и силовых структур. Стандарт TETRA в четыре раза эффективнее GSM по степени использования частотного спектра. Кроме того, данный стандарт предполагает возможность передачи данных и вызова большого количества абонентов одновременно. TETRA может использоваться в качестве технологической связи на промышленных объектах или быть частью гибридного решения.

«УМНЫЙ ГОРОД» — БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД

С приходом цифровой экономики должны измениться не только предприятия, банки и аграрные комплексы, но и городская среда. Беспроводные технологии являются неотъемлемой частью «умного горо-

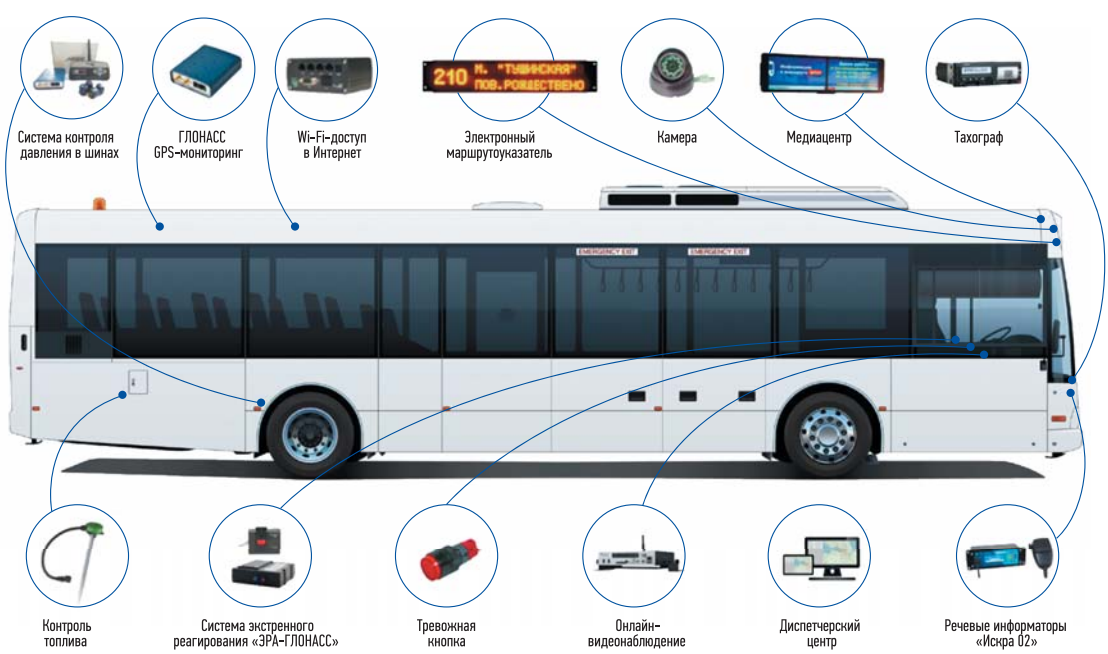


РИС. 4. ▶ «Умный» автобус

да», который состоит из нескольких компонентов:

- Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУ ДД) необходима для улучшения транспортной ситуации в городе и создания безопасного движения водителей как на улицах города, так и на скоростных магистралях (рис. 3).
- Табло для вокзалов и остановок обеспечивают информированность населения.
- Городское видеонаблюдение проводит автоматический анализ ситуации в местах скопления людей, площадях, перекрестках и автомагистралях, повышает скорость реагирования на инциденты.
- «Умный» транспорт (рис. 4) обеспечивает контроль за движением автобусов, оказывает помощь при ЧС и при разборе конфликтных ситуаций.
- Мониторинг городской окружающей среды (анализ выбросов вредных газов и сточных вод) позволяет вовремя принять меры для контроля экологической ситуации.
- Интеллектуальное управление освещением может значительно снизить расходы на обеспечение света.
- Системы мониторинга вывоза мусора снижают расходы на перевозку отходов, контролируют уровень наполненности контейнеров и повышают прозрачность процесса вывоза.
- «Умные» здания.

Отдельные элементы «умного города» уже реализованы во многих странах, в том числе и в России. Несколько лет назад МЧС разработало проект «Безопасный город», направленный на повышение безопасности граждан и оптимизацию взаимодействия всех служб контроля и реагирования. В той или иной степени он уже реализован в Тюмени, Горно-Алтайске, Архангельске, Курске, Вологде, Череповце. Внедрение и функционирование таких проектов возможно только при согласованной работе государственных органов, муниципальных служб и ИТ-компаний. И чем лучше участники процесса цифровизации взаимодействуют друг с другом, тем быстрее мы окажемся не только среди «умных вещей», но и в мире «умных городов». ⬢

АЛЕКСЕЙ МИЛОСЛАВСКИЙ, ПРЕЗИДЕНТ КОМПАНИИ «ЕВРОМОБАЙЛ»

Как бы вы оценили развитие беспроводных технологий в 2017 г.?

2017 год — это год «Интернета вещей» и связанных с ним технологий. Для нас уже стали привычными аббревиатуры LoRaWAN, NB-IoT, LPWAN. Появились подвижки в законодательстве — в частности, ассоциация «Интернета вещей» выбрала стандарт связи для российского IoT. Государственная комиссия по радиочастотам 28 декабря приняла решение о выделении для «Интернета вещей» узких полос радиочастот. Основными тенденциями развития технологий стали: IoT, блокчейн, криптовалюта, «большие данные», предиктивная экономика и тестирование 5G в России. Аналитики компании Ericsson подсчитали, что к 5G к 2022 г. будут подключены 780 тыс. россиян.

В каких важных для российского рынка проектах вы принимаете участие?

Мы участвуем в нескольких масштабных проектах.

1. «ЭРА-ГЛОНАСС». В данном проекте мы играем роль и поставщика блоков «ЭРА-ГЛОНАСС», и инжиниринговой компании. В частности, осуществляем подготовку автопроизводителя к сертификации транспортных средств. Поскольку «ЭРА-ГЛОНАСС» — система экстренного реагирования, то проверить ее работоспособность можно только с помощью краш- и акустического тестов. Акустический тест, пожалуй, даже серьезнее и сложнее. В момент аварии именно акустическая система должна сработать безупречно, чтобы обеспечить двустороннюю связь водителя и оператора системы.
2. Для проекта «Платон» мы поставили более 1 млн беспроводных сотовых 3G-модулей для бортовых блоков.
3. В 2018 г. российский бизнес должен полностью перейти на онлайн-кассы. Большинство касс производится в России, а Wi-Fi-компоненты для них поставляет наша компания.
4. В рамках программы «Безопасный город» мы оснащаем телекоммуникационными системами общественный транспорт в разных городах России (Санкт-Петербурге, Калининграде, Братске, Твери). Особенность проекта заключается в том, что часть своих систем «ЕвроМобайл» ставит на уже введенный в эксплуатацию автопарк. Иными словами, перевозчику не требуется закупать новые автобусы, чтобы усовершенствовать свой транспорт.
5. «ЕвроМобайл» также принимает участие в развитии концепции «умный город»: например, мы создаем решения для удаленного мониторинга и управления светом, «умного» общественного транспорта и «умных» остановок. Удаленный сбор показаний потребления коммунальных услуг также можно отнести к сфере «умного города» — мы поставляем модули для «умных» счетчиков.

Какие тренды цифровизации будут преобладать в ближайшие два-три года?

Основные тренды — это дальнейшее развитие перечисленных в программе «Цифровая экономика» технологий. Ключевым понятием следует считать «сквозные технологии». Нас ждут решения, которые позволят связывать в единую сеть различные объекты промышленной инфраструктуры и создавать единые базы данных — на такие темы, как исследования почвы в сельском хозяйстве и экологические проблемы, системы мониторинга стиля вождения и рынок автострахования, анализ грузоперевозок и товарооборота в России с развитием логистики и т. п. В итоге люди все больше будут делегировать выполнение рутинных задач машинам.

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ EtherCAT УНИВЕРСАЛЬНЫМ ОТВЕТОМ НА ВЫЗОВЫ IIoT?

ЭНДРЮ КАПЛЕС (ANDREW CAPLES)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

IP-стандарты, которые используются поверх стандартов сетей малой мощности, позволяют решить проблему кроссплатформенности и обеспечить полное взаимодействие заводского оборудования. Одним из таких стандартов является EtherCAT, основные характеристики которого рассмотрены в статье.

С внедрением сетевых систем, разворачиваемых на уровне заводских цехов, в среде промышленной автоматизации происходят быстрые технологические преобразования.

Однако даже при объединении в сеть станков и технологического оборудования весь потенциал сетевого подключения еще не реализуется в полной мере. Это связано с тем, что подобное оборудование обычно работает как отдельные островки или изолированные модули, не взаимодействуя с другими станками и оборудованием, предусмотренными в технологической или производственной цепи, и, условно говоря, живет само по себе. Чтобы в полной мере использовать ресурсы того, что мы уже привычно называем четвертой промышленной революцией, «Индустрией 4.0» или Industry 4.0, отдельная единица оборудования должна иметь возможность управлять или оказывать определенное влияние на другие станки и оборудование предприятия.

Будущее промышленной автоматизации — это производственная среда, в которой системы, станки, оборудование и материалы оснащены датчиками. Крупные поставщики оборудования и средств промышленной автоматизации обещают взаимодействие между заводскими устройствами, которое будет распространяться и далее — в облачные корпоративные приложения и корпоративные центры обработки данных. Такой подход должен преодолеть существующий разрыв между сетями информационных технологий (information technology, IT) и сетями, ответственными за выполнение технологических операций (operations technology, OT).

В этом случае каждый датчик (сенсор), исполнительный механизм (актуатор) и заводское оборудование становятся участниками одной общей сети. Только так можно создать доступ к данным по всему предприятию, что в свою очередь обеспечит эффективность его работы. Однако здесь имеется один чрезвычайно важный момент — необходим подход, основанный на стандартах, который смог бы использовать уже существующую инфраструктуру, в то время как остальная платформа и операционная система (ОС) не поддерживают эту массу самых разнообразных устройств. Иными словами, необходимо решить проблему кроссплатформенности.

НА СЦЕНУ ВЫХОДЯТ НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Исторически сложилось, что для устройств с ограниченными ресурсами при передаче данных и интеграции с облаком употребляются проприетарные[1], а не основанные на интернет-протоколах (IP) решения, и они, соответственно, являются не открытыми протоколами, а запатентованными решениями тех или иных разработчиков. В результате объединение информационных и технологических сетей сталкивалось с большими накладными расходами и потребностью в дополнительных ресурсах, связанных с обработкой IP-пакетов. Сама же причина использования собственных (проприетарных) протоколов кроется в том, что имелось устоявшееся мнение о непрактичности применения IP-протоколов для узлов энергоэффективной сети[2], таких как датчики и исполнительные механизмы, поскольку IP-сеть не имела для этого достаточной пропускной способности и объемов памяти.

[1] Проприетарный протокол (Proprietary protocol) — неопубликованный и недоступный другим компаниям коммуникационный протокол, например разработанный фирмой для обеспечения обмена данными и взаимодействия между ее системами. — Прим. пер.

[2] Здесь автор имеет в виду LPWAN (Low-power Wide-area Network) — «энергоэффективную сеть дальнего радиуса действия», беспроводную технологию передачи небольших по объему данных с большой зоной покрытия, разработанную для территориально распределенных сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и Интернета. — Прим. пер.

Однако с введением в беспроводных персональных вычислительных сетях с низким энергопотреблением (6LoWPAN) такого протокола, как IPv6, возможности в организации сети индустриального «Интернета вещей» (Industrial Internet of Things, IIoT) претерпели значительные изменения.

Согласно всезнающей «Википедии», 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) — это стандарт взаимодействия по протоколу IPv6 поверх маломощных беспроводных персональных сетей стандарта IEEE 802.15.4, а также название рабочей группы (Internet Engineering Task Force, IETF), непосредственно создающей этот стандарт. Основная цель разработки заключалась в обеспечении взаимодействия беспроводных персональных сетей IEEE 802.15 с широко распространенными IP-сетями. Это основано на идее, что IP-технология может и должна применяться даже к самым маломощным устройствам и что устройства с малой мощностью и ограниченными возможностями обработки данных должны иметь возможность участвовать в таком процессе непосредственно, как интернет-вещи (рис. 1). Таким образом, теперь можно применять IP-стандарты, которые используются поверх стандартов сетей малой мощности.

Если говорить более конкретно, то 6LoWPAN — это адаптационный слой (иногда его называют «уровень») между IP-каналом и транспортным сетевым слоем, необходимый для обеспечения передачи пакетов IPv6 по беспроводным энергоэффективным сетям широкого радиуса действия. Например, упомянутый IEEE 802.15.4 (ZigBee), который определяет физический слой и управление доступом к среде для беспроводных персональных сетей с низким уровнем скорости обмена данными. В этом случае для того, чтобы уменьшить размер полезной нагрузки, 6LoWPAN обеспечивает сжатие заголовка и фрагментацию пакетов, что позволяет осуществлять передачу стандартизованных IPv6-пакетов. При пересылке пакетов между слоями через 6LoWPAN поддерживается большое количество узлов в энергоэффективных сетях, требующих многократных «скачков» на больших площадях сетевого покрытия.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ С УСТАРЕВШИМИ ИНФРАСТРУКТУРНЫМИ ЕДИНИЦАМИ

Крупные игроки рынка промышленной автоматизации, продвигая различные технологии полевых шин, способствовали его фрагментации[3]. Однако поскольку связь была и остается крайне важной для дальнейшего развития автоматизации производства, ее будущее предполагает внедрение основанных на стандартах технологий полевых шин, которые используют традиционную сетевую инфраструктуру.

Одним из примеров решения для полевой шины, которое использует существующую стандартную инфраструктуру Ethernet, является Ethernet для технологии управления и автоматизации — EtherCAT (рис. 2). EtherCAT (от Ethernet for Control Automation Technology) — это стандарт промышленной сети, относимый к семейству Industrial Ethernet и технологиям, предусмотренным для распределенного управления в режиме реального времени. Стандарт разработан компанией Beckhoff, при этом была поставлена цель предоставить возможность использования широко распространенной технологии Ethernet для приложений автоматизации, требующих частого обновления времени (также называемого временем цикла) с низким джиттером (для синхронизации) и невысокими затратами на аппаратное обеспечение. Дейтаграммы EtherCAT пропускаются внутри стандартного фрейма Ethernet. EtherCAT — глобально новая технология, которая потенциально может привести к стандарту для полевой шины Ethernet.

EtherCAT имеет Ethernet-интерфейс с поддержкой в реальном времени и встроенной системой обеспечения безопасности. Это один из самых эффективных протоколов промышленной связи, выполненный на базе Ethernet. Кроме того, EtherCAT основан на стандартном оборудовании Ethernet для связи промышленных приложений в реальном времени. Обработка выполняется, как говорится, «на лету», что является ключевой особенностью технологии EtherCAT.

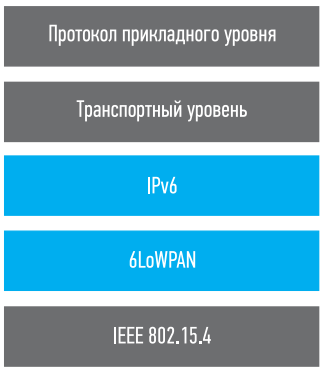


РИС. 1. IPv6 поверх 6LoWPAN позволяет маломощным устройствам с ограниченными возможностями обработки участвовать в IIoT

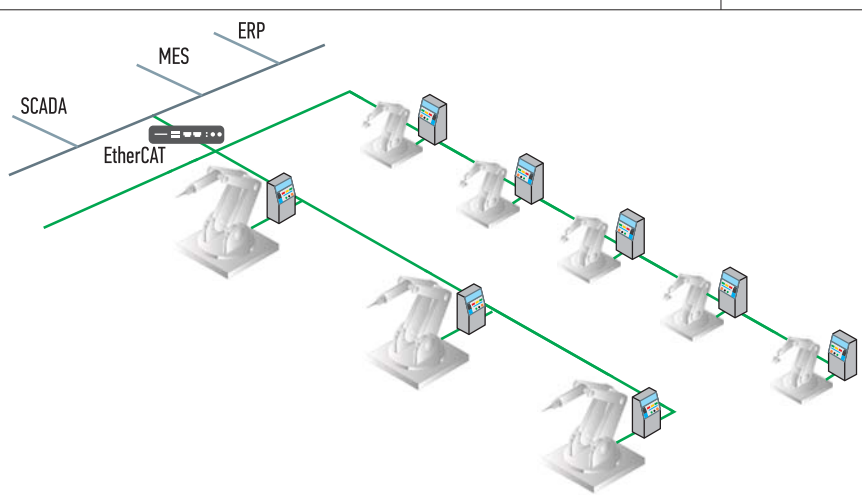


РИС. 2. EtherCAT — решение для полевых шин сети предприятия, обеспечивающее возможность подключения как к производственному и технологическому оборудованию, так и к корпоративным системам верхнего уровня

[3] Промышленная сеть (известная под термином fieldbus) — это сеть передачи данных, связывающая различные датчики, исполнительные механизмы, промышленные контроллеры и используемая в промышленной автоматизации. Термин употребляется преимущественно в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП). В РФ описывается стандартом ГОСТ Р МЭК 61784-1-2016 «Промышленные сети. Профили. Часть 1. Профили полевых шин», который идентичен международному стандарту IEC 61784-1:2014 «Industrial communication networks — Profiles — Part 1: Fieldbus profiles», IDT. — Прим. пер.

Поскольку сетевой трафик генерируется с помощью ведущего контроллера EtherCAT, ведомые устройства EtherCAT обрабатывают каждый кадр данных по мере их поступления, не останавливая и не тормозя процесс обмена. Чтение и запись данных могут быть извлечены и вставлены каждым подчиненным устройством, по мере того как кадр перемещается по сети, причем предыдущие данные не теряются. Как можно видеть, EtherCAT предлагает высокую гибкость, поскольку необходимый период цикла управления может меняться в зависимости от требуемой функции управления. Например, более длительные циклы для обновлений ввода/вывода или сверхкороткое время цикла для синхронизации роботизированных манипуляторов могут сосуществовать в одном и том же канале коммуникации.

Поскольку EtherCAT базируется на физическом уровне, как и Ethernet, он использует стандартные кабели категории 5 и обычный для этой технологии сетевой интерфейс. Чтобы облегчить передачу данных на основе TCP/IP в сегменте EtherCAT, можно прибегнуть к протоколу Ethernet по протоколу EtherCAT. Естественно, для подключения Ethernet-устройств к сегменту EtherCAT необходимы коммутационные порты. При этом кадры Ethernet туннелируются по протоколу EtherCAT, что делает сеть EtherCAT полностью прозрачной и для Ethernet-устройств.

Для предотвращения падения производительности коммутатор портов вставляет пакеты TCP/IP в трафик EtherCAT таким образом, чтобы защитить свойства реального времени сети от разрушения, или, как сейчас говорят, от инфицирования. Кроме того, устройства EtherCAT могут поддерживать интернет-протоколы (например, HTTP) и вести себя как стандартный узел Ethernet за пределами сегмента EtherCAT.

ВАЖНОСТЬ УНИФИЦИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ СВЯЗИ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ (OPC UA)

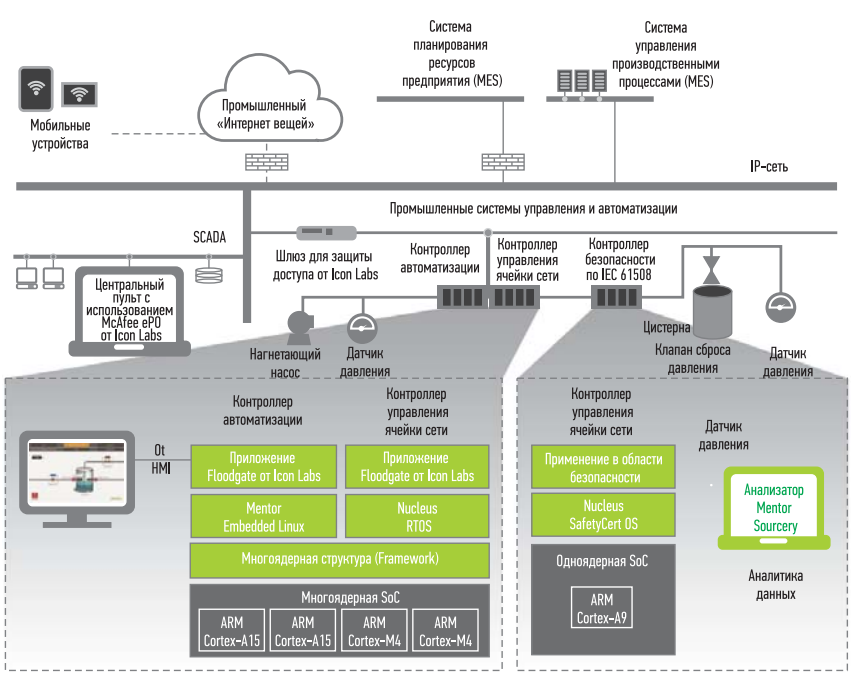
Хотя по своей природе EtherCAT уже защищен, туннелирование в другие сети внутри предприятия с использованием TCP/IP может привести к определенным проблемам. Интеграция с EtherCAT требует протоколов, которые гарантируют безопасность, необходимую для предотвращения компрометации устройства, подключенного к промышленной сети. Недавно технологическая группа EtherCAT и международная некоммерческая организация OPC Foundation, поддерживающая архитектуру связи с открытым кодом[4], объявили о планах совместной поддержки стандарта Industrie 4.0. Для этого унифицированная архитектура OPC[5] была разработана с учетом повышенной системной безопасности.

OPC UA включает контрмеры против киберугроз, таких как атаки типа «отказ в обслуживании», компрометация компонентов экстрасети[6] или облака и внедрение вредоносного программного обеспечения через внутреннюю сеть интранет или Интернет. Для удовлетворения требований безопасности OPC UA неявно защищен и применяет управление доступом, шифрование, цифровые подписи и сертификаты X.509. Поскольку OPC UA не зависит от платформы и масштабируется, он объединяет устройства на предприятии. OPC UA может быть развернут на встроенных устройствах, выполняющих ОС реального времени, или для служб под управлением платформ на ОС Linux и Microsoft Windows.

Благодаря комбинации OPC UA и EtherCAT, основанные на стандартах протоколы могут интегрировать сети заводских цехов с системами предприятия и цепочками поставок. Поддержку в разработке многоядерных встраиваемых систем могут оказать, например, решения компании Mentor (рис. 3). Операционная система Mentor Nucleus реального времени (real-time operating system, RTOS) с встроенной ОС Linux с открытым исходным кодом является одним из популярных решений для систем выполнения в реальном времени. Кроме того, решения Mentor интегрированы с поддержкой промышленной полевой сети, включая EtherCAT и EtherNet/IP, и реализуют такие промышленные протоколы, как OPC UA, CANbus, Modbus и ряд других.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что EtherCAT — это очень полезная полевая шина, которая позволяет большому количеству подключенных устройств взаимодействовать в уже установленной IIoT-инфраструктуре предприятия, включая широкое межмашинное взаимодействие.

РИС. 3. Реализация многоплатформенного подхода с помощью решений Mentor



[4] Open Platform Communications, OPC — семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами. — Прим. пер.
[5] OPC unified architecture, OPC UA — спецификация универсальной архитектуры OPC, определяющая передачу данных в промышленных сетях и взаимодействие устройств в них. — Прим. пер.
[6] Экстрасеть — частная компьютерная сеть, к которой могут подключаться клиенты компании и поставщики. — Прим. пер.

ЧЕЛОВЕК + РОБОТ + ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: BIONICWORKPLACE ОТ КОМПАНИИ FESTO

ВЛАДИМИР РЕНТЮК
Rvk.modul@gmail.com

На протяжении всей истории цивилизации человек предпринимал попытки создать себе механического помощника — используя то, что мы сейчас называем бионикой, а также пытаясь наделить его интеллектом. Механические устройства, в том числе подобные людям или животным, действующие по заложенной и часто крайне сложной программе, известны с глубокой древности [1]. А вот наделение интеллектом — это был либо удел мифов и легенд с их оживленными магией или любовью Мёккуркальви, Големом и Галатеей, либо проделки шарлатанов, использующих иллюзию или чистый обман, как в случае с «механизмом», играющим в шахматы. Что же касается нашего реального инженерного мира, то здесь тоже не все так просто и нам уже не до игрушек и цирковых трюков.

Мы уже привыкли к роботизированному оборудованию, которое широко используется на различных предприятиях. Хотя ему нужно проходить обучение, его основа — это работа по программе, и с этим мы успешно справляемся. Но остается та же проблема, которая не давала покоя человеку с древности, — интеллект. Это можно свести к философскому вопросу: как в производственном процессе объединить человека и машину-робота, не превратив первого в придаток второй, вынужденный подстроиться под ее возможности и потерять над ней власть?

Можно спросить: а зачем нам все это? Ведь есть специалисты — пусть работают, как раньше. Какой смысл тратить средства, причем немалые, на всякие новомодные штучки и модернизировать под них производство? Отчасти это обусловлено человеческой природой. Дело в том, что в индустрии произошла смена поколений — люди, рожденные на пороге 2000-х гг., уже привыкли к новым гаджетам и компьютерам, и крутить по восемь часов в день на токарном станке рукоятку подачи бабки с резцом они не будут [2].

Те, кто работает в производственной сфере, знают, что найти сейчас слесаря-сборщика, токаря или фрезеровщика — даже на зарплату в два-три раза выше средней — крайне проблематично. Новый резец для перевыполнения плана миллениалы[1] уже делать не станут, — а вот программу управления станком с ЧПУ для оптимизации обработки поправить могут.

С другой стороны, вряд ли нас ожидает будущее, показанное, например, в британском научно-фантастическом фильме 2015 г. «Ex Machina», поскольку такой подход не только далек от возможной реализации, но и лишен какого-либо практического смысла.

Если вспомнить историю термина «робот», то он был впервые использован в 1920 г. чешским писателем Карелом Чапеком в пьесе «Р. У. Р.» («Россумские универсальные роботы»). И в это слово было заложено назначение машины (robot от чешского «robota» — подневольный труд) — выполнение без раздумий, но с предельной точностью конкретной, заданной человеком задачи. Механизм, хоть и наделенный интеллектом и быстро соображающий, прежде всего должен эффективно работать, а не красоваться.

Однако изменения в промышленности и, как уже было сказано, в социуме требуют внедрения интеллектуальных роботизированных систем, и к ним необходимо быть готовыми уже сейчас. При этом становится все важнее обеспечить, чтобы сотрудники могли быстро и интуитивно адаптироваться к новым задачам. Для этого требуются новые формы сотрудничества между людьми, машинами и программным обеспечением. Ключевую роль в данном случае играют системы самообучения с искусственным интеллектом и роботизированные решения автоматизации, которые могут работать рука об руку с оператором, т. е. человеком, и создавать конечный продукт путем прямого общения друг с другом. Всем этим требованиям соответствует BionicWorkplace — новаторская рабочая среда, представленная компанией Festo на всемирной выставке передо-

[1] Миллениалы — поколение, рожденное на пороге 2000-х гг.

вых достижений Hannover Messe 2018 (Ганновер, Германия) [3].

Работы компании Festo в области бионики, не связанные напрямую с той или иной сферой индустрии, но наглядно демонстрирующие уровень разработчиков компании, хорошо известны широкой публике. Они набирают сотни тысяч просмотров на YouTube. Это и бионическая стрекоза (BionicOpter), и бабочки (eMotionButterflies), и летающая лисица (BionicFlyingFox), а также такие экзотические вещи, как, например, катящийся паук (BionicWheelBot) или летающие сферы (eMotionSpheres), и своеобразные произведения искусства, созданные на грани высоких технологий, — как SmartInversion [8].

Что же касается решения более приземленных и насущных проблем, а именно интересующего нас индустриального производства, то с точки зрения выпускаемой продукции, а также организации рабочего места и будущего индустрии прежде всего важно обеспечить гибкость, причем даже на уровне выпуска единичных продуктов. И решением этой задачи видится использование искусственного интеллекта и обучения машин. Конечная цель заключается в превращении рабочих мест в самообучающиеся системы, которые постоянно развиваются и оптимально адаптируются к текущим требованиям.

Именно такой подход компания Festo демонстрирует на примере интеллектуальной рабочей среды BionicWorkplace: человек работает вместе с бионической роботизированной рукой, а также многочисленными дополнительными системами и периферийными устройствами, соединенными между собой в рамках общей управляющей сети, через которую они «общаются» друг с другом. Вся система организована так, чтобы избавить оператора от монотонной, утомительной или опасной деятельности [4].

Рабочее место в среде BionicWorkplace (рис. 1) эргономично спроектировано, и его можно индивидуально адаптировать к человеческим потребностям, вплоть до оптимизации режима освещения. В центре поля зрения оператора установлен большой проекционный экран. Он предоставляет всю необходимую информацию и быстро реагирует на текущие обстоятельства. Вокруг проекционного экрана установлены различные датчики и системы камер, которые постоянно фиксируют позиции рабочего, компонентов и инструментов [4]. Все это размещено на пневматической автоматизированной платформе, объединяющей высокоточную механику, датчики, а также комплексную систему управления и контроля на очень небольшом пространстве.

В рамках Hannover Messe компания Festo продемонстрировала на BionicWorkplace сценарий производства штучного продукта. Была поставлена задача создания модели человеческой головы из секций, выполненных лазером, путем резки акрилового стекла [6]. Для этого сначала программа считывает отсканированное с помощью, например, планшета лицо, а затем преобразует сохраненные черты в CAD-модель, которая впоследствии разбивается на отдельные фрагменты. Далее на основе этого 3D-шаблона лазерный резак вырезает элементы из акрилового стекла. Кобот BionicCobot берет срезы непосредственно с резака и передает их в правильной последовательности оператору, который затем собирает их, чтобы создать заданную уникальную модель.

Пневматический легкий BionicCobot является ключевым компонентом рабочей среды BionicWorkplace. Этот

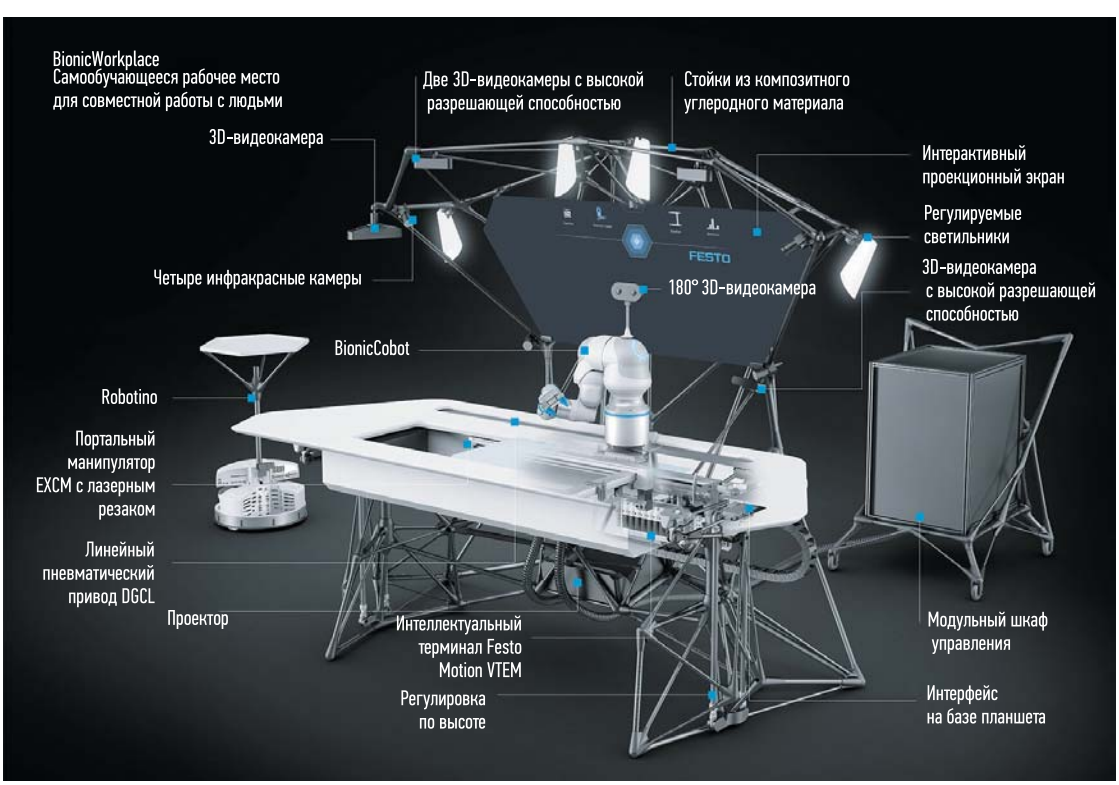


РИС. 1. ▶ Интеллектуальное рабочее место BionicWorkplace

робот (а вернее, кобот — коллаборативный робот, предназначенный для работы в общей среде с человеком [5]) представляет собой модель человеческой руки. Движения создаются сжатым воздухом, что делает такой манипулятор достаточно гибким — настолько, что он может напрямую и безопасно взаимодействовать с людьми. Это стало возможным благодаря использованию пневматики с цифровым управлением. Движения смоделированы по образцу человеческой руки: от плеча, локтя и предплечья до самого захвата. Каждый из семи суставов использует механизм работы бицепса и трицепса, представляя собой эффективное взаимодействие сгибающих и разгибающих мышц. Применяемый вместе с BionicCobot интеллектуальный пневмоостров Festo Motion Terminal VTEM, который является киберфизической системой [7], открывает совершенно новые возможности для безопасного сотрудничества людей с роботами и позволяет коботу BionicCobot выполнять быстрые, сильные или мягкие и осторожные движения.

Автоматическая подача материала в данном сценарии обеспечивается мобильным роботом Robotino, который автономно перемещается между станциями и безопасно находит путь с помощью лазерного сканера. В основе Robotino лежит система из трех двигателей, позволяющих роботу передвигаться по плоскости в любом направлении с регулируемой скоростью. Контроль над ними осуществляется встроенным компьютером: он способен прокладывать для робота маршруты, по которым тот сможет перемещаться автономно. Кроме того, компьютер считывает показания всех встроенных в робот сенсоров и дает пользователю возможность управлять роботом.

Загружает в Robotino материал BionicMotionRobot — усовершенствованная версия легкого робота-манипулятора, подобного хоботу слона и щупальцу осьминога. Это мягкая роботизированная структура с пневматическими присосками и движениями естественной формы, имеющая специальное объемное тканевое покрытие. Таким образом, конфигурация этих двух роботов объединяет в себе все ключевые элементы робототехники.

Датчики и системы камер регистрируют текущие позиции оператора, компонентов и инструментов, при этом оператор может интуитивно контролировать BionicCobot посредством жестов, касания или речи. Система узнает операторов (по голосу и лицу), а также реагирует на каждое инициированное ими действие. В ходе общения система узнает что-то новое и добавляет в так называемую семантическую карту, объем которой непрерывно растет. По сетевым путям хранящиеся в системе алгоритмы постоянно дают ту или иную реакцию, которая связана с динамическими изменениями выполняемого процесса. В результате система постоянно оптимизирует саму себя, а контролируемые, запрограммированные и заданные последовательности выполнения тех или иных операций постепенно стираются и уступают место гораздо более свободному «интеллектуальному» методу работы. Таким образом, обмен знаниями между оператором и машиной — а главное, обеспечение их доступности — осуществляется уже на глобальном уровне.

Интеллектуальное программное обеспечение одновременно обрабатывает все изображения камеры, позиционные данные и входы от различных периферийных устройств. Система использует всю эту информацию для выбора и создания оптимальной последовательности программ. Затем, для того чтобы оказать человеку наилучшую поддержку во время работы, система делит задачи на выполняемые роботом и другими механизмами.

Что касается движений оператора, то система распознает их благодаря специальной рабочей одежде, которая состоит из спецовки с длинными рукавами (со встроенными инфракрасными маркерами и инерционными беспроводными датчиками), а также специальной сенсорной перчатки (рис. 2). С помощью считывания данных датчиков BionicCobot способен с высокой точностью передавать своему «коллеге» предметы

РИС. 2. ◄ Специализированная рабочая одежда с сенсорами для работы в среде BionicWorkplace

РИС. 3. ◄ Удаленное управление интеллектуальным рабочим местом BionicWorkplace

РИС. 4. Ключевые элементы современной робототехники от компании Festo. BionicWorkplace: BionicCobot, взаимодействующий с BionicMotionRobot и Robotino

и нужные инструменты, а при необходимости выходить из зоны прямого контакта, что является обязательным и безусловным требованием для систем, в основе которых лежит прямое сотрудничество между людьми и роботами [5, 6].

Еще одним важным элементом интуитивной операционной концепции является дистанционная манипуляция. Для этого используется трехмерная стереокамера с углом обзора 180°, которая охватывает все рабочее пространство. В то же время оператор, даже пространственно отделенный от рабочей среды, помимо спецовки с датчиками и тактильных перчаток может применять еще и очки виртуальной реальности. Он может использовать их для доступа к изображениям с камеры в реальном времени и выполнять необходимые действия. Таким образом, управление роботом может осуществляться при пространственном разделении с оператором или — при необходимости — с безопасного расстояния (рис. 3).

После обучения и оптимизации процессы и возможности BionicWorkplace можно легко перенести в реальном времени на другие системы того же типа и открыть к ним доступ в любой точке мира. В будущем, например, можно будет интегрировать рабочие места в глобальную сеть, в которой будут использоваться общие модули знаний, а сообщения — подаваться на национальных языках. Благодаря этому производство станет не только более гибким, но и более децентрализованным. Операторы в сотрудничестве с таким интеллектуальным оборудованием смогут, к примеру, вызывать через интернет-платформу необходимые производственные заказы и изготавливать детали или некие агрегаты автономно, в соответствии с индивидуальными пожеланиями и требованиями клиентов.

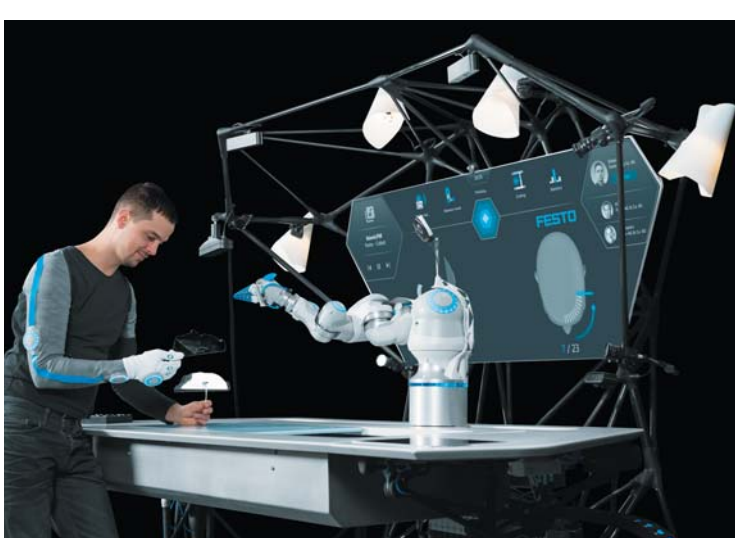


РИС. 5. Оператор работает вместе с бионической роботизированной рукой, а также с многочисленными вспомогательными системами и периферийными устройствами, которые связаны и «общаются» друг с другом

Благодаря интеллектуальным рабочим местам, способным к обучению, таким как BionicWorkplace, и использованию многофункциональных инструментов сотрудничество между людьми и машинами станет еще более интуитивным, простым и эффективным. Блоки знаний и новые навыки, полученные после обучения, можно безгранично распределять и предоставлять в глобальном масштабе. Поэтому в будущем можно будет создать всемирную сеть рабочих мест с местными и индивидуальными адаптациями. Один из возможных сценариев, который объединяет все ключевые элементы робототехники, — BionicCobot, взаи-

модействующий с BionicMotionRobot и Robotino в рамках BionicWorkplace (рис. 4).

Некоторые особенности перспективного инновационного решения BionicWorkplace компании Festo приведены на рис. 5–8. Несомненно, BionicWorkplace — это технология будущего, ориентированная на новое поколение специалистов, которые, как это характерно для развивающейся цивилизации, выведут ее на следующий уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микеров А. Автоматические устройства от Древнего мира до начала промышленной революции // Control Engineering Россия. 2014. № 3.
2. Gregg J. Changing the face of process control for a new generation. www.controleng.com/single-article/changing-the-face-of-process-control-for-a-new-generation.
3. BionicWorkplace: Human-robot collaboration with artificial intelligence. Exhibitor Press Releases. www.hannovermesse.de/en/register-plan/for-journalists/press-services/press-releases/exhibitor-press-releases/?id=24839.
4. BionicWorkplace: Human-robot collaboration with artificial intelligence. www.festo.com/group/ru/cms/13112.htm.
5. Анандан Т. Роботы и люди: безопасное сотрудничество // Control Engineering Россия. 2017. № 6.
6. www.festo.com/group/en/repo/assets/media/20180323_FESTO_BionicWorkplace_SD.mp4.
7. Васильев Д. Festo Motion Terminal — новое слово в автоматизации // Control Engineering Россия. 2017. № 5.
8. www.festo.com/bionics.

РИС. 6. Люди могут контролировать BionicCobot посредством жестов, прикосновений или речи

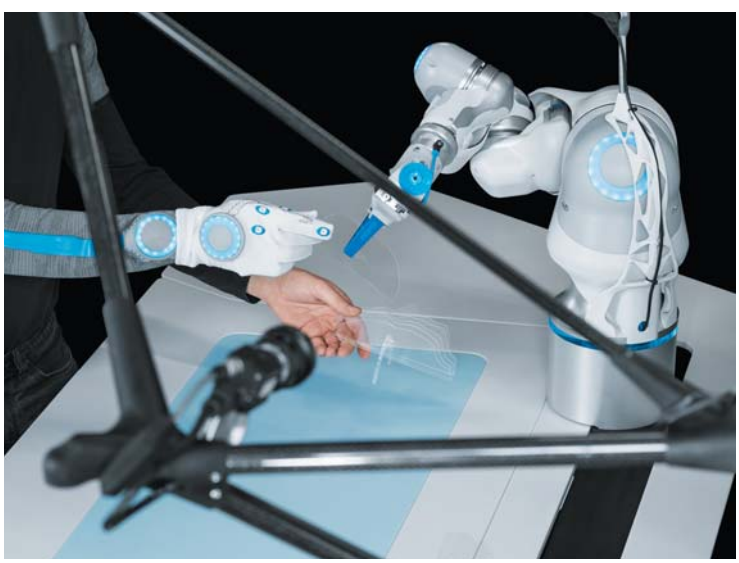


РИС. 7. Датчики и системы камер регистрируют позиции оператора, компонентов и инструментов

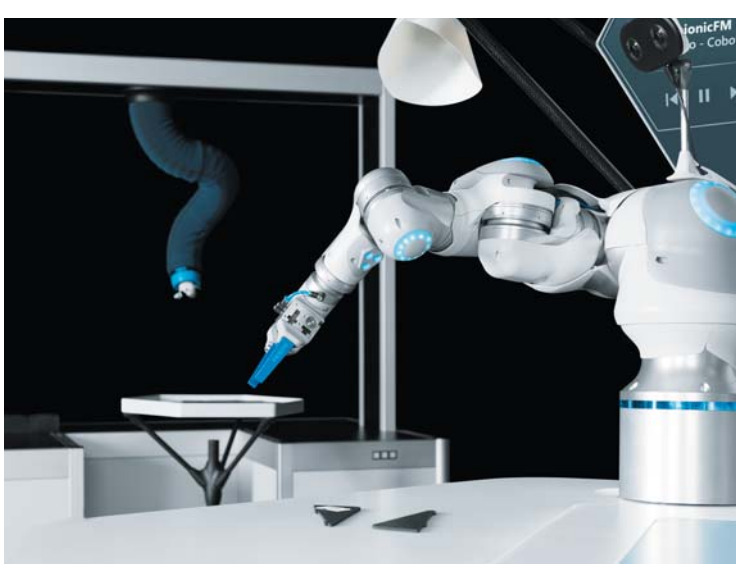


РИС. 8. Постоянная автоматическая подача материала обеспечивается Robotino, который автономно перемещается между станциями. При этом используется усовершенствованная версия робота BionicMotionRobot

ВОЗМОЖНОСТИ «СИМЕНС» ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

ДМИТРИЙ БЕКАСОВ

Процесс цифровой трансформации промышленности длится уже не первый год и только набирает обороты, подстегиваемый стремительным развитием технологий. В СМИ мы ежедневно слышим про новую цифровую эпоху и приход четвертой промышленной революции. В прошлом году в мире уже было зафиксировано превышение количества киберфизических систем, обменивающихся данными без участия человека, над числом мобильных устройств, с помощью которых передают друг другу информацию люди. В статье рассказано о том, как компания «Сименс» реагирует на новую цифровую реальность и какие технологии предлагает для использования в промышленном секторе.

Специалисты определяют ряд признаков наступления четвертой промышленной революции, среди которых выделим следующие:

- Взрывное распространение облачных решений с технологиями обработки «больших данных» (big data), которые позволяют выявить закономерности, не распознаваемые человеком. Это можно использовать в промышленности для предиктивного технического обслуживания, приведения потребительских качеств продукции в соответствие с требованиями клиентов, проактивного управления рисками и др.
- Широкое применение моделеориентированных технологий, которые обеспечивают автоматическую оптимизацию и быструю переналадку производств. Это позволяет реализовать кастомизацию, т. е. учет индивидуальных требований заказчика, и в итоге дает возможность перейти 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, IoT), которое 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 название немецкой инициативы, направленной на поддержание конкурентоспособности промышленных предприятий за счет перечисленных технологий.

Основой «Индустрии 4.0» является цифровое, или «умное», производство (Smart Factory) — условное предприятие будущего, которое сочетает в себе преимущества массового выпуска с возможностью единичного изготовления продуктов по индивидуальным требованиям конкретных клиентов, автоматическим обеспечением максимального качества изделий и минимальными затратами на их создание.

Таким образом, технологическая суть «Индустрии 4.0» — это автоматизированная оптимизация производственных процессов. Есть два глобальных сценария ее реализации. В первом, эмпирическом варианте мы интуитивно предпринимаем шаги, направленные на развитие и совершенствование производства, и верим, что они принесут какие-то преимущества, суть и объем которых трудно оценить заранее. А во втором — smart-варианте — мы с самого начала имеем гарантированные данные, показывающие, что выбранный путь является оптимальным, и точно знаем, что нужно сделать, чтобы получить требуемые результаты. Принцип заблаговременности и прогнозируемости в «Индустрии 4.0» является одним из определяющих, и мы еще не раз обратимся к нему в статье.

Чтобы в условиях современной экономики развивать Smart Factory (рис. 1) по второму сценарию, «Сименс» предлагает следующие решения для внедрения вышеупомянутых технологий «Индустрии 4.0»:

- платформа MindSphere, которая обеспечивает доступ к «большим данным» и инструментам их обработки;
- платформы COMOS (для непрерывных процессов) и TeamCenter (для дискретных процессов), позволяющие реализовать на предприятии моделеориентированный подход;
- платформа SIMATIC, ряд платформ в приводной технике, а также контрольно-измерительные приборы и автоматика для широкого использования киберфизических систем.

РЕАЛИЗАЦИЯ SMART FACTORY

Цепочку создания продукта на промышленном предприятии можно разбить на следующие фазы (рис. 2):

1. Разработка продукта.
2. Планирование производства.
3. Подготовка производства и инжиниринг.
4. Собственно производство продукта.
5. Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР).

На каждой из этих фаз, в зависимости от конкретного производства, используются свои наборы компонентов, инструментов, технологических установок и решаются специфические задачи. При этом на всех этапах происходит взаимодействие с внешними и внутренними поставщиками, что является отдельной задачей оптимизации. Это то, что происходит в реальном мире.

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

Если вынести за скобки «лоскутные» продукты для Smart Factory, во множестве присутствующие на рынке, то получится, что 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 ее комплексного предложения лежит единая информационная платформа, также служащая средством коллективной разработки. Для непрерывных отраслей промышленности предназначена платформа COMOS, а для дискретных — TeamCenter.

Единая объектно-ориентированная информационная платформа способна хранить все данные о Smart Factory и в любой момент жизненного цикла предоставлять эту информацию участникам процесса в целостном и непротиворечивом виде. По сути, это база данных, которая содержит сведения обо всех объектах производства и вместе с тем является платформой для набора программных инструментов, предназначенных для работы с цифровыми двойниками на том или ином этапе жизненного цикла.

Для оптимизации жизненного цикла предприятия на верхнем уровне «Сименс» разработал открытую облачную платформу MindSphere с набором аналитических инструментов, которые позволяют не только аккумулировать огромные массивы данных, генерируемые любым производством, но и эффективно их обрабатывать. Благодаря этому можно уменьшить затраты, повысить

РИС. 1. ◄ Smart Factory

РИС. 2. ◄ Цепочка создания продукта на промышленном предприятии

добавленную стоимость продукции, оптимизировать ТОиР и т. д.

Рассмотрим подробнее, что происходит на каждом этапе жизненного цикла предприятия.

Разработка продукта

В общем случае все начинается с разработки продукта (рис. 3). В единую информационную базу вносится спецификация будущего изделия. Для него разрабатывается проектная документация — например, с помощью пакета NX от «Сименс». Затем, в традиционном случае, изготавливается пилотный образец, который испытывается на соответствие заявленным и ожидаемым характеристикам. Если выявляются какие-то несоответствия, то в первоначальную конструкцию вносятся коррективы, опытный образец создается и подвергается тестированию повторно, и так может быть не один раз. Если речь идет об изготовлении не элементарного болта, а, например, кофе-машины, то все эти итерации в масштабах предприятия приносят существенные финансовые потери и, что не менее важно, затраты времени на выпуск продукции.

Как на данном этапе может помочь виртуальная действительность?

С помощью программного обеспечения (ПО) «Сименс» можно провести все испытания на цифровых моделях: заранее проверить моменты механической совместимости узлов и протестировать планируемые нагрузки, выявить несанкционированные области перегрева, выполнить электромагнитные испытания, зафиксировать ошибки внутреннего кода и т. д., без необходимости изготавливать опытный образец «в железе».

В ряде отраслей конструирование изделия неспецифично — например, для переработки нефти и газа, плавки металла и т. п. Для таких применений в портфеле «Сименс» есть программные пакеты, предназначенные для моделирования различных сред. Полученные этими инструментами данные с помощью интеграции могут передаваться в системы управления рецептурной продукцией, что также позволяет оптимизировать дальнейшее производство.

Таким образом, после некоторого количества виртуальных итераций можно получить отлаженную и подходящую цифровую модель будущего продукта, которая и называется цифровым двойником.

Планирование производства

На втором этапе с помощью ПО «Сименс» можно полностью спроектировать будущее производство и провести моделирование его параметров.

Инструменты «Сименс» позволяют эффективно моделировать не только роботов, конвейеры, экструдеры, прокатные станы и прочие механизмы, но и биомеханику человека. Благодаря этому можно оценить трудозатраты персонала и степень усталости человека, а также выявить риски взаимодействия сотрудника с коллаборативными механизмами. Одно дело, если условный сборщик прикручивает узел к изделию в естественном положении, и совсем другое — если в неудобной позе ему нужно применить сборочный инструмент, которым с трудом можно воспользоваться, и он дополнительно сокращает сектор обзора. А такая операция может быть необходима, например, раз в три минуты. Программное обеспечение «Сименс» позволяет заранее оценить эргономичность различных производственных операций и риски для здоровья сотрудников.

Таким образом, используя цифровые модели механизмов, технологических установок и персонала, можно смоделировать работу целых производственных участков и цехов, а также сопряженных логистических цепочек. Также это позволяет заранее определить, сколько времени потребуется на изготовление единицы продукции, предотвратить ситуации, когда механизмы могут нанести повреждения персоналу, выстроить потоки материалов и заблаговременно понять, какой запас сырья является оптимальным и будет гарантировать ритмичную работу Smart Factory.

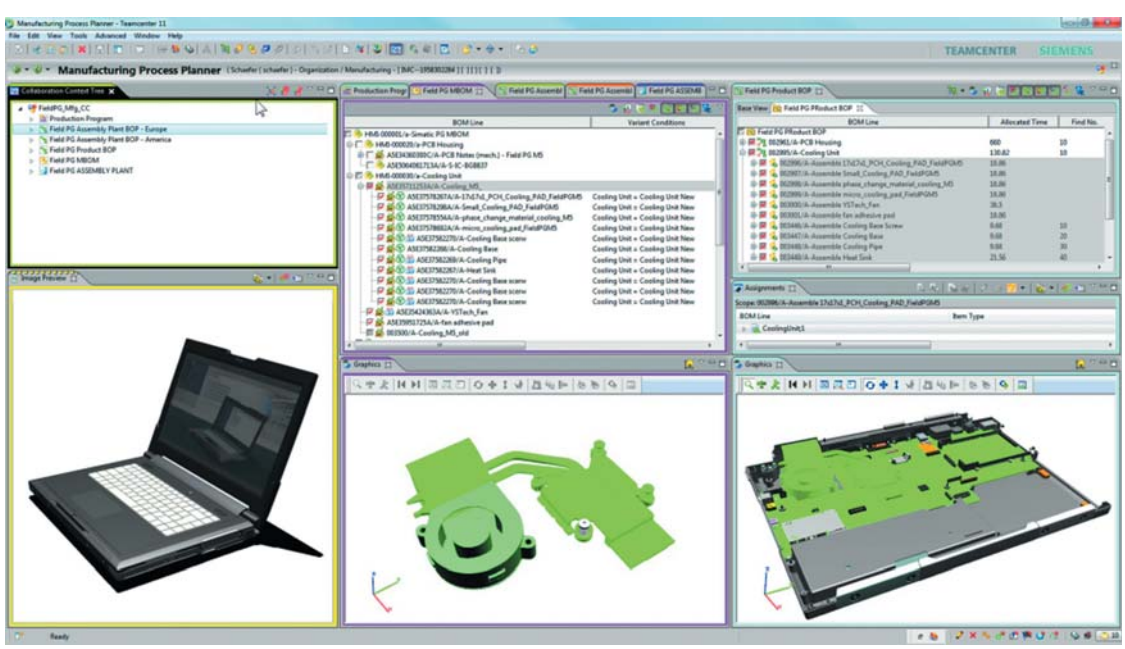


РИС. 3. ▶ Начало разработки продукта

Если говорить про непрерывные технологические установки (такие как электростанции, химические реакторы, печи), то их также можно описать в системе COMOS и построить полный цифровой двойник, включая технологическую часть, логику управления, электрические схемы, автоматизацию, 3D-визуализацию и т. д.

Объектно-ориентированная платформа COMOS позволяет, единожды создав технологический узел (например, привод-мешалку), затем многократно использовать его в различных частях проекта. При этом COMOS будет автоматически следить за непротиворечивостью характеристик и трансформировать представление объекта. Перетягивая способом drag-and-drop этот привод-мешалку из библиотеки объектов, можно получить различные графические представления узла — на технологической, однолинейной схемах или схеме электрических подключений. Все это выполняется без участия человека, что экономит время и инженерные ресурсы и является формой оптимизации жизненного цикла предприятия.

Имея полную модель технологической установки, можно заранее испытывать на ней различные режимы работы, в том числе пограничные, без какого-либо риска техногенных катастроф или травматизма персонала.

Также можно заблаговременно, когда технологическая установка еще только строится, приступить к обучению персонала, погружая людей в виртуальную реальность при помощи аватара или виртуальных очков (рис. 4).

Благодаря инструменту виртуальной реальности COMOS Walkinside будущий сотрудник может ознакомиться с расположением производства, подойти к любому технологическому узлу. При этом ему будут доступны параметры процесса, генерируемые цифровой моделью технологической установки. Сотрудник может мгновенно получить доступ к технической документации на узел, к которому он «подошел», в несколько кликов понять логику работы, а переключившись на технологическую схему, быстро разобраться, фрагментом какой технологической цепочки является интересующий его объект.

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

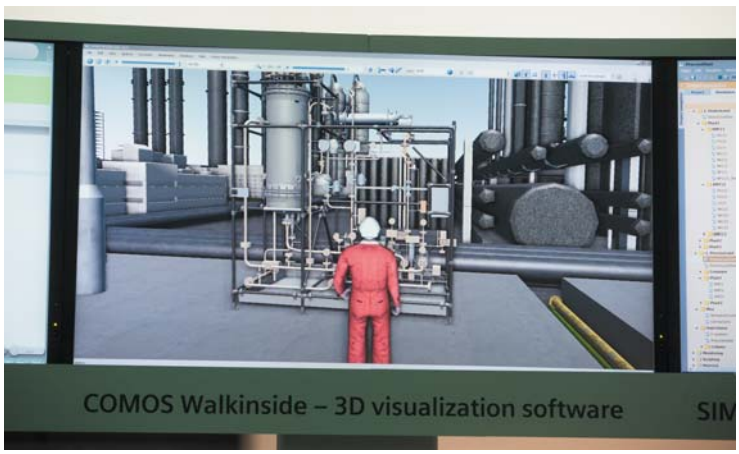


РИС. 4. ◄ Обучение сотрудников с помощью виртуальной реальности

Подготовка производства и инжиниринг

На этапе детального проектирования производства появляется прикладное ПО для АСУ ТП, реализующее логику управления технологическими процессами, разрабатываются операторские интерфейсы и т. п. Обычно все это требует многомесячного труда квалифицированных программистов.

Технологии «Сименс» позволяют генерировать программный код автоматически, на основе цифровых моделей технологического оборудования, созданных на разных этапах жизненного цикла предприятия. Подобный 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 повреждений.

Возможен также вариант, когда шкафы с автоматикой уже прибыли на строящийся объект, а технологическая установка еще не готова. Тогда можно подключить 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».

Использование таких технологий существенно сокращает время ввода промышленных объектов в эксплуатацию.

Производство продукта

С момента, когда начинается выпуск продукции, критически важным становится сбор всех данных с максимального количества производственных участков. Чем больше данных мы соберем, тем более достоверную картину получим и тем качественнее будет оптимизация производственных процессов.

Для этих целей предназначен такой инструмент «Сименс», как WinCC Open Architecture (WinCC OA). Для традиционных решений подойдут ПО WinCC Flexible и WinCC Classic. WinCC OA — это SCADA-система с открытой архитектурой, позволяющая собирать огромное количество данных со множества устройств (не только производства «Сименс»), используя рекордное число протоколов, включая специализированные (энергетические, с несколькими метками времени и т. п.).

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

Кроме того, важное качество WinCC OA — это кастомизируемость, т. е. готовность учитывать индивидуальные требования промышленных предприятий в различных отраслях. Гибкость WinCC OA позволяет применять ее даже для нестандартных объектов, например Большого адронного коллайдера в ЦЕРНе. В части кастомизируемости WinCC OA обладает целым рядом возможностей: создание алармов,

зависимых от пользователя, абсолютно вариативное представление трендов и экранных форм, включая 3D, формирование отчетов, соответствующих специфическим отраслевым или национальным требованиям, и многое другое.

Помимо этого, на базе WinCC OA можно строить локализованные решения и создавать производные SCADA-пакеты, учитывающие отраслевую и иную специфику. К примеру, сам «Сименс» создал таким образом SCADA-систему Disigo CC, спрофилированную под автоматизацию зданий и сооружений, где акцент сделан на управление климатом, контроль периметра и другие моменты, характерные для такого применения. При этом степень локализации полученного программного продукта может достигать 60%, а объем 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.

Для данного этапа жизненного цикла Smart Factory у «Сименс» есть и множество других инструментов дигитализации: например, система RFID-меток, с помощью которой можно автоматизировать складскую логистику и обеспечить прослеживаемость производственных цепочек; MES/MOM-системы; системы безопасности, подготовленные для РФ в содружестве с «Лабораторией Касперского», и многие другие продукты.

Техническое обслуживание и ремонт

Итак, если предприятие уже работает и нужно обеспечить исправность всех процессов, необходимо заняться сервисом, или ТОиР.

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

При описании любого объекта в COMOS можно разработать план его технического обслуживания. Это может быть заранее определенный 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 не останавливать производство на обслуживание агрегата в то время, когда он находится в хорошем техническом состоянии, что дает существенную экономию для предприятия. Примером платформы для реализации предиктивного анализа является SIPLUS CMS от «Сименс».

Если регламент ТО технологического узла определен, COMOS позволяет автоматически формировать заявки на ТОиР в оптимальный для ритмичности производства момент. Назначенному персоналу предоставляются пошаговые перечни операций, которые необходимо выполнить, — с выводом, например, на экран планшета (рис. 5). Благодаря меткам технологических узлов сервисный инженер мгновенно получает доступ к технической документации на нужное оборудование или историю обслуживания интересующего устройства.

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

РИС. 5. ▶ Выполнение ТОиР с помощью COMOS

MINDSPHERE

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

MindSphere дает возможность подключать к облаку машины, установки и любые парки оборудования, в том числе распределенного, независимо от производителя. Получать данные от устройств третьих производителей позволяют открытые стандарты и интерфейсы.

Для подключения оборудования «Сименс» вывел на рынок ассортимент так называемых коннектор-боксов (connector box), которые обладают рядом конкурентных преимуществ: функциями буферизации и предварительной обработки информации, возможностью конфигурирования в режиме plug-and-play (например, коннектор-бокс MindConnectNano), а также низкой стоимостью.

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 облака. В настоящее время основными ЦОДами для MindSphere являются Atos SAP, Amazon AWS и Microsoft Azure. Концептуально ЦОДом может служить и частное облако.

Возможность использования выгружаемых данных третьей стороной исключается также рядом других мер защиты, таких как:

- невозможность внешнего доступа к устройствам клиента (входящее соединение с ними неосуществимо);
- передача данных от устройства только после установки безопасного HTTPS-соединения с облаком;

- должен быть открыт только определенный 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 множества приложений. MindSphere — это открытая экосистема. В ней есть приложения (MindApps) от «Сименс», в которые компания вложила свою отраслевую компетенцию. Но большинство приложений разрабатывается сторонними компаниями, экспертами в той или иной технической либо технологической области. Эти приложения дают возможность прогностического обслуживания, управления энергетическими данными, оптимизации ресурсов, онлайн-управления распределенными парками оборудования и т. д.

Можно провести прямую аналогию с использованием смартфонов, когда мы с помощью Google Play или App Store выбираем и устанавливаем приложения, решающие именно наши задачи, устраивающие именно нас своей функциональностью и нравящиеся именно нам. Количество приложений в магазине (Market Place) облачной платформы MindSphere постоянно растет, среди них есть и бесплатные. 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 предприятие принимает решение о загрузке данных в MindSphere, оно получает доступ к широкой компетенции, выходящей далеко за пределы «Сименс». Таким образом, у Smart Factory появляется необходимое количество экспертного потенциала в виде искусственного интеллекта без дополнительных затрат на привлечение дорогостоящих услуг в традиционном форм-факторе (рис. 6).

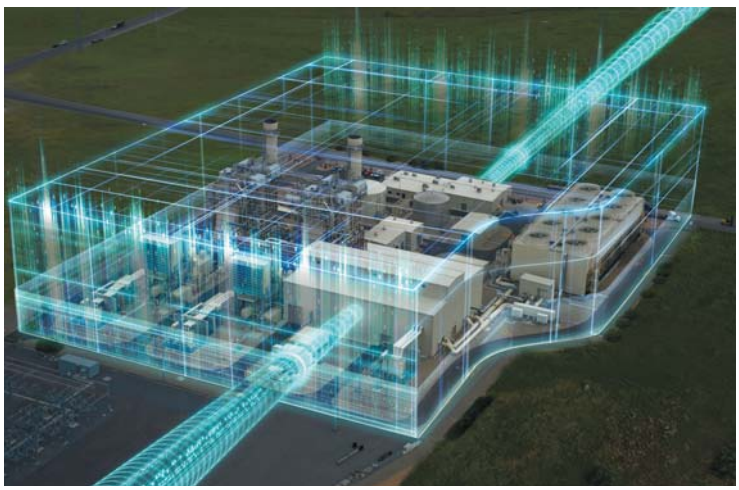


РИС. 6. ◀ Smart Factory с использованием концепции MindSphere

Немаловажен также и следующий экономический аспект. Использование MindSphere позволяет существенно снизить капитальные расходы (CAPEX) на построение собственных ЦОДов (серверное, сетевое оборудование, ПО и др.). Обычно это долгосрочные и циклические инвестиции, поскольку актуальный по вычислительным мощностям на момент внедрения комплект по прошествии 5–10 лет перестает удовлетворять быстрорастущим требованиям (или поддерживаться производителем). Получается, что у предприятия ограничена способность гибко реагировать на запросы рынка, в то время как MindSphere позволяет быстро менять вычислительные мощности по мере увеличения спроса. К тому же при использовании MindSphere затраты потребителя смещаются в сторону операционных расходов (OPEX), 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 г. Министерство промышленности и торговли и компания «Сименс АГ» подписали меморандум о сотрудничестве и партнерстве в сфере дигитализации. Предполагается реализация в стране трех пилотных проектов и организация центра компетенций «Цифровое производство» для продвижения концепции «Индустрия 4.0».

Также планируется выполнить программу создания единого цифрового пространства промышленности РФ, получившую название «4.0.RU». Эта концепция была разработана по инициативе Минпромторга ведущими инновационными компаниями — НПП «ИТЭЛМА», «Лаборатория Касперского», «Сименс» и «СТАН» — и представлена Президенту РФ на выставке «ИННОПРОМ» в июле 2017 г. 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: одновременно минимизировать простои производственных мощностей 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» — за информационную безопасность, группа «СТАН» — за вопросы станкостроения, НПП «ИТЭЛМА» — за производство компонентов. «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. ⬢

ОБЪЕДИНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ERP И IIoT

СИДНИ ХИЛЛ-МЛ. (SIDNEY HILL JR.)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

Сегодня многие предприятия стремятся к «серветизации», т. е. созданию стоимости путем добавления услуг к продуктам. Для этого необходимо трансформировать бизнес-модели — в том числе за счет построения сквозных сетей IIoT, охватывающих различные системы. В статье приведены рассуждения руководителей нескольких крупных компаний (SAP, IFS, Epicor и Oracle) о том, как можно объединить возможности промышленного «Интернета вещей» и ERP-систем.

Легко понять, почему производители любят концепцию промышленного «Интернета вещей» (Industrial Internet of Things, IIoT). Он представляет собой то, что большинство из них искало в течение десятилетий, — сквозную информационную сеть, обеспечивающую видимость в режиме реального времени всех выполняемых операций, причем без привязки к локализации управления. Несмотря на то, что производители — как это предполагала, например, аналитическая компания International Data Corp. (IDC) — к 2017 г. уже потратили на «Интернет вещей» весьма внушительные средства в размере $800 млрд, ожидается, что компании будут инвестировать в эту технологию и на протяжении этого года.

Данная цифра учитывает все отрасли промышленности и все виды расходов на IoT-технологии — на аппаратное и программное обеспечение (ПО), услуги, возможности подключения ушло примерно на 17% больше средств, чем в 2016 г. В компании IDC ожидают, что эта тенденция продолжится с общим расходом на IoT к 2021 г., превышающим $1,4 трлн.

По мнению аналитиков IDC, производители будут и дальше вкладывать средства в эту область, и, предположительно, по итогам 2017 финансового года (в США он истек в апреле 2018 г.) инвестиции составят $183 млрд. Большинство потраченных в 2017 г. производителями средств на IIoT предназначалось для проектов, направленных на улучшение выполнения тех или иных производственных операций. Это указывает как на положительную тенденцию касательно текущего состояния IIoT в индустриальном секторе, так и на отрицательную.

Хорошей новостью является то, что технология IIoT — это именно то, что может оказать существенное положительное влияние на ход выполнения производственных операций. И действительно, на текущий момент уже существует множество примеров, когда производители, используя технологию IIoT, пересматривают свои бизнес-процессы, чтобы снизить затраты или увеличить доходы. Некоторые из них даже применили эту технологию и связанные с ней возможности для трансформации бизнес-моделей и формирования новых источников доходов.

Плохая новость заключается в том, что технология IIoT еще не настолько зрелая, чтобы большинство производителей решилось на создание и развертывание сетей для преобразования связанных с производством данных в информацию, которую можно просмотреть и проанализировать при использовании в рамках ERP-системы (Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов

СОВРЕМЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ (ERP)

ERP — это пакет программных приложений для комплексного управления основными бизнес-процессами: от производства до распределения, финансов и человеческих ресурсов, с использованием общего процесса обработки и модели данных. Аналитическая компания Aberdeen Group позиционирует ERP следующим образом:

- Единственное внедренное корпоративное приложение. ERP закладывает основы для стандартных бизнес-процессов.
- Живая система, которая поддерживается, расширяется и развивается после первоначальной реализации.
- У лучших в своем классе производителей больше шансов реализовать несколько ERP или стратегию объединения, чем у средних или отстающих организаций.
- По мере развития ИТ-инфраструктуры на производственных предприятиях ERP также меняется, причем облачные технологии оказывают на него наибольшее влияние.

предприятия[1]) или других корпоративных систем управления и планирования. Такие сети, позволяющие предприятиям предвидеть потенциальные проблемы и реагировать на них еще до того, как они приведут к критическим сбоям в работе, являются ключевым обещанием и одной из основных целей IIoT. Но хорошо и то, что производители имеют ясное представление об этой обнадеживающей перспективе и уже сейчас включают эту технологию в производственные линии.

СЕРВИС КАК БИЗНЕС-МОДЕЛЬ

Рассмотрим пример преобразования компании STILL, занимающейся производством и продажей складского оборудования (в основном в Европе и Латинской Америке). Недавно вилочные погрузчики STILL были оборудованы датчиками, которые получают инструкции о том, когда и где перемещать грузы в рамках склада, и соответственно на них отвечают. Поскольку эти инструкции доставляются с помощью системы управления складом через Интернет, в компании полагают, что это позволит изменить способ платы клиентов за использование вилочных погрузчиков.

Теперь вместо того, чтобы продавать клиентам комплект вилочных погрузчиков и, как правило, больше с ними без острой необходимости не встречаться, STILL предоставляет им вместе с оборудованием новый сервис, в котором счета-фактуры (инвойсы) основаны на количестве перемещаемого груза и выставляются с заданной периодичностью. Комбинация датчиков, поддерживающих IIoT, и веб-системы управления складом позволяет удаленно отслеживать объем использования машин STILL и выдавать корректные инвойсы.

Другая немецкая компания, Kaeser Compressors, которая предлагает широкий спектр оборудования для производства сжатого воздуха, использовала технологию IIoT, чтобы запустить новый бизнес Sigma Air Utility — снабжение сжатым воздухом предприятий по контракту. В рамках этой модели компания Kaeser устанавливает компрессоры на объекте заказчика и применяет веб-сеть для отслеживания количества воздуха, используемого объектом. Затем заказчику нужно оплатить только этот воздух — по тому же принципу, по которому электрическая или газовая сеть выставляет счет за потребление энергии.

Подобные бизнес-модели способствовали появлению в индустрии такого модного понятия, как «сервитизация» (servitization — создание стоимости путем добавления услуг к продуктам): продукт компании лежит в основе бизнеса, построенного вокруг повторяющегося потока доходов от услуг. Эти модели популярны среди производителей, поскольку рентабельность услуг до 20% выше, чем у продуктов.

Это также приближает производителей к сквозным сетям, которые обещает им IIoT. Дело в том, что такие сети требуют подключения устройств с поддержкой IIoT, по крайней мере, с одним или несколькими приложениями на уровне предприятия. Так, например, компании STILL и Kaeser контролируют оборудование, задействованное в своих службах на основе сервисов, через модули пакета ERP.

«Такие компании, как STILL и Kaeser, в полной мере используют открывающиеся возможности, демонстрируя то, как IIoT может трансформировать бизнес-модели, — говорит Дэвид Пэрриш (David Parrish), старший директор по глобальному маркетингу компании SAP в автомобильном и про-

[1] ERP — организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами. Ориентирована на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного ПО, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности. — Прим. пер.

мышленном секторах. — Но они также являются исключениями. Большинство компаний, с которыми мы работаем, только начинает идти по этому непростому пути».

Дэвид Пэрриш и другие эксперты отмечают, что для того, чтобы упростить для производителей использование технологий IIoT в индивидуальном бизнесе, необходима максимальная консолидация усилий.

СТАНОВЛЕНИЕ IIoT

«Многие компании уже некоторое время думают об IIoT, — говорит Дэвид Пэрриш. — Это связано с тем, что за последние несколько лет произошли важные изменения, которые позволяют предпринять больше реальных действий в этом направлении. Основное — то, что снизились цены на датчики, поэтому появилась возможность использования технологий IIoT для анализа больших объемов поступающих от них данных. Я имею в виду то, что скрывается под понятием «большие данные» (big data), и это становится вполне реальной перспективой. В результате все предпринимают те или иные действия. Но все то, что компании сейчас делают, в значительной степени зависит от квалификации имеющихся групп ИТ-специалистов или от того, как люди, занятые непосредственно в производственном процессе, относятся к таким инновациям».

Недавний опрос, проведенный IFS (шведской компанией — разработчиком ПО для управления ресурсами предприятия), подтверждает, что лишь немногие производители далеко продвинулись в развитии IIoT. В опросе приняли участие 200 профессионалов в индустриальной области, имеющие полномочия выбирать и покупать IIoT-решения для своих компаний. Один из вопросов касался зрелости IIoT на уровне восприятия этой технологии конкретным производителем.

Вопрос был сформулирован с инвариантным выбором ответов, а цель его заключалась в том, чтобы выяснить, как данные, полученные в рамках применения технологии IIoT, могли бы быть использованы или уже использовались в рамках предприятия в целом. Был предложен следующий список возможных вариантов ответа:

- как аппаратный диагностический инструмент, применяемый специалистами цехов предприятия;
- как компьютеризированная система управления техническим обслуживанием (Computerized maintenance management system, CMMS), используемая обслуживающим персоналом;
- как система SCADA, применяемая для управления в производственных цехах предприятия;
- как система автоматизации производственных и технологических процессов, используемая руководством цехов предприятия;
- как ПО для автоматизированной системы управления производственными процессами, применяемое управлением цехами завода;
- как ПО для управления активами предприятия, используемое непосредственно руководством предприятия;
- как ПО для управления эффективностью активов, применяемое руководителями предприятий и руководством высшего звена управления;
- как ПО ERP, используемое руководителями высшего звена.

Только 16% респондентов заявили, что на их предприятиях данные IIoT доступны высшему руководству через ERP-систему. Это подтверждает, что даже компании, которые уже внедрили технологию IIoT, все еще пытаются сделать последний шаг к созданию сквозной информационной сети. Однако это вовсе не означает, что усилия впустую потрачены на модное веяние и производители не получают прибыли от своих инвестиций в IoT.

ЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

Рик Вигу (Rick Veague), главный технический директор IFS (по странам Северной Америки), считает, что автоматизация производственных процессов и создание программ обслуживания оборудования на основе конкретных условий — наиболее распространенные варианты использования технологии IIoT у участников опроса. При этом самым большим преимуществом, которое они получают, являются более низкие эксплуатационные расходы.

Рик Вигу также говорит, что выбор таких проектов для начала продвижения в области IIoT вполне логичен. Производители уже десятки лет устанавливают датчики для самых разных машин и оборудования, которые используются в составе технологических и производственных линий в цехах предприятий. В целом, соединить эти датчики с программными приложениями, такими как системы автоматизации производства и обслуживания, также работающими на заводе, не является чересчур сложной и невыполнимой задачей. Хотя сэкономить средства, иногда и существенно, при таком подходе вполне реально, Рик Вигу считает, что производители могут получить еще большую прибыль, расширив охват IIoT-структур, выходящих за границы цехов.

«Сейчас мы видим, что основные промышленные компании стараются избежать затрат, связанных с широким внедрением IIoT, — говорит Рик Вигу. — Однако большой потенциал для IIoT даже в имеющихся условиях — это рост бизнеса. Чтобы понять, в чем заключается выгода, компании должны не только творчески думать о перспективах IIoT. Они должны быть способны использовать данные IIoT в контексте своего бизнеса, что означает более тесную интеграцию «Интернета вещей» с такими приложениями, как ERP».

Вигу также отмечает, что производители не всегда виноваты в том, что они не применяют возможности «больших данных» от IIoT, направляя их к ERP-системам. До недавнего времени ERP-системы просто не могли потреблять и обрабатывать такие данные, и ответы на другой вопрос в исследовании IFS указывают на то, что данная проблема остается для многих производителей камнем преткновения. Примерно 49% респондентов заявили, что их система ERP работает лишь «немного лучше» при использовании данных IoT, и только 6% сказали, что их системы очень хорошо решают эту задачу.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ ПОСТАВЩИКА ERP-СИСТЕМ

«Интересно, что даже самые передовые компании, скорее всего, не скажут, что их корпоративное ПО отлично справилось с потреблением данных IIoT, — говорит Рик Вигу. — Это указывает на уровень возрастного консерватизма корпоративного ПО. Очевидно, здесь есть куда расти, поскольку, как мы видим, способность ERP и других программных приложений поддерживать IIoT по-прежнему недостаточно надежна».

Сообщество поставщиков ERP об этом знает, и почти каждый из них имеет свою стратегию относительно IIoT. Когда речь заходит о возможности использования IIoT на их платформах, некоторые поставщики ERP предлагают более продвинутое решение, чем другие, но есть одна вещь, с которой все, похоже, согласны: ERP-система с поддержкой IIoT должна быть облачной.

Вот почему даже такие отраслевые гиганты, как компании SAP и Oracle, с их огромными клиентскими базами, все еще использующими прежние версии ПО, теперь рекламируют преимущества ПО в облаке. И Oracle, и SAP последние несколько лет потихоньку работают над тем, чтобы создать портфель продуктов, который может поддерживать сквозные бизнес-сети с применением IIoT.

Например, SAP приобрел такие компании, как Ariba, Concur и Success Factors, что дает ему прямой доступ к облачным системам для отчетности по закупкам, рабочему времени и расходам, а также управлению человеческими ресурсами. SAP также разрабатывает облачную версию своего продукта MII (Manufacturing Integration and Intelligence), который представляет собой интеграционную шину производственных данных, соответствующую стандарту ISA-95. Данный продукт позволяет реализовать интеграцию SAP Manufacturing Execution с системами различного уровня: ERP, АСУП, АСУ ТП и т. д. Данные IoT, взятые из цеха, будут обработаны прежде, чем они будут представлены приложениям ERP более высокого уровня.

«Интеграция в производство и интеллектуальность сейчас являются жизненной основой наших производственных решений, — говорит Дэвид Пэрриш. — С точки зрения коммуникаций, основанные на этих принципах системы разрабатываются для облака и для интеграции и передачи данных». Терри Хиски (Terri Hiskey), вице-президент по маркетингу продуктов компании Epicor, отмечает, что производителям, стремящимся построить инфраструктуру IIoT, нужна облачная система ERP. Это единственный тип платформы, который может облегчить подключения, необходимые для превращения данных, поступающих с различных устройств цехового уровня, в реально полезную информацию для принятия решений на более высоких уровнях управления предприятием.

«Нужно обязательно смотреть на архитектуру системы в целом, — говорит Хиски. — Она должна быть построена на открытых стандартах с помощью открытых интерфейсов программирования приложений. Так разрабатываются новые облачные системы даже в тех случаях, когда основанных на более старых подходах локальных систем не было».

В свою очередь, Дэвид Густович (David Gustovich), вице-президент подразделения Oracle NetSuite Global Business, считает, что конечная цель подачи данных IIoT в систему ERP — предоставить пользователям информацию, которую можно просмотреть и проанализировать для принятия более эффективных бизнес-решений. Он согласен с тем, что создание инфраструктуры на открытых стандартах имеет большое значение для ее реализации, но также полагает, что основное внимание следует уделить уровню устройств.

«Когда вы еще только размышляете об IIoT, требуется подумать о том, что необходимо предпринять, чтобы машины и оборудование говорили на одном языке, который может быть внесен в среду структурированных данных системы ERP», — говорит Густович. — Кроме того, многим компаниям придется инвестировать в новые программируемые логические контроллеры, панели управления и драйверы, совместимые с OPC[2]. OPC становится стандартизированным протоколом связи для объединения всех этих тегов данных с различных типов устройств и оборудования. После агрегации данные можно передавать в облако более эффективным и, главное, безопасным образом».

Терри Хиски также отмечает, что освоение искусства объединения и представления данных IIoT через интерфейс ERP обеспечит производителям множество конкурентных преимуществ в будущем. «Важно подумать о том, как IIoT может повлиять на пользовательский опыт, — говорит она. — Мы все испорчены Amazon, его простым в использовании интерфейсом в один клик. Интерфейсы взаимодействия — это больной вопрос в сфере межкорпоративных отношений. По мере того как в качестве рабочей силы на предприятия приходит все больше людей из поколения двухтысячных, для заполнения рабочих мест, особенно в старых отраслях промышленности, вам понадобятся как раз эти типы интерфейсов. Нам, как разработчикам ПО, стоит подумать о том, какой опыт мы предлагаем — как сотрудникам производственных компаний, так и их клиентам. Способ, которым мы соединяем технологии IIoT с ПО ERP, определит качество этого опыта». ⬢

[2] Open Platform Communications (ранее OLE for Process Control) — семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами. — Прим. пер.

МИГРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ОБЛАКО

ГАЛИНА ВЕСЕЛУХА
galina.veselukha@insat.ru
МАКСИМ АНТОНЕНКО
maxim.antonenko@insat.ru

В статье на примере планов компании «Ростсельмаш» рассматриваются предпосылки и сегодняшние ограничения для перемещения части производственных процессов в Интернет. Дан ряд рекомендаций по осуществлению этого перехода в несколько этапов и предлагается вариант платформы, минимизирующий потенциальные риски.

РАЗВИВАТЬ ИЛИ НЕ РАЗВИВАТЬ

На самом деле сейчас вопрос уже не в том, нужен или не нужен «Интернет вещей» — он стал частью нашей жизни. Вопрос скорее в том, в каких направлениях и как двигаться дальше.

Сегодня в рамках концепции «Интернета вещей» представлено множество мелких решений. Большинство таких устройств предназначено для массового потребителя — нас с вами. В первую очередь это смартфоны, которые служат и средством голосовой связи или видеообщения, и переводчиком, и приспособлением для платежей. Есть ли место мелким решениям в производственной сфере? Конечно. Сейчас каждый производитель стремится добавить в описание своего изделия слово CLOUD. Понятно, что наличие порта Ethernet или SIM-карты у устройства дает техническую возможность для подключения к сети Интернет. Но «вещью» в Интернете это устройство станет только после того, как появится возможность использовать его без физического доступа.

Мы теперь очень удивляемся, встречая людей, не пользующихся сервисом заказа такси или оплатой покупок через NCF. Использование этих услуг вошло в привычку и потребителям даже кажется бесплатным. Применение облачных офисных и бухгалтерских приложений, виртуальных АТС тоже стало повседневной практикой. Облака предлагают и сложные системы — например, системы бизнес-аналитики (BI). Но если объем рынка виртуальных АТС, которые использует большое число мелких компаний, составил за 2016 год 5,26 млрд руб., то облачных систем BI (а их и далеко не все крупные компании готовы применять) — всего 0,43 млрд руб. [1]. Одна из причин непопулярности облачных систем: настроить виртуальную АТС может любой системный администратор за 1–2 дня, а для подготовки системы бизнес-аналитики нужны месяцы работы группы высококвалифицированных специалистов. Таким образом, чтобы облачный сервис активно использовался, его настройка должна быть предельно простой.

ШАГ В ОБЛАКА

Большинству производителей «взлететь к облакам» мешают серьезные опасения за безопасность данных. Нужно ли откладывать взлет или лучше строить систему уже сейчас? В наше время выигрывает тот, кто делает что-то быстрее, поэтому выход довольно очевиден. Необходимо закупать «умное» оборудование и создавать платформу для его объединения внутри предприятия, а уже потом переносить ее в облако. Но есть два препятствия. Первое: «умное» оборудование одного производителя не впишется в облачное приложение другого. Второе: облачное приложение производителя оборудования крайне редко можно инсталлировать на локальный компьютер.

Однако такие препятствия не так уж сложно преодолеть. Для этого нужно выбрать программную платформу, которая легко (в идеале без участия производителя ПО) способна понять любое оборудование с открытым (имеющим открытое описание) протоколом и свободно перемещается с локального компьютера на сетевой сервер или даже в публичное облако без изменения кода программ [2]. Требования к такой платформе можно сформулировать следующим образом:

- кроссплатформенность (установка на любую ОС);
- гетерогенность (возможность использования разных ОС и разных сред передачи данных в одной системе);
- доступ к модернизации прикладной части ПО (поддержка нового оборудования, собственные алгоритмы обработки и анализа данных);
- конфигурирование без необходимости писать и переписывать программный код.

В качестве примера рассмотрим структуру системы, инсталлированной на вычислительные ресурсы предприятия (рис. 1).

Почти все компоненты системы расположены на территории предприятия. Смартфон в руках мастера цеха для оперативного контроля — единственное устройство, подключенное через публичные сети.

Задачи у системы следующие:

- обеспечение качества сварки и его контроль;
- логистика (поставка расходных материалов и деталей из соседних цехов);
- заявки на своевременный сервис и ремонт;
- получение сменного задания из системы управления предприятием и отправка туда информации о количестве изготовленных деталей.

Все эти задачи насущные. Даже один мониторинг (автоматический, точный и достоверный) позволяет улучшить качество любого процесса. Интеграция же всех поставленных задач друг с другом (зарплата и кадры; MES — сменное задание; ERP — количество годных деталей) приводит к наилучшим результатам, но видится третьим препятствием на пути к «умному» производству.

Разумный, на наш взгляд, прием на пути к «умному» производству: начинать его создавать из отдельных небольших частей и с нижнего уровня. Это не требует баснословных разовых затрат на всеобщую модернизацию. Но должно соблюдаться одно условие: основные правила необходимо выработать в самом начале пути. Помимо перечисленных выше обязательных требований, должны быть согласованы ограниченные списки протоколов устройств, возможных способов связи и интеграции. Потом, когда система начнет складываться, можно будет ограничения расширять.

Как правило, сегодня сервисные службы могут располагаться не только за границей квадрата «предприятие», но и в другой стране. Возможность изменения места исполнения задач рассмотрена в статье [2]. Там рассмотрены особенности системы, которые позволяют перейти от схемы на рис. 1 к структуре с облачным сервисом (рис. 2). В случае MasterSCADA для этого в первую очередь потребуется традиционное отделение логической структуры от физической.

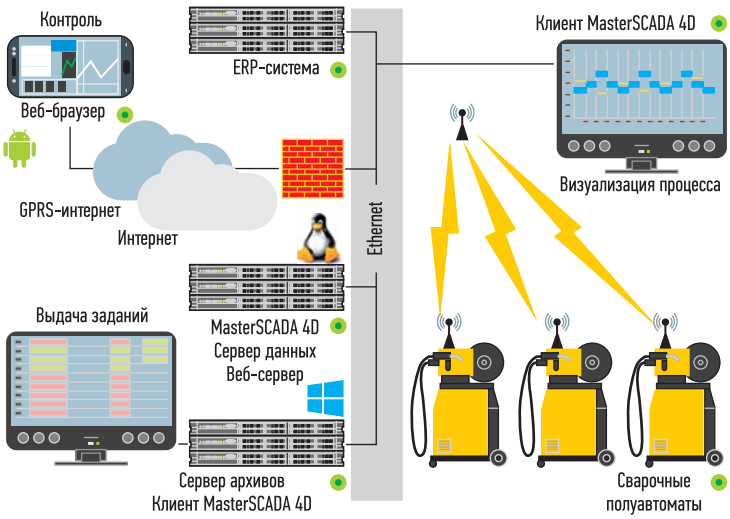


РИС. 1. Структура информационной системы сварочного цеха «Ростсельмаш» (проект на стадии внедрения)

На следующем этапе сервер данных выносится в облако. В этот момент он перестает быть связанным с «железным» сервером. Сейчас провайдеры предлагают не только виртуальные машины, но и другие способы размещения приложений (например, контейнеры). Провайдер облачных услуг может рассказать, что при использовании IaaS не будет расходов на модернизацию и поддержку инфраструктуры. Но все мы знаем, что если кто-то получает прибыль (провайдер), то кто-то платит (потребитель услуг). Задача человека, принимающего решение о переходе в облако, — посчитать. Например, сравнить стоимость простоя от несвоевременного ремонта со стоимостью регулярной оплаты сервиса.

Можно пойти дальше и избавить производственную площадку от ERP. Как мы уже упоминали, существуют облачные бизнес-приложения, не только удовлетворяющие, но и зачастую превышающие требуемый функционал.

ПЯТЬ ОТЛИЧИЙ

Если откладывать изменения — обгонят, но стоит ли спешить? Лучше, чтобы модернизация стала запланированным переходом. Какое количество шагов для перехода от одной структуры к более новой следует считать приемлемым? Исходя из нашего опыта, можно уложиться всего в пять шагов, если начинать внедрять решения для «умного» производства локально (провайдеры называют это частным, или гибридным, облаком).

Рассмотрим два варианта структуры, представленные на рис. 1 и рис. 2. Сколько нашлось отличий? Первое — исчез контроллер. Второе: исполнительная система вместе с приложением переместилась в облако. На самом деле произошли еще два изменения: испол-

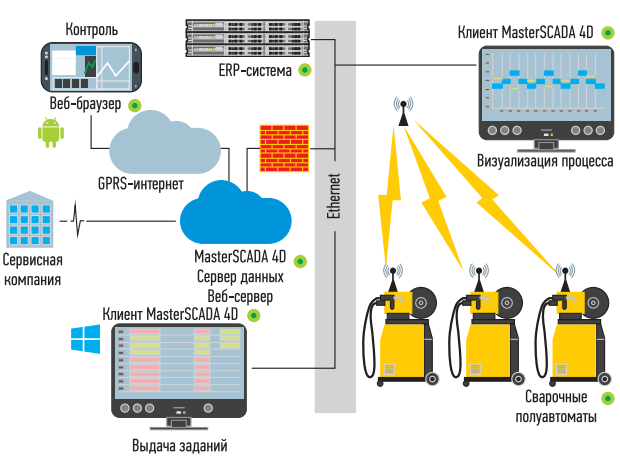


РИС. 2. Структура информационной системы сварочного цеха «Ростсельмаш» (связь с облачным сервисом)

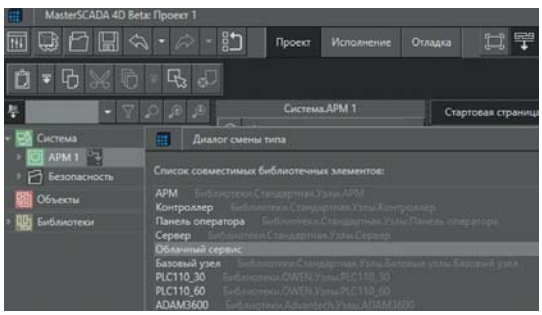


РИС. 3. ▲ Изменение места исполнения программы

нение программы назначено на другое устройство и задан его адрес (рис. 3).

И еще одно отличие: в классической системе опроса есть Мастер, который опрашивает все подчиненные устройства по заданным в них адресам. Перемещение сервера опроса в облако могло бы стать крайне затратным, если бы пришлось оплачивать десятки и сотни «белых» IP разных устройств. В данном случае необходимо перестраивать систему так, чтобы подчиненные устройства сами обращались по известному адресу к Мастеру.

ВОЗМОЖНОСТИ

Сейчас потребитель уже в силу сложившейся привычки ждет готовых решений. Купил смартфон, загрузил приложение — получил новое качество жизни. В случае сложных производств это пока невозможно. Проприетарные приложения еще не могут справиться с подключением разнообразного оборудования. Но такая потребность уже назрела. Например, мы регулярно получаем запросы на полноценную систему «умного дома» (управление дверьми/окнами, электроэнергией, отоплением, вентиляцией, имитацией присутствия, освещением, дизель-генератором, АВР, ИБП, СКУД, ОПС, видеонаблюдением и мультимедийными устройствами). Действительно хотелось бы иметь такие возможности. Но есть два усложняющих обстоятельства, и требование иметь все это в одном контроллере, в общем-то, не самое страшное из них. Главная проблема в том, что в доме стоит различное оборудование. Протоколы (и физические, и логические) тоже, соответственно, разные. Для решения задачи «купил, что захотел — подключил к тому, что было» время еще не пришло.

С каким физическим интерфейсом и логическим протоколом выбирать «умное» оборудование, чтобы не ошибиться? Какой логический протокол обмена поддерживать в прикладном решении? Об унифицированных протоколах еще не договорились. В таких обстоятельствах правильный выбор платформы позволяет быстро обеспечивать поддержку любого нового протокола — например, MasterSCADA 4D уже поддерживает MQTT и OPC UA, сегодняшних лидеров.

Пока идет война протоколов, будет плодиться великое множество мелких решений с принципиальной невозможностью связи друг с другом вне рамок производителя решения. Такой путь для промышленности невозможен. На данном этапе оптимальным подходом к созданию «умного» производства представляется предложенная в статье поступательная миграция, которая может обеспечить правильный выбор платформы автоматизации. ⬢

ЛИТЕРАТУРА

1. Облачный провайдинг 2016–2021: экономика, стратегия, бизнес-модели. Обзор iKS Consulting. www.survey.iksconsulting.ru/page1897418.html.
2. Варламов И. Г. SCADA нового поколения. Эволюция технологий — революция системостроения // Автоматизированные информационно-управляющие системы в энергетике. 2016. №2 (79).

Реклама

LEAVING ON THE EDGE: ГИБРИДНЫЕ IoT-РЕШЕНИЯ

МАКСИМ ХЛУПНОВ
Maxim.Khlupnov@microsoft.com

«Интернет вещей» — это сейчас модно. Ему посвящают множество докладов и презентаций. Маркетологи прогнозируют существенный рост внедрения IoT-решений и значительную выгоду для компаний-новаторов. Но не все так просто. Успешных индустриальных IoT-проектов в наших реалиях пока совсем немного, и это в значительной степени связано с ограничениями, которые заложены в саму концепцию «Интернета вещей». Присутствие в ней облака — как компонента, в котором выполняется большая часть логики IoT-системы, — возможно далеко не всегда. Аргументы против использования облака, а значит, и классического IoT, в каждом конкретном сценарии могут быть разными, но большинство из них так или иначе связаны с двумя категориями рисков: доступностью облака и безопасностью.

КОНЦЕПЦИЯ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В IoT

Рассмотрим две крайности типовой архитектуры IoT-решения.

Если мы переносим всю логику системы на сторону объекта управления или мониторинга, то фактически получаем «классическую» АСУ или SCADA. При этом лишаясь преимуществ облачной архитектуры: неограниченной вычислительной мощности, платы только за потребленные ресурсы, простоты создания распределенных решений и большого числа готовых сервисов, которые позволяют намного быстрее получить результат в виде работающего решения.

Если же перенести всю логику в облако, возникают сложности с работой системы при отсутствии связи, невозможности передавать данные по сети из-за их большого объема или секретности этих данных (например, первичных значений телеметрии оборудования). Немаловажными являются также требования защиты интеллектуальной собственности, т. е. алгоритмов управления системой, ведь они представляют конкурентное преимущество компании.

Логичным компромиссом видится промежуточный подход, который бы позволял использовать преимущества облака и был лишен его основных недостатков. Методы, которые дают возможность оптимизировать облачную архитектуру путем переноса части алгоритмов обработки данных ближе к их источнику, принято называть Edge computing. Автору неизвестен устоявшийся русский перевод этого термина. Длинный вариант — «предварительная обработка на стороне поставщика данных» — лучше отражает суть концепции, но, видимо, приживется более краткий термин «граничные вычисления», который мы и будем использовать в статье.

В России подобный подход приобрел бы особую актуальность, так как, помимо решения ряда технических проблем, он бы дал возможность IoT существовать в условиях санкций и современных законодательных ограничений. При использовании граничных вычислений первичные данные оставались бы на территории России, что позволило бы многим решениям полностью соответствовать законодательству.

Возможен ли такой компромисс в реальности? Футурологи увлеченно спорят о том, кто победит — облако и граничные вычисления или полный отказ от них. Если вопрос, что является более безопасным — облако или сервер, которым управляют внутренние специалисты, — является дискуссионным, то опровергать риск доступности (туда же отнесем и задержки в процессе передачи данных) — это все равно, что спорить с законами физики. Как можно реализовать систему, которая должна управлять процессами, протекающими практически в реальном времени, если ее алгоритмы выполняются в центре обработки данных, расположенном за тысячи километров от нее? И наконец, зачастую объект мониторинга и управления работает в местах с плохим, дорогостоящим и нестабильным покрытием каналами передачи данных. Возможность отправить в облако только данные о статусе всего процесса и агрегированные показатели эффективности позволяет значительно снизить объемы трафика, что делает особо актуальной концепцию граничных вычислений в IoT (рис. 1).

В соответствии с этой концепцией на граничные устройства возлагаются задачи приема и предварительной обработки первичных данных от объекта мониторинга по промышленным протоколам, оптимизация объемов передаваемых в облако данных с их предварительной обработкой, а также оперативная обратная связь и надежное исполнение команд из управляющего центра (облака) с минимально возможным временем отклика. При этом немаловажными остаются функции обеспечения конфиденциальности данных в процессе их передачи, контроль целостности системы и защита интеллектуальной собственности, т. е. тех самых алгоритмов, которые делают доступной обратную связь.

«Leaving on the Edge» — песня группы Aerosmith, в которой рассказывается о том, как сложно существовать на грани двух опасных и противоречивых миров.

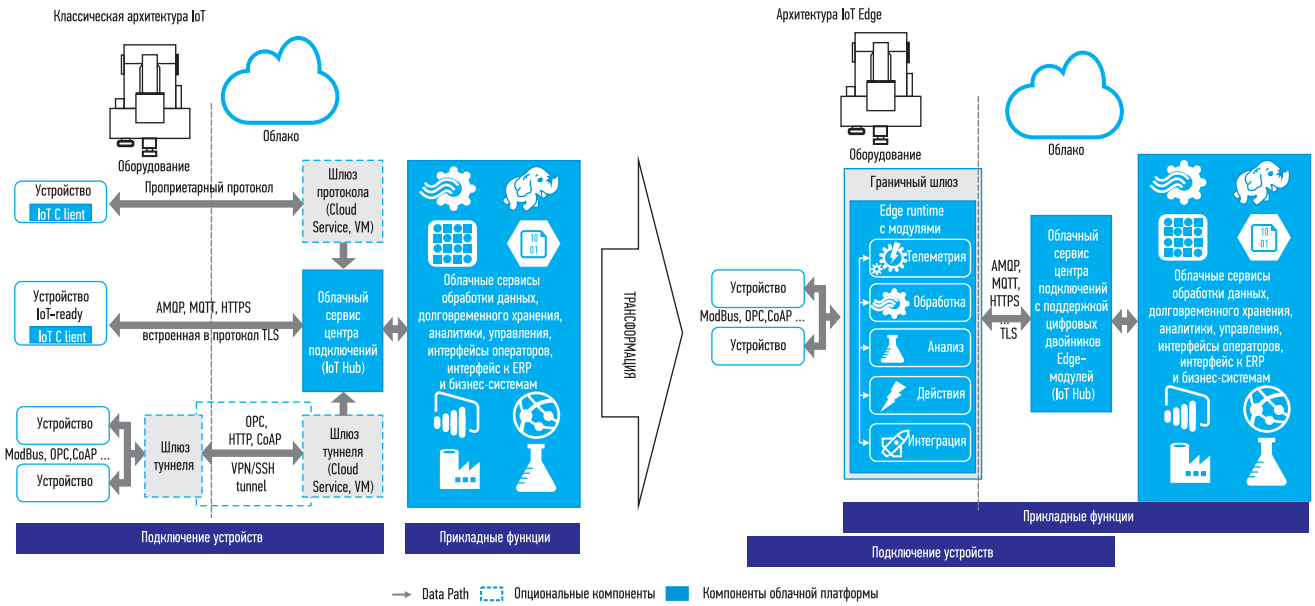


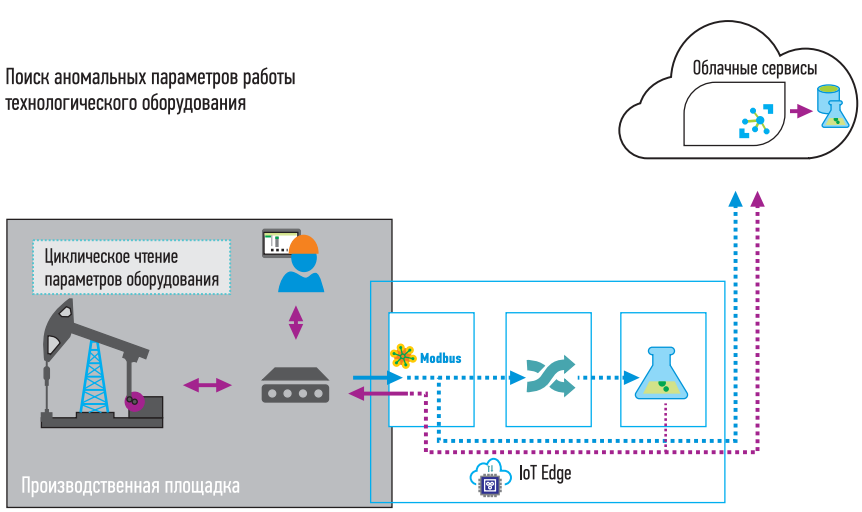
РИС. 1. Трансформация традиционного подхода в архитектуру IoT Edge

За облаком остаются те задачи, с которыми прекрасно справляется мощная централизованная вычислительная платформа: консолидация и долговременное хранение данных от большого числа устройств, управление и удаленный мониторинг, а также хранение, резервное копирование и выполнение ресурсоемких операций (в частности, обучения ML-моделей и использования сервисов искусственного интеллекта). Разрабатывают такие платформы крупнейшие облачные провайдеры, но многие из них распространяются в виде решений с открытым исходным кодом и могут быть применены в различных сценариях.

АРХИТЕКТУРА НА ПРИМЕРЕ ПРИКЛАДНОГО РЕШЕНИЯ

Рассмотрим применение архитектуры Edge computing на примере сценария мониторинга распределенных погружных насосов. Сенсоры технологического оборудования измеряют параметры насосов, включая данные о потоке жидкости, которые считываются через CAN-шину терминалом. Эта информация выводится через Modbus RTU на панели мониторинга SCADA на площадке. Сейчас параметры работы анализируются обходчиками или аварийной бригадой, поскольку данных много, а связь является ненадежной и достаточно дорогостоящей, чтобы передавать весь объем телеметрии. Кроме того, технологические данные о работе оборудования являются конфиденциальными. Оптимизацией работы обходчиков и аварийных бригад занимается специалист в офисе. Он — обычно вручную — анализирует данные, которые были собраны при возникновении неисправности или обслуживании для оптимизации работы насосов. В связи с тем что на работу обходчиков, аварийных бригад и управление ими расходуются значительные средства, часто эти функции выполняются подрядными организациями, а сбор реальной статистики по отказам и их причинам является непрозрачным и в основном ручным — в процессе видится явный резерв по оптимизации.

РИС. 2. Поиск аномальных параметров работы технологического оборудования



Как в этом случае может помочь использование граничных вычислений? Оптимизация достигается за счет применения двух самых распространенных сценариев машинного обучения. К ним относятся «поиск отклонений и аномалий» и «оптимизационные задачи». «Поиск отклонений и аномалий» (рис. 2) позволяет ответить на вопрос, какие машины работают неправильно, а «оптимизационные задачи» — выяснить, при каких значениях технологических параметров установка работает максимально эффективно (например, потребляет минимальное количество энергии при максимальном потоке жидкости). Реализаций этих алгоритмов машинного обучения достаточно

много, поэтому измененная архитектура предполагает появление на площадке Edge-устройства, которое через Modbus получает параметры работы насосов и передает их в модуль машинного обучения для обработки алгоритмом «поиска аномалий».

В случае штатной работы в облако направляются только агрегированные данные телеметрии, что значительно экономит трафик, но если данные определяются моделью как аномальные, система уведомляет аварийную бригаду. Если связи нет или параметры телеметрии определяются как критические, система может предпринять действия в автоматическом режиме.

Из примера выше можно вывести ключевые требования к современным платформам граничных вычислений в IoT:

- централизованное управление, установка ПО и обновлений, а также определение настроек и уставок прикладных модулей;
- коммуникация с индустриальными устройствами по промышленным протоколам (Modbus, OPC-UA и др.);
- двунаправленная передача данных (с устройства в облако и наоборот) по распространенным протоколам передачи сообщений (MQTT, AMQP);
- защита данных при их передаче в облако через Интернет (контроль доставки, целостности, защита от изменений в процессе передачи);
- контроль исполнения модулей ПО IoT Edge, перезапуск в случае сбоев, уведомления о статусе работы в облако;
- организация коммуникации и быстрой передачи сообщений по внутренней шине между изолированными прикладными модулями.

Обычно граничное устройство выполняет и функции шлюза в облако. Его типовая архитектура приведена на рис. 3. Фактически она представляет собой набор прикладных модулей, запущенных в единой среде исполнения (runtime). Модули обеспечивают прикладную функциональность: реализацию протоколов, алгоритмов машинного обучения, протоколирования действий и т. д. Среда исполнения предусматривает изоляцию модулей, контроль за выделением вычислительных ресурсов каждому из модулей и, что очень важно, внутреннюю быструю шину передачи сообщений между модулями.

Рассмотрим реализацию решений граничных вычислений для IoT на примере Microsoft Azure IoT Edge, обеспечивающего работу сервисов потоковой аналитики, машинного обучения и функции Azure на периферийных устройствах, а также AWS Greengrass.

MICROSOFT AZURE IoT EDGE

В качестве среды выполнения в Microsoft используются хорошо зарекомендовавшие себя контейнерные технологии Docker, благодаря которым можно применять на периферии сложные вычислительные сценарии. Контейнеры позволяют изолировать модули внутри общей операционной системы, ограничить доступные каждому модулю ресурсы, существенно упростить развертывание модулей и их независимое обновление. Множество прикладных программ уже упаковано в контейнеры Docker, и большинство существующих решений можно легко «переупаковать» для использования в IoT Edge. Кроме того, контейнер с прикладным алгоритмом может разворачиваться на устройстве непосредственно из Container store правообладателя, что позволяет, с одной стороны, упростить развертывание сложных прикладных алгоритмов на устройстве, а с другой — обеспечить защиту интеллектуальной собственности разработчика алгоритмов и публикацию обновлений на устройства. Отдельное направление развития граничных вычислений — использование Azure Stack, которое дает возможность получить сервисы Azure именно в том месте, где они необходимы, с минимальной задержкой и отсутствием зависимости от стабильности канала до глобального облака.

Используя облако как универсальный и централизованный механизм для управления устройствами IoT Edge, можно быстрее получить работающее решение, применив готовую среду исполнения с открытым исходным кодом и уже реализованными функциями для основных протоколов и алгоритмов, а также транспортными модулями и защитой данных. Таким образом, разработчики прикладных решений могут сконцентрироваться на таких задачах, как создание собственных и интеграция готовых модулей решений для Edge-устройств, их настройка и мониторинг.

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Автор столкнулся с задачей реализовать удаленный мониторинг электродвигателей, оснащенных интеллектуальными приводами (рис. 4). Привод комплектовался модулем для получения информации о параметрах работы двигателя по ModBus, поэтому

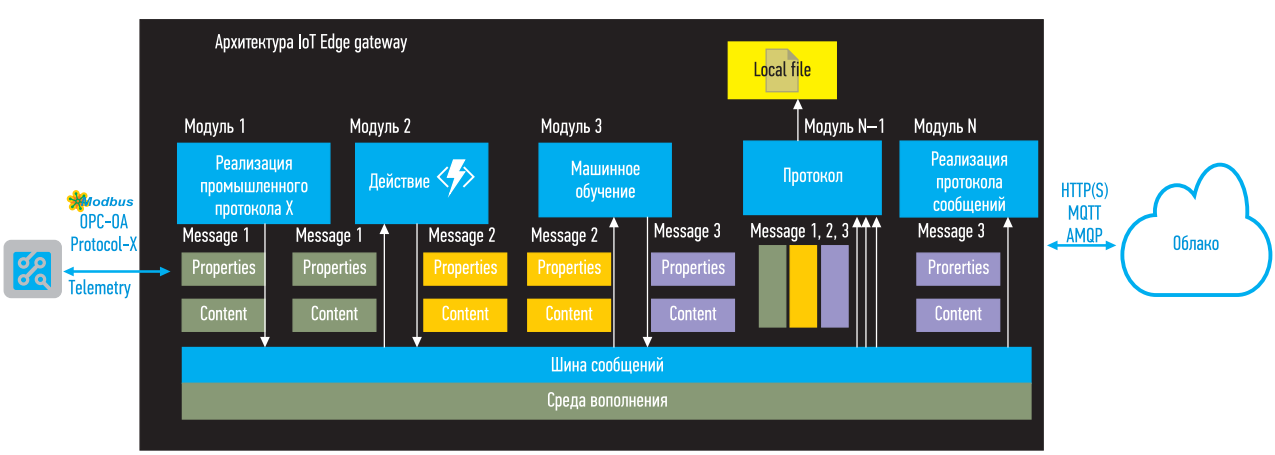


РИС. 3. ▼ Архитектура устройства IoT Edge

РИС. 4. ▶ Удаленный мониторинг приводов электродвигателей

решением стали полностью встроенные средства. Сначала в облачном сервисе Microsoft Azure был создан центр «Интернета вещей» IoT Hub и заведен «цифровой двойник» граничного устройства — Gateway с Azure IoT Edge. Само граничное устройство представляло собой Intel Up Board с CPU Atom x5-Z8350, eMMC на 16 Гбайт и RAM на 1 Гбайт. Для развертывания Gateway была установлена Ubuntu версии 18.04 (хотя также могли подойти RHEL, другие версии Linux или Windows). Дополнительно нужно было установить на Gateway Docker, Python и собственно среду выполнения IoT Edge, запустив команду: *pip install -U azure-iot-edge-runtime-ctl*. В завершение необходимо было зарегистрировать Gateway на облачном сервисе, указав его SAS-ключ в команде *iotedgectl setup*.

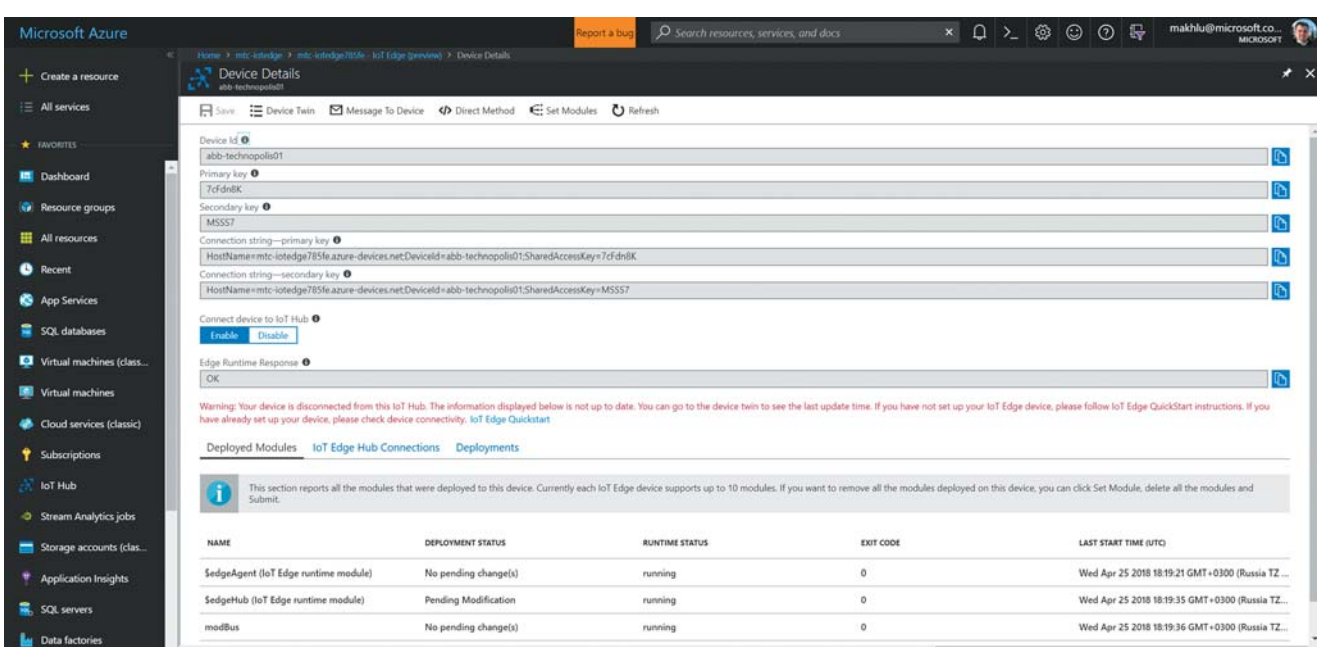
После старта runtime данный IoT Edge Gateway уже управляется через облако с использованием «цифровых двойников». «Цифровой двойник» — это структура данных, которая содержит в себе полное описание всех настроек устройства, хранящееся в облаке. Причем такой «двойник» есть как у самого устройства, так и у каждого модуля. А модуль — это прикладной алгоритм, упакованный контейнер Docker, как мы писали выше.

Таким образом, для передачи данных с привода в облако было достаточно развернуть модуль поддержки протокола ModBus TCP, указав адрес его образа — *microsoft/azureiotedge-modbus-tcp:1.0-preview*. Если бы нужно было загрузить контейнер из собственного репозитория Docker, требовалось бы указать его адрес. Все адреса подробно описаны в документации на сайте.

После этого на gateway runtime самостоятельно «приезжают» контейнеры с алгоритмами поддержки протокола ModBus TCP и передачи данных в облачный IoT Hub. Статус выполнения каждого контейнера можно отслеживать как в интерфейсе в облаке (рис. 5), так и непосредственно на контроллере.

Настройки для подключения к приводу по ModBus TCP задаются уже в облаке. Для этого нужно было заполнить структуру данных в фор-

РИС. 5. ▼ Интерфейс настройки граничного устройства в Azure



мате JSON (рис. 6). Среда исполнения на граничном устройстве получает уведомление об изменении настроек модуля ModBus, и они синхронизируются с устройством. В результате модуль подключается к приводу и начинает передавать в облако значения регистров ModBus в формате JSON:


```
{
«DisplayName»: «RPM», «HwId»:
«ABB-ACS50-0001»,
«Address»: «40001»,
«Value»: «1150»,
«SourceTimestamp»: «2018-04-25
10:40:38»
},
{
«DisplayName»: «Power»,
«HwId»: «ABB-ACS50-0001»,
«Address»: «40002»,
«Value»: «5789»,
«SourceTimestamp»: «2018-04-25
10:40:38»
},
{
«DisplayName»: «Amperage»,
«HwId»: «ABB-ACS50-0001»,
«Address»: «40004»,
«Value»: «4657»,
«SourceTimestamp»: «2018-04-25
10:40:38»
}
```

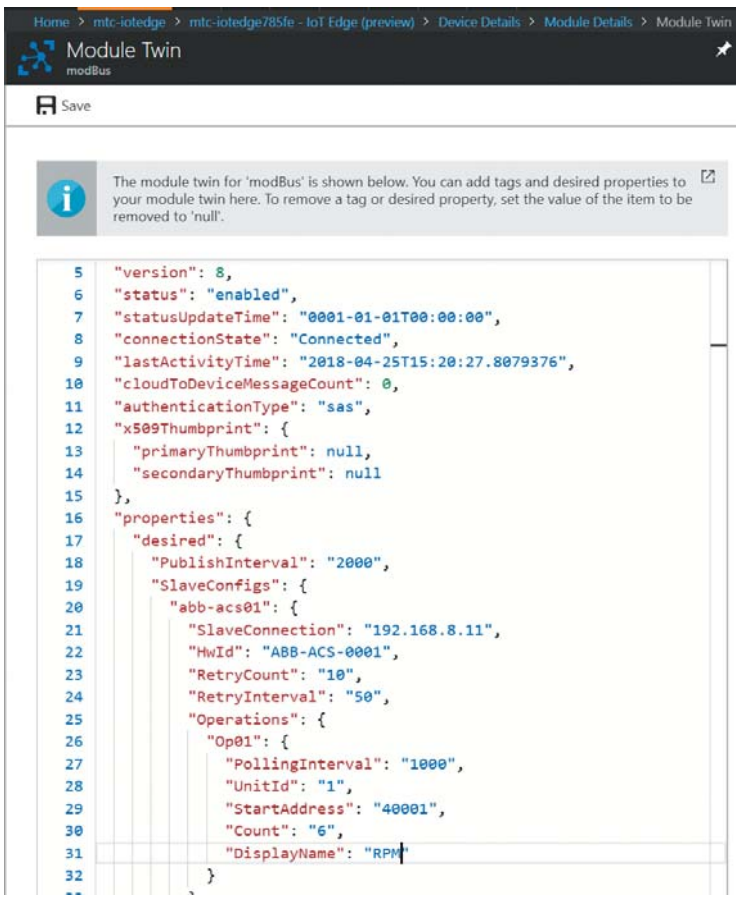



РИС. 6. ◄ Настройка «цифрового двойника» модуля ModBus TCP

Таким образом, можно получить всю информацию о работе в облаке. Чтобы завершить создание полноценного решения, осталось:

- Загрузить на граничное устройство модуль Azure Function и настроить преобразование значений регистров ModBus в реальные параметры с соответствующими единицами измерения.
- Загрузить модуль Stream Analytics и настроить его таким образом, чтобы он отправлял не все значения регистров ModBus, а только те из них, которые отличаются от предыдущих, — но не реже заданного интервала.
- Загрузить модуль машинного обучения Azure Machine Learning и настроить модель таким образом, чтобы она определяла «аномальное» сочетание параметров двигателя. А саму модель взять из галереи на сайте.
- Подключить телеметрию к решению: с открытым исходным кодом, Azure IoT Suite с панелями мониторинга и уведомлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

IoT Edge призван дополнить и расширить применение как облачных технологий, так и традиционных систем автоматики. Суть граничных вычислений — взаимодействие облака и периферии. При централизации ресурсов Edge-вычисления вырождаются в on-premises-облако. Концепция Edge computing предполагает создание гибридных «расширений» публичного облака на on-premises ЦОД, и это отдельное направление развития граничных вычислений. Подобные решения уже существуют и позволяют получить сервисы, аналогичные облачным, с собственного оборудования. При этом сервис предоставляется с качеством управления, которое соответствует публичным облакам, но с минимальной сетевой задержкой и с отсутствием зависимости от стабильности канала к глобальному облаку. Примером такого решения является Azure Stack.

С другой стороны, полный отказ от облака ограничивает возможности развития — хотя бы потому, что значительную вычислительную нагрузку нельзя перенести на граничные устройства из-за ограниченности аппаратных ресурсов.

Кроме того, сегодня очень важно, чтобы заказчик мог получить работающее решение как можно быстрее. Не секрет, что сейчас подобные проекты часто являются тестовыми и ставят своей задачей поиск практической модели, оценку преимуществ и сценариев использования IoT на производстве. Возможность получить облачные сервисы по требованию, а потом быстро отказаться от ненужных в случае корректировки концепции, является более привлекательным подходом, чем инвестиции в собственную вычислительную среду без четких требований к сценариям использования.

В любом случае, разработчикам при реализации перспективных IoT-систем уже сегодня нужно всерьез рассматривать использование подхода Edge computing и будет полезно ознакомиться с тем, что уже существует в этой сфере. ●

КАК РЕАЛИЗУЮТ IIoT В РОССИИ?

Реализовано

Проект: цифровизация нефтяных скважин
Компания: «Энфорта», ITPS
Объект: «Волгодеминойл»
Завершение: 2017 г.

На основе технологии LoRaWAN и облачной платформы AVIST.Operation была осуществлена цифровизация ряда скважин российско-немецкой компании «Волгодеминойл».

Технологические параметры с датчиков, установленных на производственных объектах, передаются по беспроводной сети в облачную платформу AVIST для обработки данных и дистанционного контроля производственных процессов. Созданная на объектах актива среда передачи данных характеризуется большим радиусом действия (до 20 км на открытой местности), высокой проникающей способностью сигнала, стабильностью и конфиденциальностью канала связи, малым энергопотреблением датчиков (до 10 лет без подзарядки), а также низкой стоимостью оборудования.

AVIST в режиме реального времени анализирует полученные параметры скважин (давление, температуру, загрузку, сопротивление изоляции и др.) и с помощью аналитических правил фильтрации сигналов выявляет события, которые могут оказать критическое влияние на ключевые производственные процессы. Платформа позволяет снизить количество потерь и время простоев за счет проактивного контроля параметров оборудования, а также оперативного и грамотного реагирования уже на стадии выявления вероятности инцидента.

Система сводной производственной отчетности формирует отчеты об основных параметрах работы скважин, которые предоставляются пользователям в виде инфографики на компьютерах или мобильных устройствах.

www.itps.com

Реализовано

Проект: система радиосвязи и позиционирования персонала и техники
Компания: «Софтинтегро»
Объект: «Норникель», рудник «Заполярный»
Завершение: 2017 г.

Установленный на руднике комплекс автоматизации предусматривает считывание индивидуальных меток сотрудников компании и самоходной техники. Он позволяет обеспечить беспроводную связь с каждым рабочим по персональному телефону, а также включает автоматизированную систему «антинаезд»: оповещает водителя транспорта о нахождении рядом людей или техники.

Информация о местоположении персонала и техники в руднике выводится в оперативном режиме на экран диспетчера. Это помогает быстро организовать и контролировать действия персонала при нештатных ситуациях. Кроме того, автоматизированная система учета перевозки горной массы осуществляет диспетчеризацию работы подземной техники и контроль выполнения производственной программы в каждой смене.

В проекте используется сетевое и специализированное оборудование компании «СПбЭК-Майнинг», а также программно-аппаратные комплексы для подземного позиционирования «СПГТ-41» производства «УралТехИс». Функции сбора, обработки информации и создания аналитических отчетов для диспетчеризации и управления реализованы на базе программного комплекса, разработанного компанией «Сумма технологий» на системной платформе Wonderware.

В соответствии с условиями работы рудника оборудование было установлено во взрывозащищенном исполнении. На базе первичной сети построена высокоскоростная сеть передачи данных (СПД), которая является средой взаимодействия всех подсистем комплекса автоматизации.

www.nornikel.ru | www.softintegro.ru

Реализовано

Проект: система позиционирования сотрудников на производстве
Компания: SAP-НЛМК, НЦИВ
Объект: Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК)
Завершение: 2017 г.

Для первоначального разворачивания системы НЛМК выбрал агрегат непрерывного горячего цинкования (АНГЦ-1). Из-за большого количества разнообразной техники и сложной конфигурации пространства цеха стандартные методы позиционирования, подходящие для простых помещений, в данном случае оказались неприменимы.

Система представляет собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий с высокой точностью определять положение сотрудника в режиме реального времени. Позиционирование осуществляется с помощью UWB-меток в виде браслетов, которые носит каждый сотрудник. В реализации использовано оборудование отечественного производителя — в рамках прототипа установлено порядка 70 единиц.

Бизнес-логика системы реализована на SAP Cloud Platform и позволяет решать задачи безопасности, охраны труда, контроля и мониторинга технологических и бизнес-процессов.

Менеджеры компании могут видеть через веб-интерфейс точное положение сотрудников на 3D-карте, просматривать историю перемещения сотрудников за несколько недель, получать отчеты о фактах пересечения сотрудниками опасных зон, а также другую аналитику. Кроме того, сотрудник может подать сигнал тревоги, нажав кнопку на браслете.

Система работает в полнофункциональном режиме. Планируется расширить систему на другие цеха и производства, подключить к проекту другие дирекции, а также использовать технологию для позиционирования техники.

www.nciot.ru

В материале приведено краткое описание нескольких российских проектов, находящихся на разных стадиях внедрения технологий «Интернета вещей».

АО «Воркутауголь» — угледобывающая компания, входящая в ПАО «Северсталь», — приступило к монтажу многофункциональной системы безопасности на шахтах «Воркутинская», «Заполярная», «Комсомольская» и «Воргашорская».

В шахтах будет установлена система безопасности Strata (поставщик — компания Alpha Safety), комплектующие которой произведены в России, Казахстане, США и ЮАР.

«Прежде чем приступить к монтажу, мы провели большую подготовительную работу. Сначала составили детальный технический проект и определили заводы, где будут изготавливать различные компоненты системы. Затем разработали оптимальную логистическую цепочку доставки оборудования с применением авиатранспорта на двух ее этапах. Наконец, наши специалисты, которые будут заниматься монтажом и эксплуатацией системы, прошли обучение», — рассказал заместитель технического директора «Воркутауголь» Алексей Борисов.

Монтаж разбит на два основных этапа: наземный и подземный. На поверхности специалисты прокладывают оптоволоконные линии, подключают их к серверу, настраивают программное обеспечение. Под землей также необходимо провести оптоволокно и установить беспроводные узлы связи.

После запуска системы в июле этого года будут доступны три ее основные функции: непрерывный мониторинг аэрогазовой обстановки, позиционирование каждого шахтера с точностью до 20 метров и подземная беспроводная связь.

www.vorkutaugol.ru

В процессе

Проект: система безопасности в шахтах
Компания: Alpha-Safety
Объект: «Воркутауголь»
Завершение: июль 2018 г.

В 2016 г. «МегаФон», «Россети» и ВОЛС-ВЛ (входит в группу «Россети») подписали соглашение о сотрудничестве, согласно которому оператор оснастит 300 000 электроподстанций системами мониторинга вторжений и сбора телеметрии.

На подстанциях «Россетей» будет установлено специальное оборудование, которое фиксирует открытие дверей и передвижение внутри помещения, автоматически делает фото или видео происходящего и передает данные в Единый центр «МегаФона» по управлению сетями. В случае возникновения любой нештатной ситуации, в том числе аварий или отключения электропитания, информация из Единого центра оперативно поступит в ситуационно-аналитический центр «Россетей». Такое решение позволит увеличить энергобезопасность станций, а в случае проникновения на подстанцию детей — предотвратить беду.

«Мы предполагаем, что в год новая система мониторинга и сбора телеметрии поможет сэкономить до 20% на обслуживании подстанций, а также осуществлять мониторинг баланса электроэнергии, минимизировать потери электроэнергии, контролировать в режиме реального времени работоспособность оборудования и своевременно предотвращать неисправности», — говорит генеральный директор компании «Россети» Олег Бударгин.

www.rosseti.ru

В процессе

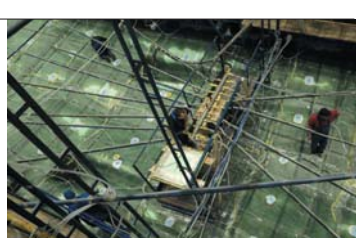
Проект: системы мониторинга и сбора телеметрии на электроподстанциях
Компания: «МегаФон»
Объект: «Россети»
Завершение: 2020 г.

На Средне-Невском судостроительном заводе ранее уже были внедрены некоторые инновационные технологии. Аддитивные технологии позволили создавать сложные и уникальные элементы турбины из металлопорошка, и благодаря этому расход материалов существенно снизился. На заводе также внедрили суперкомпьютерный центр, вычислительная мощность которого является самой высокой в России. Появление такого центра позволило сократить цикл разработки двигателя в четыре раза, а количество опытных образцов для отработки конструкций в десять раз.

Реализация концепции «умной фабрики» на заводе оценивается в сумму 350 млн рублей. В проекте примет участие Санкт-Петербургский государственный морской технический университет. Сроки изготовления деталей будут уменьшены, а их качество вырастет.

Проектом предусмотрено создание базы данных по всем компонентам, применяемым в судостроении. Кроме того, вместо натурных испытаний изделий предполагается проводить компьютерные. Проект позволит увеличить производственные мощности предприятия в два раза, повысить объемы экспорта, сократить временные и финансовые затраты на производство и сервисное обслуживание.

www.iot.ru | www.snsz.ru



Будущее

Проект: цифровая верфь
Объект: Средне-Невский судостроительный завод
Завершение: 2020 г.

INNOPROM

9–12 июля 2018, Екатеринбург
Страна-партнер: **Республика Корея**

ГЛАВНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА **ИННОПРОМ**

ТЕМА:
ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

600+ индустриальных компаний-экспонентов

50 000 посетителей: профессиональная аудитория более 60%

Более 100 стран мира

160+ деловых мероприятий

Организатор МИНПРОМТОРГ РОССИИ

Оператор business event ГРУППА КОМПАНИЙ FORMIKA

WWW.INNOPROM.COM

Телефон горячей линии:
8-800-700-82-31

#ИННОПРОМ2018 #ЦИФРОВОЕПРОИЗВОДСТВО #DIGITALMANUFACTURING

Реклама

СДЕЛАНО
В РОССИИ!

MasterSCADA 3.X/4D Работает 24X7X365 с 2002

38 отраслей
12 стран
50000+ инсталляций
300+ рабочих мест в одной системе
100000+ параметров на один сервер

ИнСАТ
www.insat.ru

+7 (495) 989 22 49
scada@insat.ru

Реклама

27-я Международная выставка
технических средств охраны и оборудования
для обеспечения безопасности и противопожарной защиты

securika
St. Petersburg

12+

Санкт-Петербург

30 октября –
1 ноября 2018

ВК «Ленэкспо»

Технические средства обеспечения безопасности
Системы охранного телевидения и наблюдения
Системы и средства обеспечения пожарной безопасности
Системы связи и оповещения
Технические средства и программное обеспечение для защиты информации

Организаторы:
primexpo
ITE
+7 (812) 380 6009/00
security@primexpo.ru

Забронируйте стенд
securika-spb.ru

Реклама

www.globuc.com/digitalsolutions

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ
И ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ
В ТЭК

7-8 июня 2018
Амстердам, Нидерланды

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Организатор GBC

Реклама