

## АГРЕГИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ О РАБОТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

И.А. Ковалев, Р.А. Нежметдинов, Д.Ю. Квашнин, В.В. Чекрыжов (МГТУ «СТАНКИН»)

*Рассматривается подход к сбору и агрегирования данных с датчиков, расположенных на разнородном технологическом оборудовании с использованием принципов Industrial Internet of Things. Рассмотрены основные аналитические платформы обработки данных. Представлен практический пример сбора параметров со строгально-фрезерного станка с последующей их аналитической обработкой в Microsoft Azure<sup>1</sup>.*

*Ключевые слова: Industrial Internet of Things, сбор данных ЧПУ, базы данных, облачные вычисления.*

### Введение

В условиях развития современного общества изменились средства сбора, обработки и передачи информации: все чаще для работы с информационными ресурсами используются мобильные устройства, а для доступа к большим объемам данных применяются глобальная сеть и облачные технологии. Изменения коснулись и промышленности, где произошел переход от автоматизации отдельных узлов и оборудования к концепции «умных» производств, отличительной особенностью которых является объединение производства в единую цифровую экосистему [1, 2].

Развитие промышленных систем управления позволяет объединять отдельные станки, модули, цеха и системы управления в общую сеть Intranet внутри предприятия [3]. Это открывает широкие возможности анализа, обработки, а также агрегации данных, накапливаемых на всех этапах работы технологического оборудования. Хранение полученного объема неструктурированных данных и предоставление необходимой инфраструктуры для их обработки на производственной площадке — недоступная с финансовой точки зрения задача для большинства предприятий. Указанные возможности предоставляют: облачные сервисы и платформы на их основе, а также бессерверные вычисления. Указанные сервисы позволяют построить масштабируемую, гибкую и экономически оправданную архитектуру вычислительных решений.

Для объединения сетей предприятия с подключенными к ним промышленными объектами, встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обработки данных с облачными платформами используется концепция Industrial Internet of Things (IIoT). Внедрение на предприятиях технологии IIoT создает условия для проведения в реальном времени мониторинга основных производственных показателей состояния отдельных узлов оборудования с целью определения наступивших или прогнозирования возможных нерегулярных ситуаций и принятий мер по их предотвращению.

### Аналитические платформы для сбора, агрегирования и хранения данных

Облачные платформы можно поделить по нескольким признакам: финансовый — платные и свободно

используемые; по размеру компании разработчика — крупные, средние и небольшие; по наличию аналитических инструментов — имеющие аналитические инструменты или предоставляющие только узел сети для хранения данных.

Из крупных игроков на рынке выделим: AWS IoT (Amazon), Azure IoT (Microsoft), Google Cloud IoT (Alphabet). При этом по данным Eclipse Foundation в рамках исследования Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) в 2018 г. за: AWS было отдано 51,8% IoT голосов разработчиков (31,8% в 2017 г.), Microsoft Azure проголосовало 31,2% разработчиков (14,2% в 2017 г.), проприетарные облака получили 19,39% голосов, Google Cloud IoT — 18,8% (10,8% в 2017 г.) (<https://creativecommons.org>). Существует также большое число открытых IoT платформ (OpenRemote, Home Assistant, OpenIoT и др.), но их популярность с каждым годом снижается. Это связано с тем, что гиганты облачных вычислений могут предложить налаженные сервисы для сбора данных, хранения и аналитики с разнообразными тарифными планами.

Рассматривая Industrial Internet of Things применительно к области автоматизации технологических процессов обратим внимание на тип и объем передаваемых данных с различных датчиков (физических и виртуальных), которые установлены на разнородном оборудовании. Большой объем неструктурированной информации нуждается в специальных алгоритмах фильтрации и интерпретации. Зачастую, указанная задача является наиболее приоритетной даже в сравнении с задачей сбора данных с гетерогенного оборудования.

Помимо предоставления вычислительных возможностей одним из важных направлений развития концепции Industry 4.0, являются сервисы обработки и анализа неструктурированных данных большого объема [4]. Целью указанных видов обработки является предоставление конечному пользователю в удобном для рассмотрения виде аналитических данных полученных с информационных потоков. Для решения этих задач на рынке представлены аналитические платформы, например, QlikView, Klipfolio, Power BI, Tableau. Каждая из этих платформ имеет отличительные особенности и способна проводить анализ дан-

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках соглашения №31-1/03-С18 от 01.08.2018 между ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» и ФГАОУ ВО «СПб НИУ информационных технологий, механики и оптики», проводилась с использованием оборудования, предоставленного центром коллективного пользования ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН».

ных о состоянии технологических процессов в реальном времени, обрабатывая гигабайты информации, представляя ее в удобном для восприятия виде, например, в виде: диаграмм, графиков. Наиболее передовые системы этого класса также поддерживают отчеты предиктивной аналитики.

**Разработка схемы взаимодействия основных компонентов предлагаемого решения**

Исследования, представленные в статье, проводились с применением платформы Microsoft Azure IoT, которая представляет набор готовых облачных сервисов, что упрощает взаимодействие между устройствами и облаком на начальных этапах разработки. Azure позволяет подключить к облачному сервису практически любые устройства, провести аутентификацию с использованием специализированных ключей (sas токены), предоставляет локальное хранилище для каждого IoT устройства, а также поддерживает популярные протоколы передачи данных (MQTT, HTTPS, AMQP и др.). Microsoft Azure IoT предоставляет во временное пользование вычислительные мощности по требованию (lambda-функции Amazon, «Функции» в Azure), что является экономически более выгодным для небольших задач, по сравнению с закупкой локальных вычислительных систем.

Датчики (температуры, вибрации, влажности) и данные с системы управления (виртуальные датчики: данные с приводов, ПЛК) можно рассматривать как элементы концепции Industrial Internet of Things. Важной особенностью передаваемых с объекта управления данных является не только возможность накапливать их в облаке, но и отображать в «реальном

времени». Для этого данные должны поступать синхронно, что отличает указанные системы от корпоративных приложений, в которых принято работать с данными в асинхронном формате [5].

Организация синхронной передачи данных накладывает ограничения на применяемые вычислительные мощности. В этом случае система должна иметь существенный запас вычислительных ресурсов, позволяющий не терять данные из-за возникающих перегрузок серверов, блокировок на уровне баз данных, подключения новых устройств и других нерегулярных ситуаций. Возможности синхронной (on-line-синхронизация) организации передачи данных и записи в базы данных предоставляет масштабируемая архитектура облака Azure. В рамках создания отдельного экземпляра вычислительного модуля можно указать размер и объемы расширения при пиковых нагрузках, а также существенно увеличить вычислительные мощности при необходимости, уведомляя владельца, например, по электронной почте и получая его одобрение.

На рис. 1 представлена структурная схема предлагаемого решения. Слева показаны целевые платформы для подключения датчиков. Это могут быть как одноплатные компьютеры Raspberry Pi3, Orange Pi или Omega2, так и более дешевые решения, например, модули с ESP8266 для передачи информации в сеть, также рассматривается передача информации и непосредственно из системы ЧПУ (виртуальные датчики).

Конфигурирование устройств, подключаемых к облаку, и настройка политик безопасности происходит в Azure IoT Hub Center, что позволяет разработчикам сосредоточиться на организации сбора данных с локальных устройств. На целевых платформах запу-

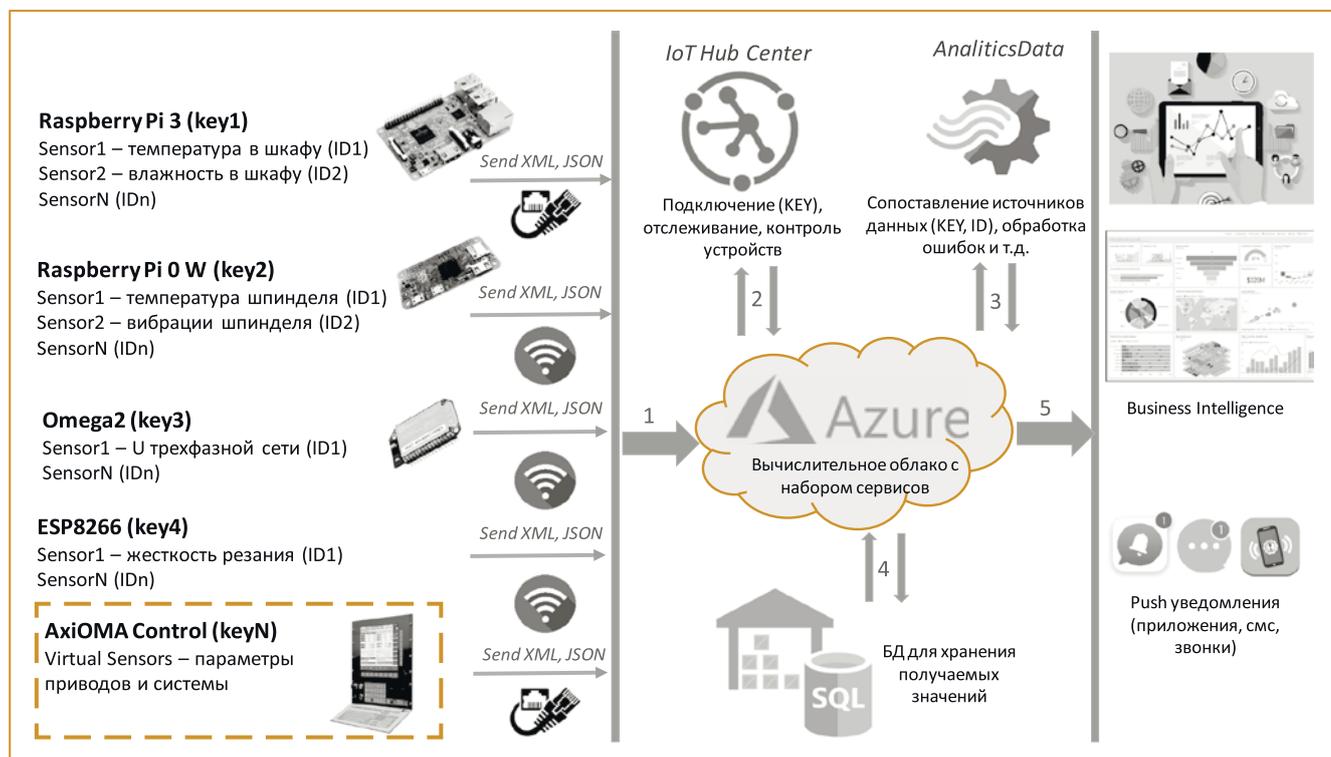


Рис. 1. Структурная схема облачного решения

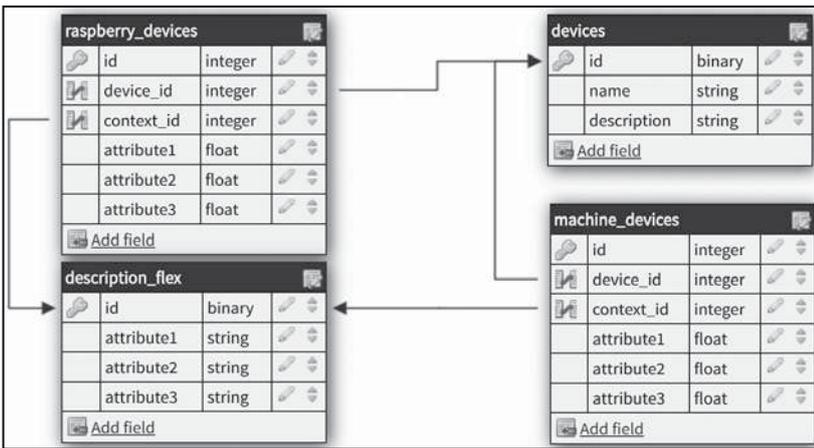


Рис. 2. Структура БД

скается специальный скрипт, содержащий ключи для генерации sas токена и связи устройства с IoT Hub Center в облаке, фиксируются идентификационные номера (ID) устройства, политики доступа к БД.

**Практическая реализация концепции IIoT на примере получения данных со строгально-фрезерного станка**

Для проведения испытаний на работающем оборудовании были выбраны три устройства: одноплатные компьютеры RaspberryPi3, Raspberry Pi0 и Omega2. Указанные устройства находятся в разном ценовом диапазоне и различаются объемом вычислительных ресурсов. При этом объем вычислительных ресурсов является важным фактором, влияющим на возможность применения разрабатываемого решения в промышленных проектах. К устройствам подключены различающиеся типы датчиков для определения параметров окружающей среды (температуры и влажности), которые были установлены в нескольких целевых зонах: в электрошкафу — зона ПЛК и приводов; в шпиндельном узле и возле рабочей зоны станка. На каждом из устройств запущен скрипт на языке Python, который реализует связь с IoT Hub Center, откуда данные поступают в базу данных и сервис Analytics Data, который позволяет верифициро-

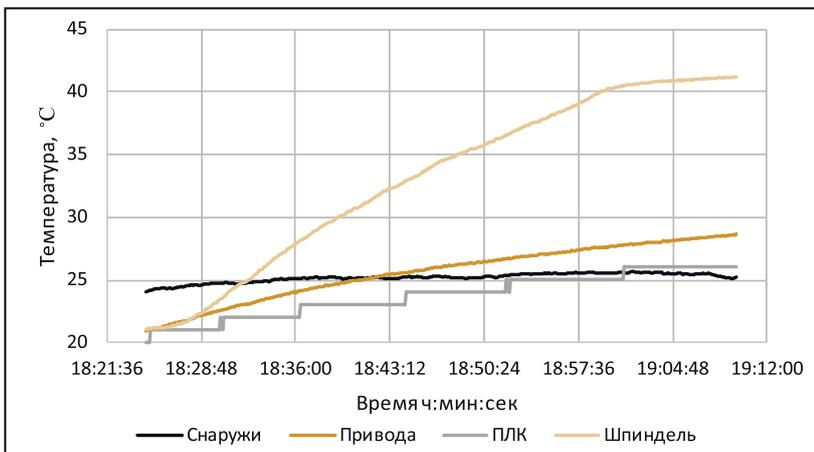


Рис. 3. Визуализация получаемых данных

вать большие потоки данных. Analytics Data позволяет извлекать информацию из потоков данных по определенным шаблонам, предназначенным: для хранения источника данных в базе, создания отчетов в Azure Analytics после начала передачи данных от устройств в IoT Hub Azure.

Модуль аналитики выполняет поиск нужного шаблона, описанного на SQL-подобном языке, например, данные передаваемые в формате JSON сопоставляются с атрибутами, созданными в реляционной базе данных. Также однозначно сопоставляются входные атрибуты и поля базы данных. Каждому устройству выдается ключ подключения (политика), который указывается во входном источнике данных и по которому происходит определение способа доступа к базе данных. Политики устройств удобно объединять по типу устройств (физические или виртуальные датчики), возложив уникальную идентификацию на передающее устройство (передавать уникальный ID).

В рассматриваемом примере разработаны два шаблона. Первый для датчиков, подключенных к Raspberry Pi2 и Pi0 со своими атрибутами (attribute1, attribute2), а также временем поступления данных и уникальным ID оборудования. Второй шаблон описывает получение данных от датчиков, подключенных к Omega2.

В проекте использована база данных MSSQL, структура которой не имеет привязки к конкретному оборудованию (рис. 2). Такая структура удобна при интеграции данных, передаваемых с локальных объектов в хранилище Azure, и использовании возможностей модуля Analytics Data.

Структура базы данных оптимизирована с расчетом на ожидаемые информационные потоки от подключаемых устройств: raspberry\_devices, machine\_devices. Атрибуты в таблицах, имеют связи через context\_id с таблицей description\_flex, в которой хранится точное определение принятого параметра для конкретного устройства с определенным контекстом. Таблица devices хранит описание параметров устройств. Организация хранения данных в такой структуре позволяет создавать новые таблицы для заранее неизвестных источников данных.

Рабочие испытания проводились на вертикальном строгально-фрезерном станке при холостом ходе в течении часа. За это время было установлено, что температура окружающей среды поднялась на 1,19 °С; температура в зоне работы приводов поднялась на 7,82 °С, в зоне ПЛК — на 5,8 °С.

В шпиндельном узле температура поднялась более чем на 20 °С, что является существенным, учитывая тот факт, что работа выполнялась на холостых оборотах (рис. 3).

На основании проведенных испытаний был сделан вывод о необходимости проверки подсистемы охлаждения шпиндельного узла, которая выявила ряд неисправностей, что привело к проведению внеочередного технического обслуживания.

#### Выводы

Внедрение на предприятиях технологии IoT создает условия для проведения мониторинга в реальном времени основных производственных показателей состояния отдельных узлов оборудования с целью определения возникших нерегулярных ситуаций или прогнозирования их возможного проявления.

Предложенный подход по сбору и агрегированию данных в облачном сервисе Microsoft Azure IoT был применен на базе фрезерно-строгального станка и позволил определить нерегулярную ситуацию — перегрев шпиндельного узла. Указанная ошибка была исправлена за счет проведения внепланового технологического обслуживания оборудования.

#### Список литературы

1. *Нежметдинов Р.А., Никишечкин П.А., Ковалев И.А., Червонова Н.Ю.* Подход к построению систем логического управления технологическим оборудованием для реализации концепции Industry 4.0 // Автоматизация в промышленности. 2017. №5. с.5-9.
2. *Никишечкин П.А., Ковалев И.А., Григорьев А.С., Никич А.Н.* Кроссплатформенная система сбора и обработки диагностической информации о работе технологического оборудования // Вестник МГТУ Станкин. — 2017. № 1 (40). С. 94-98.
3. *Kovalev I.A., Nikishechkin P.A., Grigoriev A.S.* Approach to Programmable Controller Building by its Main Modules Synthesizing Based on Requirements Specification for Industrial Automation // 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2017.p.1-4.
4. *Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Мартинова Л.И.* Интеграция данных систем логического управления в «умное» производство на основе концепции Industry 4.0 // Автоматизация в промышленности. 2018. №5. с.11-15.
5. *Nezhmetdinov R., Nikishechkin P., Nikich A.* Approach to the Construction of Logical Control Systems for Technological Equipment for the Implementation of Industry 4.0 Concept. In: 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). Sochi: IEEE.

*Ковалев Илья Александрович — канд. техн. наук, доцент,  
Нежметдинов Рамиль Амирович — канд. техн. наук, доцент,  
Квашнин Денис Юрьевич — магистрант,  
Чекрыжов Виктор Владимирович — магистрант  
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».  
Контактный телефон (499) 972-94-40.  
E-mail: ilkovalev@mail.ru*

#### Новая версия M2Web предлагает простой мониторинг КПЭ машин, подключенных через оборудование Ewon

Компания HMS Networks объявляет о выходе новой версии сервиса M2Web, позволяющего пользователям маршрутизатора Ewon® Flexu легко контролировать ключевые показатели эффективности (КПЭ) своих удаленно установленных машин. Используя стандартный ПК, планшет или смартфон, машиностроители и конечные пользователи получают полное представление о своих установках благодаря новому интуитивно понятному графическому интерфейсу, удобному для работы с мобильными устройствами, а также отображению всех подключенных машин на карте.

Возможность быстрой проверки состояния станков становится все более важной для машиностроителей и конечных пользователей. Однако полные решения IoT зачастую слишком сложны, дороги и требуют очень много времени для развертывания. В этой ситуации компания HMS Networks предлагает инновационный сервис M2Web, который доступен для всех продуктов EwonFlexu, зарегистрированных на защищенной облачной платформе Talk2M®.

С M2Web пользователи получают защищенный мобильный доступ к КПЭ удаленных машин через продукты Ewon Flexu. Пользователи могут подключаться, например, к уда-

ленному терминалу управления, Web-серверу, ПК, панели оператора и т.д. M2Web не требует установки какого-либо программного обеспечения — пользователю нужно просто открыть стандартный браузер. M2Web отображает информацию на современном гибком графическом интерфейсе, включая показ на карте, позволяющей получить общее представление о машинах, установленных в полевых условиях.

Новая функция контроля КПЭ позволяет пользователю определить до шести желаемых КПЭ, выбирая параметры в базе данных тегов каждого Ewon Flexu. Статус каждого КПЭ отображается тремя цветами: синий — норма, желтый — предупреждение, красный — тревога.

M2Web, основанный на надежной облачной платформе Talk2M от HMS Networks, предоставляет машиностроителям, конечным пользователям, а также системным интеграторам новый способ мгновенного доступа к их установкам с любого устройства, такого как ПК, планшет или смартфон. Благодаря информации о ключевых показателях эффективности, доступной через M2Web, пользователи могут избежать простоев производства и повысить эффективность работы.

[Http://www.ewon.biz](http://www.ewon.biz), [www.industrialnets.ru](http://www.industrialnets.ru) и [www.hms-networks.com](http://www.hms-networks.com)