

Программно-аппаратная платформа для контроля функционирования промышленных объектов

Р. Д. Чусов¹, А. В. Васильченко², Н. В. Воинов³, П. Д. Дробинцев⁴

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

¹churmann@gmail.com, ²vasilchenko_alexander@outlook.com, ³voinov@ics2.ecd.spbstu.ru, ⁴drob@ics2.ecd.spbstu.ru

Аннотация. В работе приводится обзор концепции индустриального интернета вещей, одного из наиболее развивающихся трендов в сфере информационных технологий. Рассмотрены самые известные решения, основанные на данной концепции. Описаны особенности и архитектура разрабатываемой авторами программно-аппаратной платформы для контроля функционирования промышленных объектов, также являющейся примером реализации индустриального интернета вещей.

Ключевые слова: программно-аппаратная платформа; контроль состояния промышленных объектов; индустриальный интернет вещей; клиент-серверная архитектура; интерфейсы передачи данных

I. КОНЦЕПЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Индустриальный интернет (промышленный интернет, индустриальный интернет вещей, Industrial Internet of Things, IIoT) – это концепция построения инфокоммуникационных инфраструктур, подразумевающая подключение к сети Интернет любых небытовых устройств, оборудования, датчиков, сенсоров, автоматизированной системы управления технологическим процессом, а также интеграцию данных элементов между собой, что приводит к формированию новых бизнес-моделей при создании товаров и услуг, а также их доставке потребителям. Ключевым драйвером реализации концепции индустриального интернета является повышение эффективности существующих производственных и технологических процессов, снижение потребности в капитальных затратах. Внедрение индустриального интернета оказывает значительное влияние на экономику отдельных компаний и страны в целом, способствует повышению производительности труда и росту валового национального продукта. Сервисная модель экономики, которая создается в процессе этого перехода, основывается на цифровизации производства и иных традиционных отраслей, обмене данными между различными субъектами производственного процесса и аналитике больших объемов данных.

Внедрение отдельных элементов технологий индустриального интернета как непосредственно в производственный процесс, так и в рамках отдельных машин, уже некоторое время развивается и в нашей стране. Например, Министерство энергетики запустило национальную программу внедрения индустриального интернета вещей в своих подсистемах. Однако на данный момент до сих пор нет

примеров организации комплексного производства на основе концепции индустриального интернета.

Термин «индустриальный интернет вещей» был впервые использован компанией General Electric в конце 2012 года. Множество компаний и организаций осознают его потенциал и важность, например, Real-Time Innovations (RTI), Google, Cisco, General Electric, Omron, DataLogic и Emerson Electric. В 2014 году компаниями AT&T, Cisco, General Electric, Intel и IBM был создан Консорциум индустриального интернета (The Industrial Internet Consortium), занимающийся решением вопросов развития промышленного Интернета вещей. Сегодня этот консорциум насчитывает уже 170 членов [1].

Введение индустриального интернета на предприятии может помочь сэкономить крупные суммы на обеспечении надёжности и бесперебойной работы, например, энергетическая компания Salt River Project экономит ежегодно около 5 млн долларов путём использования программного решения от General Electric Digital по управлению эффективностью использования ресурсов, основанном на IIoT. Другая энергетическая компания Scottish and Southern Energy использует комплекс управления надёжностью 365 дней в году и экономит при этом около 3 млн евро в год [2]. Некоторые эксперты в области индустрии оценивают общую прибыль от использования индустриального интернета к 2020 году в 1,9 трлн долларов.

Как утверждает компания Accenture в отчете по результатам своего исследования «Успех с помощью индустриального интернета вещей» [3], в период нестабильности мировой экономики вклад индустриального интернета вещей в мировое производство к 2030 г. мог бы составить около \$14,2 трлн. По данным компании, в США к 2030 г. капиталовложения в индустриальный интернет и ожидаемый от него прирост производительности могли бы увеличить совокупный ВВП США на \$6,1 трлн. В свою очередь, Германия могла бы повысить совокупный ВВП на \$700 млрд, или на 1,7%, к 2030 г., предприняв схожие дополнительные меры. Великобритания могла бы повысить совокупный ВВП на \$531 млн, или на 1,8%, к 2030 г. по сравнению с исходными прогнозами. Страны, которые лидируют по потенциалу внедрения промышленного Интернета вещей – США, Швейцария, скандинавские страны и Нидерланды. А Испания и Италия вместе с Россией, Индией и Бразилией образуют группу стран, находящихся в этом смысле в самом начале пути.

Таким образом, вопросы развития и внедрения индустриального интернета являются чрезвычайно актуальными и важными, что признается на государственном уровне.

II. ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИЙ ПЛАТФОРМ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

На рынке существуют решения крупных мировых компаний по автоматизации производства, среди самых известных решений можно выделить следующие:

- Платформа AWS компании Amazon [4]. Платформа выполняет подключение устройств к сервисам AWS и другим устройствам, заявлено наличие защиты данных и обеспечение безопасности взаимодействий. Приложения могут работать с устройствами даже без выхода в Интернет. Поддерживаются функции сбора, обработки и анализа данных, генерируемых подключёнными устройствами.
- Платформа M2X компании AT&T [5]. Платформа предоставляет сервисы для хранения данных, управления устройствами, приёма и передачи сообщений, управления событиями и визуализации данных.
- Платформа Predix компании General Electrics [6]. Помогает разрабатывать, развёртывать и управлять промышленными приложениями на производстве и в облаке.
- Платформа Watson компании IBM. Компонент платформы IBM Plant Performance Analytics [7] устраняет препятствия в продуктивности путём анализа данных от оборудования. Позволяет рассчитать вероятность отказа механизмов или найти изменения производственного процесса, которые влияют на качество, выявить коренные причины недостаточной эффективности производственных процессов и предложить рекомендации по их устранению. Компонент IBM Prescriptive Maintenance on Cloud [8] помогает инженерам, отвечающим за надёжность, выявлять и управлять рисками при работе оборудования. Это решение использует машинное обучение и математический аппарат для повышения эффективности производственных процессов.
- Платформа The Intel IoT Platform компании Intel [9].

Необходимость разработки собственной платформы обуславливается, в первую очередь, высокой стоимостью существующих решений при их внедрении в масштабах предприятий, а также особенностями архитектуры и изменяемых программных решений и интерфейсов.

III. АРХИТЕКТУРА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ПЛАТФОРМЫ

Основное предназначение платформы – не только удаленный сбор данных с устройств, анализ состояния оборудо-

вания и оповещение при выходе его из строя, но и возможность управления функционированием с помощью любого клиентского устройства: ноутбука, планшета, смартфона.

Поскольку речь идет о промышленных объектах частных предприятий, система должна хранить данные на внутренних серверах и строго регулировать входящий и исходящий трафик. Должно поддерживаться масштабирование для различных промышленных мощностей.

Среди других особенностей можно выделить изолированную модульную архитектуру, где каждый модуль предоставляет интерфейсы взаимодействующим с ним модулям, и микросервисную архитектуру серверной части, реализованную в виде контейнеров, что позволяет настраивать окружение на любой целевой платформе и делает компоненты серверной части взаимозаменяемыми.

Общая схема архитектуры платформы представлена на рисунке.

Выделим следующие модули:

- Модуль взаимодействия с промышленным объектом. С помощью данного модуля система взаимодействует непосредственно с промышленным объектом. Используется протокол Modbus over TCP/IP.
- Модуль взаимодействия с сервером. С помощью данного модуля промышленный объект взаимодействует с сервером. На данный момент реализованы GSM взаимодействие при помощи AT-команд и WLAN при помощи маршрутизатора и WI-FI модуля.
- Сервер. В зависимости от типа данных на промышленных объектах может быть как локальным, так и облачным типа IaaS (AWS, GCP), PaaS (Heroku) и т.п. Необходимо обеспечить простоту развертывания на различных платформах и взаимозаменяемость компонентов сервера. Для этого было решено разбить сервер на набор сервисов (DB, API, Nginx) и упаковать их в Docker-контейнеры, которые взаимодействуют при помощи средств межконтейнерного взаимодействия. RESTfulAPI реализуется при помощи фреймворкаFlask, в качестве базы данных используется СУБД Postgresql.
- Клиент. Взаимодействует с API сервера. Для динамического отображения данных используются C3 и ajax.

На данный момент платформа находится в стадии разработки. Реализован прототип, обеспечивающий получение данных с контролируемых устройств и сохранение их на сервере. В ближайшее время планируется подключить клиентские устройства, добавить систему оповещений, ввести роли и группы доступа к данным.

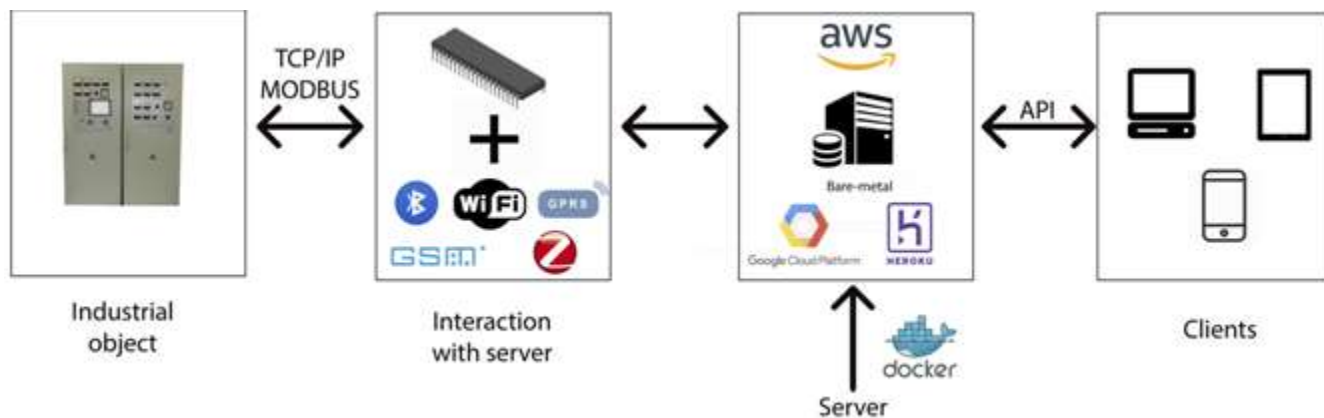


Рис. 1. Архитектура платформы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Консорциум индустриального интернета. Режим доступа: <http://www.iiconsortium.org>.
- [2] See How SSE Achieved Greater Plant Reliability. Режим доступа: <https://www.ge.com/digital/stories/see-how-sse-achieved-greater-plant-reliability>.
- [3] INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS—INFOGRAPHIC. Режим доступа: <https://www.accenture.com/us-en/labs-insight-industrial-internet-of-things>.
- [4] Платформа AWS компании Amazon. Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/iot/>.
- [5] Платформа M2X компании AT&T. Режим доступа: <https://m2x.att.com/>.
- [6] Платформа Predix компании General Electrics. Режим доступа: <https://www.predix.io/>.
- [7] Компонент IBM Plant Performance Analytics. Режим доступа: <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/plant-performance-analytics>.
- [8] Компонент IBM Prescriptive Maintenance on Cloud. Режим доступа: <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/prescriptive-maintenance-on-cloud>.
- [9] Платформа The Intel IoT Platform компании Intel. Режим доступа: <http://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/iot-platform-solution-brief.html>.