

# НАСТОЯЩИЕ ПЕРИФЕРИЙНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ: КАКИЕ ОНИ?

ВИБХУШ ГУПТА (VIBHOOSH GUPTA)

В статье рассматриваются особенности любого устройства, которое может иметь отношение к edge-контроллеру (периферийному). При выборе такого контроллера пользователи должны максимально подробно изучить его возможности.

В настоящее время все больше людей отдает предпочтение платформе промышленного «Интернета вещей» (IIoT), используя в промышленных автоматизированных системах собственные версии edge-контроллера. Достаточно большой спрос наблюдается среди конечных пользователей, системных интеграторов и производителей комплексного оборудования, которое отличается высокой производительностью вычислений и пропускной способностью сети, при этом отстает надежность традиционных управляющих устройств. В перспективе edge-контроллеры будут способны решать все задачи, в то же время оставаясь удобными и безопасными для применения устройствами.

## КАК МЫ К ЭТОМУ ПРИШЛИ

Начало развития промышленных средств автоматизации восходит к 60-м годам прошлого века, когда на замену электромагнитным релейным переключателям пришли цифровые контроллеры или программируемые логические контроллеры (ПЛК). Такие ПЛК были более универсальны, не нуждались в фиксированном монтаже, имели улучшенные характеристики и занимали минимум пространства в шкафу управления.

Сегодня ПЛК отлично справляются с обработкой простых и повторяемых процессов с управлением операциями через входы/выходы (I/O), используя программную логику.

В начале 2000-х годов на рынок начали появляться ПЛК с расширенными функциональными воз-

можностями. Благодаря некоторым отличиям прежние контроллеры были вытеснены программируемыми контроллерами автоматизации (ПКА). Основными критериями, которыми наделяется ПКА, являются повышенная гибкость в программировании на языке C/C++, улучшенная функциональная совместимость при использовании стандартных протоколов, модульное исполнение на платформе открытой архитектуры и многие другие возможности для работы в самых разных областях — это, например, управление процессами, дискретное управление и управление перемещениями.

В сегодняшнем мире, несмотря на применение ПЛК и ПКА, новые edge-решения позволяют получить доступ к изолированным или индивидуальным данным, осуществлять сбор данных из других бизнес- или интернет-структур и консолидировать информацию для формирования новых пониманий и возможностей. В частности, edge-контроллеры — это продукт эволюции ПЛК/ПКА, интегрирующий возможности детерминированного управления с недетерминированными граничными функциями в отдельную платформу.

Итак, какие характеристики являются определяющими применительно к современному edge-контроллеру? Относится ли edge-контроллер к устройствам, работающим через сеть Интернет? Используется ли он в составе с веб-сервером или с добавляемым универсальным приложением? Можно ли применять вместо него лэптоп или мобильный телефон при нали-

чии соответствующего программного обеспечения? В каких случаях предпочтительно детерминированное управление по типу ПЛК в сравнении с вычислительными задачами общего назначения?

## СУТЬ EDGE-РЕШЕНИЯ

Поскольку edge-контроллер принадлежит к категории относительно новых промышленных устройств, предлагается множество вариантов их реализации от простого веб-сервера на ПЛК до стандарта OPC UA на ПКА. Помните скачок от обычных реле к ПЛК и от ПЛК к ПКА? Несмотря на то что edge-контроллер во многом превзошел ПКА, проектируемые решения должны вбирать в себя только самое лучшее от технологии edge, при этом сохраняя базовые условия, свойственные промышленному контроллеру.

В первую очередь edge-контроллер — это технология, используемая в промышленных автоматизированных системах в части обеспечения детерминизма в реальном масштабе времени для управления машиной или процессом. В сущности, edge-контроллер должен включать следующее:

- Отдельная платформа, способная осуществлять детерминированное управление и недетерминированное применение для взаимодействия способом с тем, чтобы исключить любое случайное влияние объектов друг на друга. В идеале для применения технологии edge такая платформа может быть дополнена двумя операционными системами реального времени (OSRV) для детерминированного управления

и операционной системой общего назначения (ОСОН), например Linux.

- Эффективный язык программирования с открытым исходным кодом, такой как Python и C/C++, позволяющий гарантировать создание граничных и аналитических приложений более высокого уровня.
- Открытая и широкая платформа, позволяющая пользователям осуществлять сборку на базе уже созданных промышленных edge-приложений или создавать и развертывать собственные приложения с нуля (либо реализовать обе задачи).

Описанные выше качества edge-контроллера дают возможность пользоваться функциями платформы промышленного «Интернета вещей» на свое усмотрение. Можно начинать с малого уже сегодня и двигаться дальше. Пусть даже вы находитесь на пути к цифровой трансформации, возможности edge-контроллера позволят вам управлять машиной или процессом, пользуясь надежностью, детерминизмом и безопасностью традиционного промышленного контроллера.

## ВНЕДРЕНИЕ EDGE-КОНТРОЛЛЕРА

Рассмотрим подробнее основные соображения по вопросу внедрения edge-контроллера (рис. 1).

### Оборудование

Edge-контроллеры, как и их предшественники ПЛК/ПКА, должны обладать устойчивостью к факторам воздействия в производственной среде и в полевых условиях. К одной из главных проблем можно причислить температуру, хотя нужно также брать в расчет вибрацию, влажность и загрязнение. При добавлении ядер в ЦП повышается производительность, но выделяется больше тепла. Поэтому оборудование должно проектироваться таким образом, чтобы гарантировать бесперебойную работу при любой температуре без создания критических проблем, например с охлаждающим вентилятором.

### Детерминированное управление

Для управления любым критическим процессом в системе автоматизации требуется операционная



система реального времени с детерминированным доступом. Операционная система общего назначения не дает таких возможностей, как детерминизм и надежность, которые необходимы для любого приложения при управлении производственным процессом напрямую. Внедрение edge-контроллера с ОСРВ максимально повысит чувствительность и детерминизм контроллера в любой момент реализации процесса. Поэтому для обеспечения детерминированного управления понадобится применение ОСРВ, например VxWorks, а для граничного вычисления — ОСОН, в частности Linux.

### Виртуализация

Одним из методов граничного управления является использование процессора традиционного ПЛК в составе с сопроцессором, которые устанавливаются в один системный блок. Другим подходом предусматривается применение одного автономного контроллера edge с гипервизором реального времени для управления многоядерным процессором в отдельных виртуальных машинах (ВМ), что позволяет достигать независимости детерминированного и универсального вычисления на одной аппаратной платформе.

Гипервизор реального времени разделяет аппаратные ресурсы (ядра процессора, память и сетевые интер-

фейсы) на сегменты, передавая их на отдельные виртуальные машины, действующие, как ОС. Такая сегментация позволяет ОСРВ работать безопасным способом совместно с ОСОН, не влияя на производительность системы — иными словами, можно перезагружать ОСОН без вреда для критических процессов под управлением ОСРВ.

Благодаря этому критические элементы управления ОСРВ остаются в активном состоянии и без изменений, даже если пользователи обновляют свою аналитику edge-средствами ОСРВ, затрачивая меньше времени для лучшего понимания. При этом с точки зрения компьютерной безопасности разделение виртуальных машин позволяет упростить ограничение доступа в ОСРВ.

### Архитектура edge на базе приложений

Для многих пользователей основной функцией edge-контроллера является количество и качество приложений общего назначения, поддерживаемых стандартом edge (за исключением детерминированного управления основной функцией), которые доступны для оптимизации процесса или для управления машиной (рис. 2). Приложения общего назначения могут быть представлены в следующем сочетании:

- Визуализация машины в интерфейсе «человек-машина».

**Рис. 1. ▲** Конечные пользователи должны знать все тонкости внедрения аппаратного обеспечения, виртуализации и софта, чтобы гарантировать надежность и безопасность эксплуатации edge-контроллера. Изображения предоставлены компанией Emerson

РИС. 2. ►

Контроллер Emerson PACSystems RX3i CPL4.10 на платформе edge создает виртуальное оборудование для обеспечения работоспособности приложений, автономно разделяемых между операционными системами реального времени и общего назначения с последующей контейнеризацией программой Docker



- Протокол MQTT для подключения к облачным сервисам.
- Инструмент Node-RED для программирования и визуализации потока данных.
- Инструмент Grafana для аналитики и интерактивной визуализации данных.
- И многое другое.

Эти приложения, как правило, работают под управлением ОСОП. Однако более эффективным средством считается контейнеризация

таких приложений (упаковка прикладных программ с соответствующими файлами и зависимостями), чтобы максимально улучшить независимость и управление связями между приложениями. Подобно тому как аппаратная виртуализация обеспечивает независимое управление каждой ОС и даже ее перезапуск, платформа контейнеризации, такая как Docker, дает возможность использовать приложения для тестирования, разверты-

вания и масштабирования конфигураций.

### РАЗВИТИЕ EDGE-ТЕХНОЛОГИИ

В итоге хочется добавить, что пользователи, работающие в промышленном секторе, нуждаются в надежных edge-контроллерах для эффективного решения технологических задач. В зависимости от условий эксплуатации контроллер должен обеспечивать надежный контроль посредством детерминированного управления оборудованием в режиме реального времени (рис. 3). Такая функция должна дополняться граничными вычислениями, чтобы получать доступ к захваченным для обработки данным, производить вычисления, давать другие прикладные задачи, например визуализацию и установление связи с другими ресурсами предприятия. Контроллер edge гарантирует оптимизацию результатов на выходе.

Edge-контроллер поможет выполнить поставленные задачи, но реализация таких задач требует особого отношения, чтобы исключить возможные риски и простой оборудования. Для обеспечения максимальной производительности пользователь должен в первую очередь настаивать на внедрении промышленных edge-контроллеров с добавлением дополнительных возможностей, чтобы производить вычисления безопасным для взаимодействия способом. ●

РИС. 3. ▼

Промышленные edge-контроллеры — результат развития ПЛК/ПКА для вычисления на базе операционных систем реального времени и общего назначения

