

ИННОВАЦИИ В ОБОРУДОВАНИИ YOKOGAWA: БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КИПИА НА БАЗЕ СТАНДАРТА ПРОМЫШЛЕННОЙ СВЯЗИ ISA100.11a

Шудзи Ямамото (Центр технологий IA Foundation),
Тошиюки Эмори (Центр систем управления D&E Center),
Киэши Такаи (Центр технологий IA Foundation)

В 2010 г. компания Yokogawa выпустила первые в мире беспроводные КИПиА, основанные на стандарте беспроводной связи ISA100.11a Международного общества автоматизации (ISA) в сфере промышленной автоматизации. В статье описаны основные принципы построения и конфигурирования беспроводных систем КИПиА и интеграции беспроводных систем с распределенной системой управления (PCU) Yokogawa CENTUM VP.

Ключевые слова: беспроводные устройства, КИПиА, PCU, шлюз, конфигурирование, сети, станция управления, маршрутизатор, датчики.

Введение

После публикации технических характеристик стандарта беспроводной связи ISA100.11a Международного общества автоматизации (ISA) для автоматизации в промышленных условиях компании начали свои разработки на основе данного стандарта. Стандарт ISA100.11a обладает целым рядом преимуществ по сравнению с другими стандартами беспроводной связи: высокой надежностью, включая резервирование, масштабируемость сетей и поддержку различных протоколов промышленной автоматизации (табл. 1)¹.

Концепция завода будущего VigilantPlant (www.yokogawa.com) была создана Yokogawa как видение управленческого решения, реализующего идеальные принципы управления процессами на предприятиях заказчиков. Для формирования условий, позволяющих заказчикам выбрать наилучшие КИПиА, созданные на основе этой концепции, в мае 2009 г. Yokogawa объявила о разработках, направленных на продвижение международной стандартизации и распространение стандарта беспроводной связи ISA100.11a, а в июне 2010 г. Yokogawa выпустила первые в мире беспроводные КИПиА и оборудование для беспроводных систем, основанное на данном стандарте.

Рассмотрим основные характеристики стандарта ISA100.11a, мероприятия, реализованные компанией Yokogawa для распространения данного стандарта, принципы построения систем управления на основе беспроводных устройств, включая PCU Yokogawa CENTUM VP.

¹ В ISA 100.11a используется сетевой уровень модели OSI на базе протокола 6 LoWPAN (RFC4944), то есть предусмотрена 128-битная IPv6-адресация полевых устройств, которая в основном применяется на сетевом уровне магистральных маршрутизаторов или шлюзов. Внутри беспроводной сети используется укороченный 16-битовый адрес EUI (без инкапсуляции и компрессии IP-заголовка в рамках одной беспроводной сети и с инкапсуляцией и компрессией IP-заголовка при наличии двух или более беспроводных сетей). Укороченная EUI-адресация и маршрутизация полевого беспроводного оборудования осуществляется на сетевом уровне в рамках одной беспроводной сети.

На прикладном уровне модели OSI в стандарте ISA100.11a для проектирования приложений используется концепция объектно-ориентированной модели.

² Протокол связи, представленный Yokogawa, в котором цифровые сигналы накладываются на аналоговые сигналы 4...20 мА

³ HART – аббревиатура Highway Addressable Remote Transducer – протокол связи для промышленных датчиков, представленный HART Foundation

⁴ Протокол связи для шин fieldbus, представленный Fieldbus FOUNDATION

⁵ Аббревиатура Process Field Bus. Протокол связи для шин fieldbus для автоматизации предприятий, представленный PROFIBUS & PROFINET International

Беспроводные технологии КИПиА в инновационном оборудовании

Технологии обмена данными между КИПиА и системами управления начинались с аналоговой связи 4...20 мА, которая впоследствии развилась до гибридной связи – Brain² и HART³, и до цифровой связи – FOUNDATION Fieldbus⁴ и PROFIBUS⁵, и наконец, до беспроводной связи, представленной стандартом ISA100.11a.

Гибридные и цифровые технологии связи позволили значительно увеличить объем информации, используемой в процессе управления предприятиями, и внедрить инновации в оборудование. Управление ресурсами, профилактическое (планово-предупредительное) техническое обслуживание и т.д. реализуется на основе подробной информации, включающей различные параметры процесса и результаты диагностики, передаваемые с устройств на системы верхнего уровня, такие как PCU и системы управления ресурсами.

Беспроводные технологии КИПиА, позволяющие осуществлять беспроводной обмен данными между КИПиА и системой управления, способствуют дальнейшему внедрению инноваций в оборудование. Беспроводной обмен данными имеет ряд преимуществ, например, возможность снижения затрат на проводку и проектирование, возможность установки устройств в тех местах, где прокладывание проводки было бы затруднительным, более простое добавление/удаление устройств. Перечисленные преимуще-

Таблица 1. Сравнительные характеристики беспроводных стандартов

	ZigBee 2007	Bluetooth	Wi-Fi	Wireless HART	ISA 100.11a
Стандарт	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4-2006	IEEE 802.15.4-2006
Радио-диапазон, ГГц	2,5	2,4	2,4/5,8	2,4	2,4
Скорость обмена данными, бит/с	250 к	2,1 М	10...105 М	250 к	250 к
Дальность, м	10...100	10...100	10...100	10...200	600
Потребление	Очень низкое	Среднее	Высокое	Низкое	Низкое
Модуляция	O-QPSK with DSSS	FHSS	DSSS, FHSS, OFDM	O-QPSK with DSSS	OQPSK with DSSS
Шифрование	AES-128	SAFER+	WEP, WPA, WPA2	AES-128	AES-128

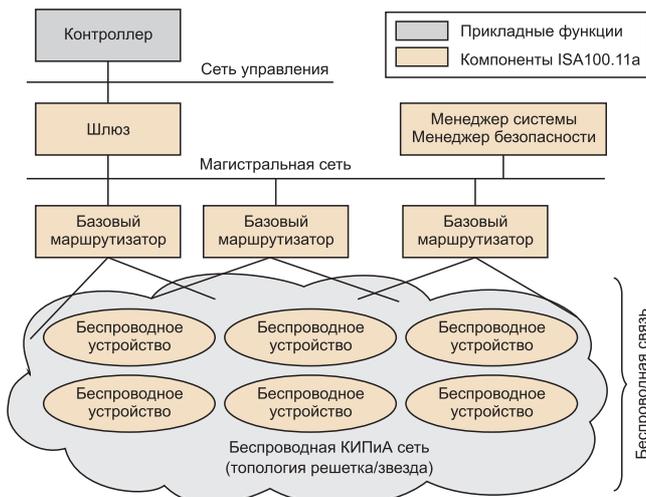


Рис. 1. Конфигурация системы, основанной на стандарте ISA100.11a

ства позволяют создавать технические решения, которые были бы невозможными без применения беспроводной связи. Беспроводные технологии продолжают эволюционировать, и оборудование, использующее их, также развивается.

Стандарт ISA100.11a Деятельность по внедрению стандартизации ISA

Для продвижения и широкого распространения стандарта беспроводной связи ISA100.11a в промышленной автоматизации Комитет ISA100 учредил специальные рабочие группы (WG), состоящие из представителей производителей, а также пользователей КИПиА. Такие группы разрабатывают стандарты беспроводной связи, основываясь на требованиях конечных заказчиков.

Одна из рабочих групп занимается разработкой технических требований стандарта ISA100.11a, другая — определяет способы совместимости со стандартом

WirelessHART⁶ и такими стандартами обмена данными, как Wi-Fi⁷. Также существуют рабочие группы, занимающиеся отслеживанием ресурсов и определением интерфейса питания для беспроводных устройств. Эти группы исследуют аспекты использования беспроводной связи в промышленной автоматизации.

В результате проведенной работы в сентябре 2009 г. ISA опубликовало стандарт беспроводной связи ISA100.11a для промышленной автоматизации.

Участие группы Yokogawa в деятельности по стандартизации

Будучи одним из основателей и членом правления Комитета ISA100, а также Института соответствия беспроводной связи ISA100 (WCI), распространяющего стандарт ISA100, корпорация Yokogawa играет ключевую роль в деятельности по распространению данного стандарта, включая разработку условий для сертификации устройств, обеспечивающих функциональную совместимость ISA100.11a, разработку технических требований к внедрению и поддержку дальнейшего развития продукции.

WCI — это некоммерческая организация, которая предоставляет поддержку ISA100 в части сертификации и контроля, обучения и технической поддержки, занимается продвижением и распространением стандарта ISA100, помогая поставщикам и пользователям снизить затраты времени и денежных средств, сократить риски, связанные с разработкой и внедрением продукции ISA100. Группа Yokogawa способствует развитию взаимоотношений между поставщиками WCI, а также продвижению и распространению ISA100, следуя установленной процедуре сертификации WCI, обновляя комплекты для тестирования и документацию WCI.

Конфигурация системы, основанной на стандарте ISA100.11a

На рис. 1 показана типовая конфигурация беспроводной системы КИПиА, основанной на стандарте ISA100.11a. Беспроводное устройство имеет возможность обмена данными без использования проводных соединений, шлюз служит интерфейсом между беспроводной сетью и приложениями, которые выполняют функцию шлюза для систем управления верхнего уровня, таких как распределенная система управления (PCY). Базовый маршрутизатор соединяет беспроводные устройства между собой и беспроводное устройство со шлюзом. Как показано на рисунке, существует возможность создания дополнительных (резервных) путей связи между контроллером и беспроводными устройствами посредством множества

⁶ Протокол беспроводной связи для оборудования, представленный HART Foundation

⁷ Wi-Fi — аббревиатура Wireless Fidelity, указывающая на то, что взаимодействие между беспроводными LAN устройствами сертифицировано Wi-Fi Alliance

базовых маршрутизаторов; также возможно установить множественные каналы связи между беспроводными устройствами и базовым маршрутизатором. Стандарт ISA100.11a определяет большинство основных функций, позволяющих повысить надежность передачи данных в системах управления, использующих беспроводную связь.

Основные принципы беспроводных систем КИПиА Yokogawa

Идеология компании Yokogawa при разработке беспроводных систем, использующих стандарт ISA100.11a, основывается на трех принципах:

- гарантированный контроль – применительно к управлению;
- гарантированное питание – обеспечение различных требований к электропитанию;
- гарантированное будущее – обеспечение поддержки будущих изменений в системе управления.

Гарантированный контроль

На заре применения беспроводной связи для КИПиА данная технология вводилась для таких задач, как регистрация данных, обслуживание и мониторинг, при которых не требовался быстрый отклик в реальном времени (РВ) и высокая надежность передачи данных. Такие задачи соответствовали классам 3...5 согласно классификации, разработанной Комитетом ISA100 (табл. 2).

Кроме того, основные функции и характеристики ISA100.11a могут использоваться для реализации беспроводного обмена данными при управлении ТП, когда требуется быстрый отклик системы в РВ и высокая надежность в соответствии с классами 1 и 2 (табл. 2).

Используя принцип гарантированного контроля, Yokogawa разработала беспроводную инфраструктуру, которая подходит для автоматического регулирования непрерывных процессов, соответствующих классам 2...5; разрабатывает решение для осуществления периодического управления классом 1 – критически важным классом управления для непрерывных процессов.

Стандарт ISA100.11a содержит рекомендации, применимые для создания систем управления, функционирующих в РВ и с высокими требованиями по надежности:

- применение стандарта IEEE802.15.4 в качестве физического уровня, предназначенного для беспроводных сенсорных сетей с низким потреблением электроэнергии;
- метод коллективного доступа с временным разделением (TDMA) для обеспечения отклика в РВ;
- адаптивное переключение, позволяющее включать каналы связи с низкой надежностью;
- составление "черных списков" каналов, создающих помехи для прочих беспроводных каналов связи;
- топология типа "сеть" для резервирования каналов;

Таблица 2. Классы использования согласно комитету ISA100

Безопасность	Класс 0: Аварийные действия	Важность малого времени отклика возрастает ↑
Управление	Класс 1: Регулирование замкнутого контура	
	Класс 2: Контроль замкнутого контура	
	Класс 3: Управление открытым контуром	
Мониторинг	Класс 4: Сигналы уведомления (выполнение кратких последовательностей операций)	
	Класс 5: Регистрация данных	

- двойная передача данных на два базовых маршрутизатора одновременно от беспроводного устройства для повышения надежности передачи данных;
- временная синхронизация по международному атомному времени (TAI: Международное атомное время);

• использование TAI в качестве текущего времени (создание временных данных для каждого запроса аутентификации), необходимого для шифрования.

Yokogawa не только использует перечисленные рекомендации, но и развивает их. Так, ведется работа над резервированием для базового маршрутизатора, узлов управления системой и безопасностью, оптимизацией каналов связи и управления каналами. Кроме инфраструктуры беспроводного обмена данными Yokogawa разрабатывает алгоритмы управления беспроводным оборудованием в промышленных условиях и применяет беспроводную связь в процессах управления, имеющих более высокие требования к времени отклика и надежности.

Гарантированное питание

Беспроводные КИПиА используют для питания батареи, что позволяет наилучшим образом реализовать все преимущества беспроводной связи, но при этом батареи требуют регулярной замены. Важнейшей проблемой является снижение потребления электроэнергии при измерении и обмене данными и одновременное увеличение скорости передачи данных.

• Литий-тионил-хлоридные батареи были выбраны поскольку для них имеются серьезные наработки в области исследования разрядных кривых; эти батареи поставляются большим числом компаний, поэтому нет ограничений по выбору поставщиков; кроме того, они хорошо зарекомендовали себя в промышленности.

• Батареи типа D с наибольшей емкостью были выбраны для увеличения допустимой мощности, что особенно важно для высокопроизводительных беспроводных систем КИПиА.

• Батарейные блоки позволяет осуществлять замену батарей во взрывоопасных зонах.

В будущем Yokogawa планирует разработать технологию питания, основанную на использовании естественных источников электроэнергии, таких как солнечная энергия, разность температур и вибрации, и таким образом повысить эффективность беспроводных систем.

усовершенствования беспроводных технологий и использование протоколов беспроводной связи с различными характеристиками. Yokogawa также рассматривает возможности изменения стандартов физического уровня или добавление дополнительных функций.

Конфигурация беспроводной системы КИПиА

Беспроводная связь позволяет устанавливать КИПиА с небольшими затратами в областях, где использование проводных устройств было бы невозможно ввиду физических особенностей и высокой стоимости. Такое решение позволяет расширять спектр операций, выполняемых системой, обеспечить возможности мониторинга и управления устройствами из центральной аппаратной. Это помогает снизить объем работ, сокращая затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Взаимодействие беспроводных устройств с РСУ CENTUM VP

Подключение беспроводной системы КИПиА к РСУ CENTUM VP позволяет оператору отслеживать данные процессов беспроводных устройств. Кроме того, оператор может выявлять ошибки в работе КИПиА и беспроводных сетях благодаря сигнализации.

Беспроводные системы КИПиА могут подключаться к CENTUM VP двумя способами: через станцию управления КИПиА (FCS) и через шлюз общей подсистемы (GSGW). При подключении к FCS пакет коммуникационного ПО YFGW (для ALE111) устанавливается на FCS, и связь с беспроводным интегрированным шлюзом КИПиА осуществляется через модуль связи Ethernet (ALE111). При подключении к GSGW требуется сервер OPC для беспроводных КИПиА. На рис. 2 и 3 показаны конфигурации систем для данных подключений.

Рассмотрим основные компоненты системы.

- *Интегрированный беспроводной шлюз КИПиА YFGW710* обеспечивает соединение беспроводных КИПиА с хост-системой, функции менеджера системы, менеджера безопасности и базового маршрутизатора, заданных стандартом ISA100.11a. Обмен данными с системой верхнего уровня осуществляется с использованием протоколов Modbus/TCP, который является встроенным протоколом обмена данными наряду с Ethernet TCP/IP.

Беспроводной конфигуратор КИПиА и модуль управления КИПиА, поставляемые с YFGW710, используются для построения и управления беспроводной сетью КИПиА. ПК, на котором установлено ПО, подключается к YFGW710 посредством Ethernet.

Беспроводной конфигуратор КИПиА – ПО для настройки и обслуживания беспроводных сетей КИПиА.

Беспроводной модуль управления КИПиА – ПО для управления и мониторинга рабочего состояния беспроводных сетей КИПиА и инструментов.

- *Беспроводные устройства КИПиА.* Yokogawa выпустила на рынок датчики давления/перепада давлени-

ния серии EJX-B, преобразователь температуры YTA510 и интегрированный полевой беспроводный шлюз для сетей полевых датчиков.

- *Универсальный мастер управления устройствами FieldMate (www.yokogawa.com)* – это ПО для настройки параметров КИПиА. В беспроводных системах КИПиА в дополнение к стандартным параметрам необходимо настраивать параметры для конфигурации и подключения к беспроводной системе КИПиА. Данная функция была добавлена в существующее ПО FieldMate в связи с разработкой новой беспроводной системы КИПиА. Обмен данными с помощью FieldMate осуществляется через ИК-порт.

- *Сервер сетевого протокола службы времени NTP* управляет настройками времени в беспроводной системе КИПиА.

- *Менеджер ресурсов КИП PRM (www.yokogawa.com)* – это пакет ПО для управления устройствами и оборудованием в режиме on-line. Пакет PRM позволяет операторам наблюдать за беспроводными устройствами, управлять ими и устанавливать для них параметры. Данные функции были добавлены в существующие менеджеры ресурсов в связи с использованием протоколов беспроводной связи.

- *Сервер OPC беспроводных устройств.* ПО данного сервера было разработано специально для использования в беспроводных системах КИПиА, обеспечивая интерфейс на основе стандарта OPC (OPC: OLE для управления процессом). Совместное использование ПО данного сервера и интегрированного беспроводного шлюза КИПиА позволяет подключить беспроводную систему КИПиА к хост-системе через интерфейс OPC.

- *Пакет коммуникационного ПО YFGW (для ALE111)* загружается на станцию управления КИПиА (FCS) и используется для подключения беспроводных систем КИПиА к CENTUM VP FCS (связь подсистем). ALE111 и интегрированный беспроводной шлюз КИПиА соединяются через Ethernet и обмениваются данными с помощью протокола Modbus/TCP. Для ALE111 доступна конфигурация с двойным резервированием.

Интерфейс хост-машин с беспроводными КИПиА

На рис. 4 показаны хост-интерфейсы для доступа к беспроводным устройствам. Беспроводной интегрированный шлюз КИПиА YFGW710 может работать с использованием интерфейса Modbus/TCP и позволяет устройствам и системам, поддерживающим протокол Modbus/TCP, получать доступ к данным беспроводных КИПиА. Например, автономные контроллеры Yokogawa STARDOM FCN и FCJ и сетевые станции сбора данных серии DAQSTATION DX2000 поддерживают интерфейс Modbus/TCP и могут получать доступ к данным беспроводных устройств.

Сервер OPC беспроводных КИПиА позволяет осуществлять подключение посредством OPC, таким образом расширяя диапазон возможностей доступа к данным. Это позволяет клиентам OPC, таким как ПО

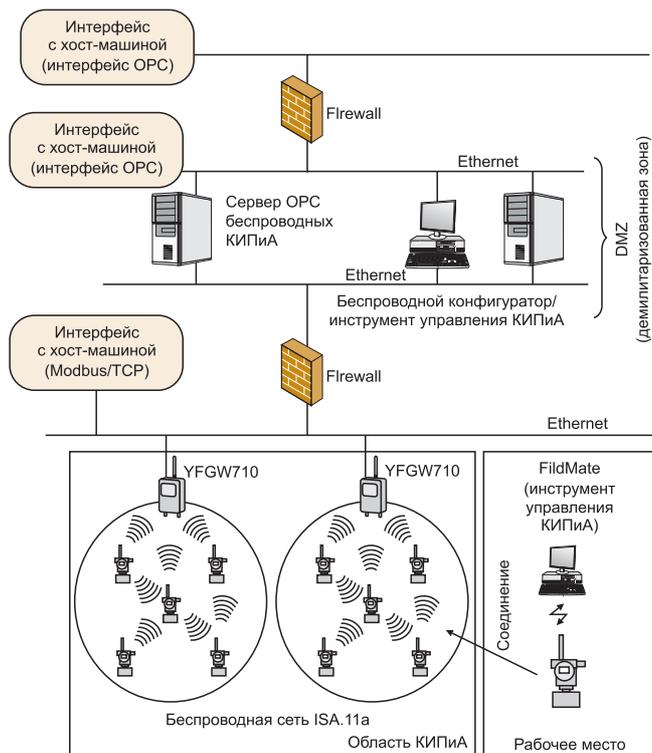


Рис. 4. Интерфейсы хост-машин для беспроводных устройств КИПиА

Yokogawa SCADA FAST/TOOLS, контролировать данные процесса и получать доступ к параметрам беспроводных устройств. Сервер OPC рекомендуется устанавливать в демилитаризованных зонах (DMZ), защищенных брандмауэром (firewall) с двух сторон, во избежание несанкционированного проникновения в систему управления из области КИПиА и со стороны системы управления.

Проектирование беспроводной сети КИПиА

Среда проектирования систем автоматизации компании Yokogawa позволяет пользователям снизить расходы на проектирование и сроки реализации беспроводных систем КИПиА, а также упростить процедуры их обслуживания после ввода в эксплуатацию.

Далее приведены типовые рекомендации для построения беспроводных систем КИПиА.

Установка параметров сетевых устройств. Для обеспечения достаточного уровня безопасности беспроводной системы и подключения устройств к беспроводной сети КИПиА, не прерывая работы системы, была разработана следующая процедура подключения устройств: сначала проводится установка параметров для беспроводных устройств в режиме off-line, а уже потом подключение их к сети.

Заранее необходимо установить не только обычно используемые параметры КИПиА, но и параметры для подключения устройств к беспроводной сети во избежание фальсификации данных или проникновения в систему сторонних лиц. Установка перечисленных параметров выполняется с помощью установленного на ПК ПО FieldMate, которое соединяет беспроводные устройства через ИК-порт. Устройства, для которых не были установлены данные параметры или они были установлены неверно, не допускаются до подключения к беспроводной сети.

Построение беспроводной сети. Компоненты, составляющие беспроводную сеть, а именно YFGW710 и отдельные беспроводные КИПиА, обменивающиеся с ней данными, должны быть зарегистрированы в беспроводной сети. Это осуществляется с помощью беспроводного конфигуризатора КИПиА, прилагаемого к интегрированному беспроводному шлюзу КИПиА.

Настройка хост-системы. Хост-система требует настройки для осуществления доступа к беспроводным устройствам через интерфейс Modbus/TCP или OPC. Эти оба интерфейса широко используются, так что функции настройки для них уже доступны во многих устройствах и системах. Как и ранее, для выполнения настройки не требуется никаких дополнительных инструментов.

Заключение

Сфера деятельности компании Yokogawa затрагивает не только системы управления, устройства управления и КИПиА, но включает также измерительные приборы и решения, использующие беспроводные измерения. На основе данных технологических ресурсов, учитывая быстро развивающиеся беспроводные технологии, Yokogawa обеспечивает своим заказчикам поддержку в широком спектре областей: от построения систем до решений и на всех этапах жизненного цикла предприятия.

В подтверждение этому в 2010 г. Yokogawa выпустила первые в мире КИПиА для беспроводных систем на основе ISA100.11a. Кроме того, Yokogawa добавила в PCU CENTUM VP функции, позволяющие строить системы с помощью данных устройств и оборудования, и выпустила OPC-сервер для беспроводных КИПиА.

Yokogawa надеется помочь своим заказчикам повысить производительность за счет новых цифровых технологий КИПиА, в которые будут органично встраиваться КИПиА с использованием всех преимуществ беспроводных и существующих проводных технологий. Yokogawa будет продолжать разработку продуктов, обращая особое внимание на использование беспроводной связи в управлении непрерывными процессами, требующими передовых технологий управления.

Шудзи Ямато, Киеши Такаи — сотрудники главного управления промышленной автоматизации Центра технологий IA Foundation,
Тошиюки Емори — сотрудник главного управления промышленной автоматизации Центра систем управления D&E Center.

Контактный телефон (495) 737-78-68.

[Http://www.yokogawa.com](http://www.yokogawa.com) www.yokogawa.ru