

УДК 49.37, 28.21.27

А. Д. Байтимиров, М. Л. Шустрова

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, беспроводные устройства, протокол передачи данных, ISA 100.11a, WirelessHart.

В статье рассмотрены особенности организации систем автоматизированного управления на основе беспроводных устройств. Приведен обзор производителей средств автоматизации, обеспечивающих беспроводную передачу данных, а также анализ протоколов передачи данных ISA 100.11a и WirelessHart. Рассмотрены используемые топологии сетей, используемых для организации беспроводных сетей систем управления.

Keywords: automated control systems, wireless automation equipment, ISA 100.11a, data transmission protocols, Wireless Hart.

The paper describes features of the automated control systems on the basis of wireless devices. The review of the wireless automation equipment producers and ISA 100.11a and WirelessHart data transmission protocols analysis of is provided. The wireless networks topologies used for the control systems organization is considered.

Введение

В настоящее время задача построения распределенных систем сбора данных и мониторинга технологических процессов как никогда актуальна в самых различных областях деятельности человека. Применение проводных систем не всегда эффективно из-за высокой стоимости монтажных и пусконаладочных работ, а также технического обслуживания. Кроме того, в некоторых ситуациях установка проводных датчиков вообще невозможна по технологическим или организационным причинам. Достоинствами беспроводных датчиков являются минимальные ограничения по их размещению, возможность внедрения и модификации сети таких датчиков на эксплуатируемом объекте без вмешательства в процесс функционирования, надежность и отказоустойчивость всей системы в целом при нарушении отдельных соединений между узлами.

Практическое использование беспроводных датчиков с автономным электропитанием долгое время сдерживалось низкой надежностью радиоканала по сравнению с проводным соединением, высокими стоимостью и энергопотреблением [1]. Сейчас, благодаря развитию элементной базы, миниатюризации интегральных микросхем и появлению новых технологий передачи информации, беспроводные датчики и основанные на них системы сбора данных и мониторинга стали реальностью и применяются во многих сферах деятельности человека.

Беспроводные устройства

Производство беспроводных приборов КИП является перспективным направлением развития крупнейших компаний по производству и внедрению средств автоматизации. У каждой крупной компании предлагающей готовые решения автоматизации производств есть своя линейка беспроводных приборов КИП.

Однако при разработке данных устройств компании-производители столкнулись с необходимостью выбора протокола передачи данных для беспроводных приборов. В результате этого возник-

ло деление на два лагеря: приборы, работающие по протоколу ISA 100.11a и WirelessHart [2]:

1. Компании Yokogawa, Honeywell, Nivis, Access, Gastronics, Wilson Mohr поддержали разработку стандарта ISA 100.11a, были выпущены соответствующие линейки беспроводных приборов, которые были проверены на совместимость 19 сентября, 2009 на заводе ARKEMA в Кросби, штат Техас.

2. Разработку стандарта WirelessHart предложили в начале 2004 года, и он был подготовлен 37 компаниями, входящими в Фонд HART Communications (HCF), среди которых ABB, Emerson, Endress+Hauser, Pepperl+Fuchs, Siemens. Протокол WirelessHART был утвержден на голосовании 210 членами HCF, затем одобрен советом директоров HCF и представлен рынку в сентябре 2007 года.

Топология систем управления с использованием беспроводных сетей

Все системы управления технологическими процессами использующие в своей структуре беспроводные технологии строятся по одному принципу. Топология представлена на рисунке 1.

Станция оператора технолога или инженерная станция 1, используя протокол Ethernet, общается с контроллером системы управления 2, который, в свою очередь, соединяется со шлюзом беспроводной сети 3. Шлюз является точкой входа для передачи данных от беспроводных приборов, которые затем преобразовываются в формат, совместимый с другими системами. Тут происходит разделение. При использовании WirelessHart в качестве протокола связи между контроллером и шлюзом может использоваться исключительно протокол HART. Преимуществом ISA 100.11a является отсутствие этой жесткой привязки, в качестве протокола связи в данном случае возможно использование всевозможных протоколов, таких как Foundation Fieldbus, Profibus, Modbus RTU, Modbus TCP, а так же упомянутый выше HART протокол. Далее связь осуществляется по беспроводному каналу связи со всеми

беспроводными датчиками 4 и беспроводными исполнительными механизмами 5.

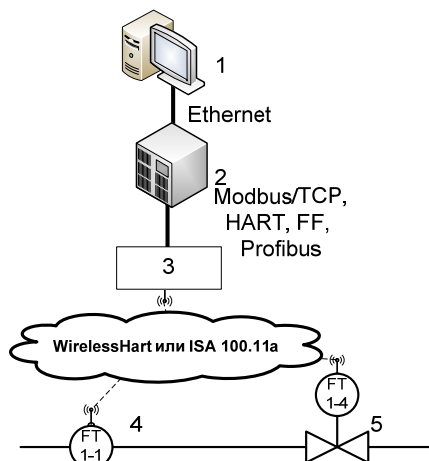


Рис. 1 - Организация системы управления с использованием беспроводных сетей: 1 - станция оператора технолога или инженерная станция, 2 - контроллер системы управления, 3 - шлюз беспроводной сети, 4 - беспроводные датчики, 5 - беспроводные исполнительные механизмы

Топологии беспроводных сетей

Беспроводные сети организуются на двух основных топологиях:

1. Mesh network – самоорганизующиеся ячеистые сети;
2. Звезда – жестко заданная сеть.

Самоорганизующиеся ячеистые сети (Mesh network) образуются на основе множества соединений типа «точка–точка», находящихся в области радиопокрытия друг друга (рис. 2).

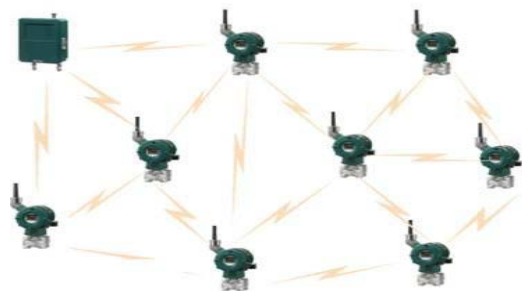


Рис. 2 - Ячеистая топология

Такая технология позволяет беспроводным полевым приборам самостоятельно взаимодействовать друг с другом. Ключевыми преимуществами ячеистых сетей являются: автоматическое соединение между датчиками и способность любого датчика выполнять функции транзитной передачи данных для других участников сети. Сеть на основе ячеистой топологии надежна, обладает большой пропускной способностью. Высокая надежность обеспечивается наличием резервных маршрутов передачи данных: при выводе одного из датчиков из эксплуатации данные будут передаваться в обход по резервному пути, если этот датчик не являлся ключевым в этой ветке. Использование нескольких альтернативных маршрутов повышает пропускную

способность сети. Снижение энергопотребления достигается снижением мощности сигналов посредством передачи данных через большее число узлов, разделенных меньшими расстояниями.

В условиях ячеистой архитектуры, разработчикам удалось добиться максимальной эффективности энергопотребления радиопередатчиков. Данный показатель является одним из ключевых при разработке беспроводных полевых устройств. Срок службы батарей в условиях ячеистой архитектуры сети, реализованной компанией, может достигать 10 лет при ежеминутном обновлении. Самоорганизующиеся сети поддерживают автоматическую реорганизацию сети: функция ретрансляции на полевом устройстве для обеспечения оптимальной коммуникации и распределения энергии при необходимости активируется автоматически. Беспроводные сети автоматически перераспределяют трафик, обеспечивая оптимальный баланс таких параметров, как надежность, срок службы батареи и производительность.

Топология звезда может быть подразделена на следующие классы:

1. звезда – с двумя транзитными участками;
2. звезда с резервированием - поддерживающая расширяемость.

Топология «звезда» представляет собой централизованную систему, в которой каждое полевое устройство связывается с одной общей точкой доступа (шлюзом) напрямую. Каждый полевой прибор должен иметь прямую видимость со шлюзом, поэтому при добавлении нового устройства в сеть необходимо обеспечить прямую видимость как минимум с одной точкой доступа (рис. 3).



Рис. 3 - Топология «звезда»

При появлении преграды на пути следования радиосигнала датчика либо вследствие интерференции с посторонними сетями связь с датчиком может быть потеряна. Потеря связи и плохой сигнал сказываются не только на целостности и своевременности получаемой информации, но и на жизненном цикле батареи питания. Устройство при потере связи производит множественные повторные попытки передачи данных вне зависимости от настроенного времени обновления. Поэтому при выборе такой среды специалист должен учесть все возможные факторы. При отсутствии проблем данная схема обеспечивает детерминированный путь связи, малое запаздывание, долгий срок службы батареи, а так же простоту техобслуживания и устранения проблем и неисправностей.

Для повышения надежности и масштабируемости данной схемы используют схему «звезда» с резервированием, показанную на рисунке 4.

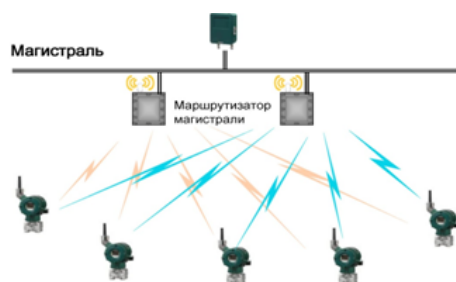


Рис. 4 - Топология «звезда» с резервированием

Безопасность и надежность

Для повышения надежности и безопасности передачи данных используется технология скачкообразной смены несущей частоты (FHSS) позволяет предотвратить интерференцию с сетями, работающими на этой же частоте. Преимущества скачкообразного изменения очевидны: поскольку передатчик периодически меняет частоту передачи данных, то только настроенный по такому же алгоритму приемник способен принять информацию. Приемник должен иметь аналогичную псевдослучайную последовательность принимаемых частот, чтобы в нужное время получить сигнал передатчика на правильной частоте. Таким образом, конфликт с посторонними устройствами аналогичной частоты исключен. Для защиты информации от подслушивания используется технология расширения спектра (DSSS) — распределение узкополосного сигнала по большей полосе за счет добавления псевдослучайной последовательности битов. Эта технология позволяет уменьшить мощность полезного сигнала на каждой конкретной частоте. Таким образом, без демодулирования посторонними устройствами сигнал будет восприниматься как шум. Это позволяет не только защитить информацию от несанкционированного доступа, но и снизить влияние радиосети на другие радиоустройства предприятия.

Выводы

Использование современных беспроводных систем обеспечивает высокую надежность и точность управления процессами, в ряде случаев являясь экономически более выгодной альтернативой проводным системам. Основными протоколами передачи данных, для работы с которыми разрабатываются линейки аппаратного обеспечения наиболее весомых производителей измерительных приборов, являются стандарты ISA 100.11a и WirelessHart. Передача информации по WirelessHart осуществляется исключительно по Hart-протоколу, в то время как ISA 100.11a подразумевает также возможность передачи по Foundation Fieldbus, Profibus, Modbus RTU, Modbus TCP и др. Методы организации измерительных сетей при этом остаются универсальными, подходящими как для WirelessHart, так и для ISA 100.11a. Для повышения надежности и информационной безопасности беспроводных систем существует множество разработок, включающих технологии частотного кодирования информации.

Литература

1. Богданов С.П. Перспективы и проблемы применения беспроводных датчиков с автономным питанием. / С.П. Богданов, О.О. Басов// Доклады ТУСУРа, 2012.- № 2 (26), ч. 1. – С.231-238.
2. Mark Nixon. A Comparison of WirelessHART and ISA100.11a. - Preliminary A, July 1, 2012. – P.113-1123.
3. Тагиров. Д.Н. WirelessHart – единственный беспроводной протокол связи, удовлетворяющий требованиям рынка АСУТП. / Тагиров. Д.Н.// Технические средства автоматизации. – 2013. – №8 - С.56-58.
4. И.А.Абдуллин, А.И.Туюшева, Е.Л.Матухин. Внутрифирменное обучение персонала бережливому производству как ресурс развития промышленного предприятия. // Вестник Казанского технологического университета. - 2013.-№5.- С.269-273.
5. Замалетдинова Э.Ю. Автоматизированная систем управления процессом ректификации легкой фракции эпоксида с помощью PCU CENTUM VP/ Э.Ю.Замалетдинова, А.Д. Байтимиров // Вестник Казанского технологического университета. -2014.-№3.- С.303-306.

© А. Д. Байтимиров - магистрант гр.812-M1 КНИТУ; М. Л. Шустрова - к.т.н., ст. препод. каф. автоматизированных систем сбора и обработки информации КНИТУ, shu.ma@bk.ru.

A. D. Baytimirov - Master's degree student, Automated systems of obtaining and information processing department, KNRTU; M. L. Shustrova - Ph.D in Science, Assistant Professor, Automated systems of obtaining and information processing department, KNRTU, shu.ma@bk.ru.