

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE

Метейко В.А., магистрант; Червинский В.В., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Беспроводные технологии в повседневной жизни применяются очень широко. Через Wi-Fi, 3G и 4G осуществляется доступ в Интернет, передача мультимедиа, в корпоративных сетях для телефонной связи пользуется DECT, для широких слоев населения - GSM-телефония. Уход от проводов дает массу преимуществ: быстроту и легкость развертывания, реструктуризацию и масштабируемость сетей, мобильность, уменьшение расходов на прокладку кабелей связи, общую эстетичность помещений, в которых больше не лежат спутанные провода.

Кроме того, благодаря беспроводным технологиям, можно разворачивать сети передачи данных в местах, в которых невозможно проложить кабель, например, в силу особенностей конструкции, по соображениям безопасности или по каким-либо другим причинам.

Но если в повседневной жизни внедрение беспроводных технологий происходит одновременно с техническими разработками, то в промышленности прокладка кабельных линий до сих пор является основным способом обеспечения связи с объектами. При этом прокладка кабельных линий является довольно трудоемким и затратным процессом. Поэтому довольно часто в промышленных условиях возникает необходимость быстрой разработки и развертывания беспроводной сети, потребляющей энергию в небольших количествах, например, сеть беспроводных датчиков.

Анализ беспроводных технологий показал, что современные высокоскоростные технологии, такие как Wi-Fi, Wi-Max, Bluetooth, Wireless USB предназначены в первую очередь для обслуживания компьютерной периферии и устройств мультимедиа. Они оптимизированы для передачи больших объемов информации на высоких скоростях, работают в основном по топологии «точка-точка» или «звезда» и малоприспособлены для реализации сложных разветвленных промышленных инфокоммуникационных сетей с большим количеством узлов.

Большинство требований, предъявляемых к беспроводным промышленным сетям, достигаются благодаря использованию технологии Zig-Bee, которая имея невысокие скорости передачи данных и расстояния между узлами, обладает важными, с точки зрения применения в промышленности, преимуществами.

Сеть на базе технологии Zig-Bee включает 3 типа устройств:

Координатор (COO) – устройство, которое организует сеть. Участвует в процессе мониторинга и маршрутизации трафика, а также является одновременно доверительным центром (trust-центром). Доверительный центр устанавливает политику безопасности и задает параметры во время подключения устройства к сети. Координатор всегда находится в активном режиме, из-за чего устройство должно быть подключено к стационарному источнику питания.

Роутер (FFD) – устройство, которое при подключении имело тип FFD (полнофункциональное устройство). Как и координатор, такое устройство участвует в маршрутизации сетевого трафика

Перечисленные устройства выступают в качестве родительских узлов для конечных устройств. Максимальное число дочерних узлов у роутера или координатора может достигать 32. Родительские устройства отвечают за прием и хранение сообщений для конечных устройств, которые подключены к ним. Конечные устройства, в свою очередь, общаются с сетью через родителей. Каждый раз, когда новое конечное устройство

подключается к сети, или же когда старое переподключается, для него определяется родитель, который делает запись в специальной таблице дочерних устройств. В этой таблице хранится короткий и длинный адрес дочернего узла и его тип.

Спящее конечное устройство (SED). Такие устройства большую часть времени проводят в режиме сна и могут работать от батарейного источника питания длительное время. Определение «длительного времени» здесь зависит от приложения, но если рассмотреть пример с беспроводным ZigBee выключателем, то срок работы такого устройства от одного комплекта дисковых батареек может составить 2-3 года. Такие устройства выходят из спящего режима только по какому-либо внешнему событию (по прерыванию от таймера, чтобы оцифровать показания датчика; по нажатию на кнопку и т.д.) или же когда пришло время отправлять пакет данных.

Рассмотрим пример развертывания беспроводной сети датчиков в условиях промышленного цеха (рис. 1).

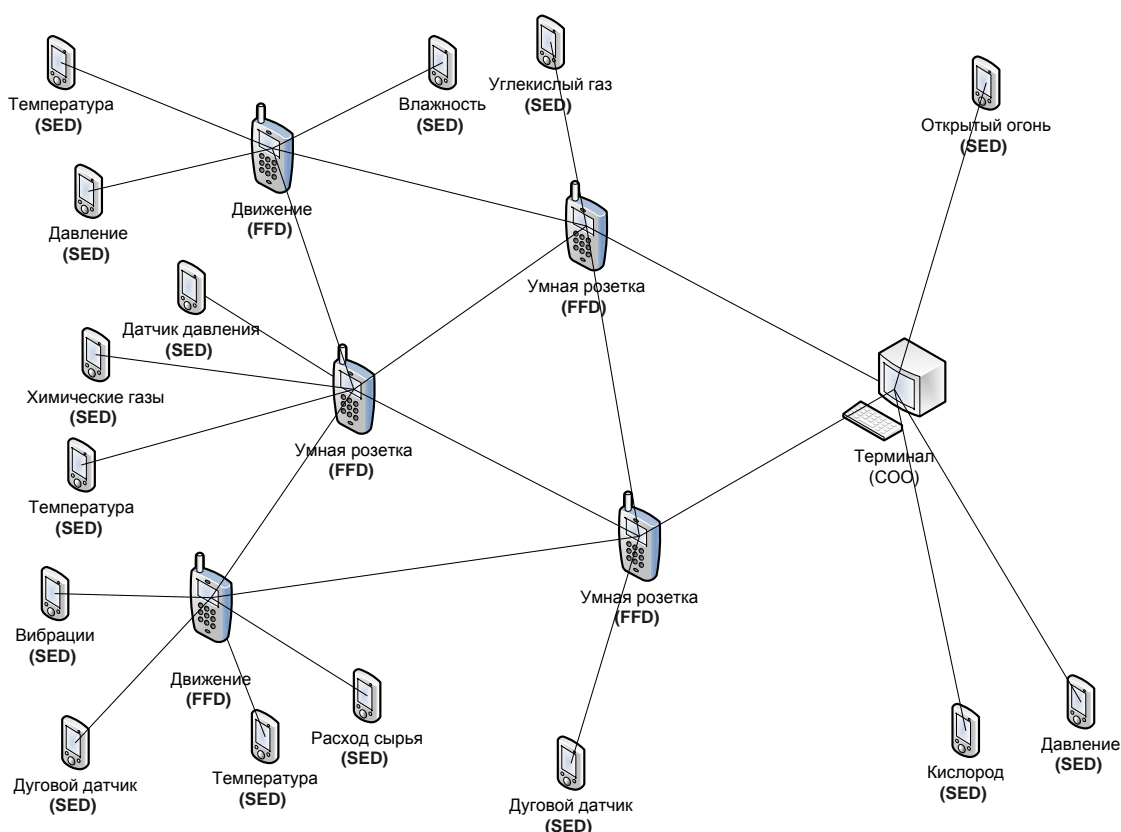


Рисунок 1 – Схематичное расположение устройств беспроводной сети ZigBee в промышленном цеху

В схеме рис. 1 присутствуют следующие датчики:

– датчик температуры. Измеряет температуру, при высоких значениях координатор передает команду на устройство, отвечающие за контроль температуры (задвижка вентиляции, охладительные устройства);

– датчик давления. В закрытом производстве некоторых деталей, под большим (малым) давлением, важно поддерживать необходимое давление, либо контролировать утечки;

– датчик углекислого газа. Для безопасности персонала датчики контролируют уровень углекислого газа. При высоких показателях координатор передает сигнал на вытяжку;

– датчик химических газов. Некоторое производство может выделять разные газы. Для безопасности персонала, а так же пожаробезопасности, необходимо контролировать их уровень;

– дуговой датчик (на открытую искру). Возникновение открытой искры, либо электрической дуги может серьезно повредить оборудование и привести к пожару. При возникновении искры датчик передает информацию на координатор, который, в свою очередь, дает команду на отключение станка;

– датчик кислорода. В производстве используется сжатый кислород. Для контроля утечки, либо наоборот, его недостачи, датчик подает сигнал. В случае утечки ее необходимо ликвидировать. При малых значениях требуется усилить вытяжку;

– датчик открытого огня. Реагирует на открытый огонь;

– датчик движения. Рядом со сложными автоматизированными станками установлен датчик движения для повышения уровня безопасности персонала;

– датчик контроля сырья. В случае ненормированного распределения сырья, датчик дает команду аварии для того что бы проконтролировать процесс расхода сырья;

– умные розетки. Устанавливаются в виде розеток, которые одновременно являются роутерами сети.

С данным набором датчиков можно организовать безопасное технологическое производство.

Датчик газовых примесей нужен для рациональной работы вентиляции. При слишком высоких показателях газов, координатор подает сигнал на модуль управления задвижкой вентиляции.

Пример участка сети беспроводной системы промышленного управления представлен на рис.2.

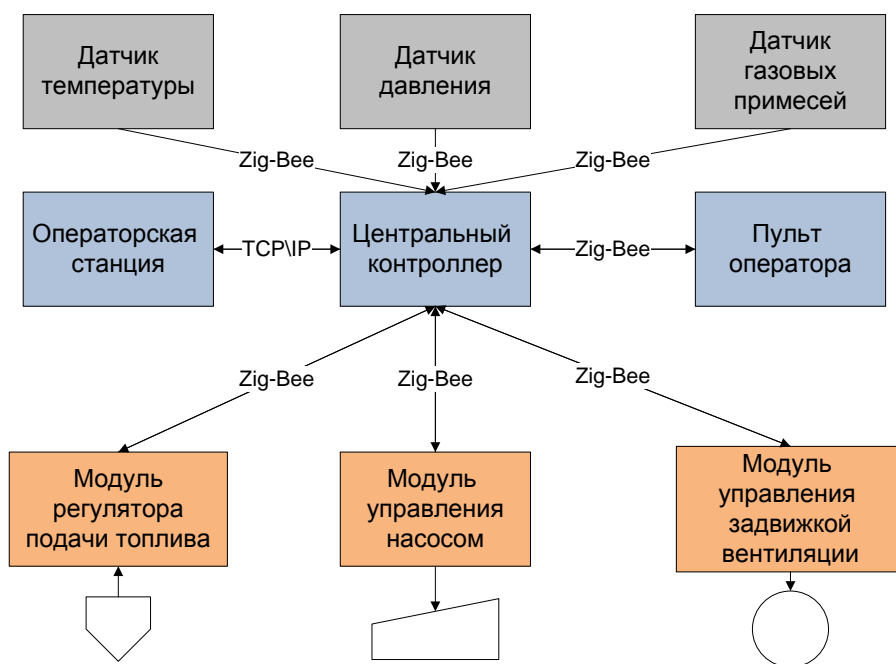


Рисунок 2 – Пример распределенной беспроводной системы управления

Также беспроводная промышленная сеть может использоваться не только для получения информации с датчиков, но и подачи контроллером команд на исполнительные механизмы с целью управления технологическими объектами.

Рассмотрим на примере работы одного из станков.

Устройство работает под давлением, выливая нужные элементы. На станке стоят датчики давления, температурные датчики и газовые датчики.

При недостаточной, либо слишком высокой температуре, координатор посылает команду на модуль регулятора температуры, который в свою очередь, повышает, либо понижает подачу топлива на нагревающий элемент.

Давление на станке организуется насосом. В случае повышения, либо понижении давления, центральный координатор подает сигнал на модуль управления насосом, который

меняет его мощность для поддержки постоянного уровня давления. Исполнительными механизмами является электрифицированная задвижка, регулирующая клапан и двигатель насоса.

Управляющие модули устанавливаются на корпусе механизмов или в непосредственной близости от них. Связь с центральным контроллером осуществляется по радиоканалу, что автоматически обеспечивает гальваническую изоляцию между модулями. Применение же радиоканала для связи с пультом оператора позволяет сделать его мобильным с автономным питанием. При этом длина кабельных линий минимальна. Другим немаловажным преимуществом распределенной системы является высокая живучесть, так как при выходе из строя одного из управляющих модулей неработоспособной оказывается лишь небольшая часть системы. При подобной организации системы центральный процессор может обладать меньшими вычислительными мощностями, а, следовательно, быть доступнее, дешевле и иметь меньшие массогабаритные размеры.

Среди свойств ZigBee следует особо выделить поддержку сложных топологий сетей (рис. 3). Именно за счет этого, при относительно малой максимальной дальности связи двух близлежащих устройств, возможно расширить зону покрытия сети в целом. Также этому способствует 16-битная адресация, позволяющая объединять в одну сеть более 65 тыс. устройств. Область применения данной топологии гораздо шире. Для промышленных комплексов топология mesh является более предпочтительной, из за того что множество помех и перекрытий делают другие топологии ненадежными и нестабильными. Так же беспроводные датчики и роутеры могут выйти из строя, но самоорганизующаяся сеть на базе Zig-Bee сама перестроится под новые параметры сети и критерии.

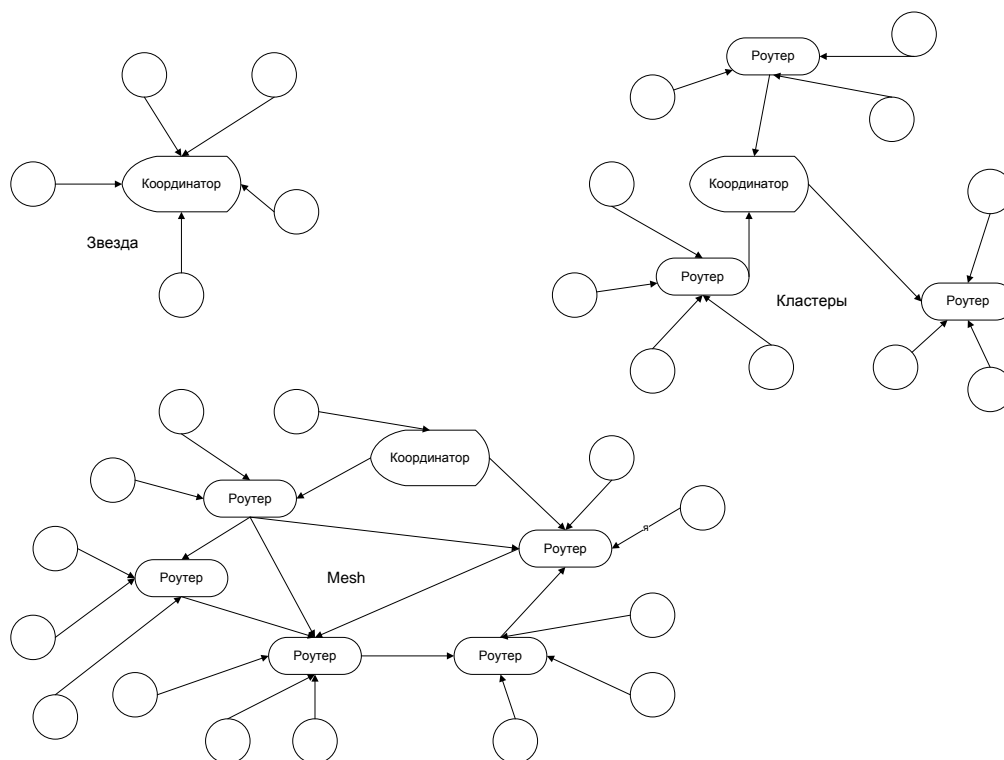


Рисунок 3 – Топологии сети ZigBee

В сетях ZigBee надежность связи повышается за счет наличия избыточных связей между устройствами. Все устройства, которые не уходят в спящий режим, выполняют роль роутеров, которые ответственны за маршрутизацию сетевого трафика, выбора оптимального маршрута следования и ретрансляцию пакетов. Даже если из строя выйдет устройство, которое выступало в качестве организатора сети, ZigBee-сеть продолжит функционировать дальше. Возникновение помехи или преграды, а также выход какого-либо из роутеров из строя не является критичным за счет наличия избыточных связей. Поэтому с

введением дополнительных узлов, которые имеют стационарное питание и могут выполнять задачи роутера, сеть становится надежнее.

Другой отличительной чертой стандарта является возможность самовосстановления дееспособности сети в случае выхода из строя отдельных ее узлов. Это свойство основано на том, что каждый узел следит за своими соседями, постоянно обновляя маршрутные таблицы на основе оценки мощности принятых от них сигналов. В результате, при изменении пространственного расположения соседей или выходе из сети одного из устройств, вычисляется новый маршрут следования сообщения. Это преимущество является исключительно важным в сетях, функционирующих на промышленных объектах в жестких условиях эксплуатации при наличии промышленных помех, а также в тех случаях, когда часть узлов находится на движущихся устройствах, например электрокарах.

Перед разработчиком подобных систем возникают следующие задачи:

При использовании в системах распределенного микропроцессорного управления со сбором информации с интеллектуальных датчиков подбор конфигурации отдельных узлов сети должен производиться с учетом минимизации их энергопотребления и процессорных ресурсов.

Возможность организации самоконфигурируемых сетей со сложной топологией, в которых маршрут сообщения автоматически определяется не только числом исправных или включенных/выключенных на текущий момент устройств (узлов), но и качеством связи между ними, которое должно автоматически определяться на аппаратном уровне.

Обеспечение масштабируемости – должен быть предусмотрен автоматический ввод в работу узла или группы узлов сразу после подачи питания на узел.

Должна быть предусмотрена возможность выбора альтернативного маршрута передачи сообщений при отключениях/сбоях в отдельных узлах с целью гарантирования высокой надежности сети.

Таким образом, задача проектирования беспроводной сети для условий промышленного предприятия является сложной многокритериальной задачей, оптимальное решение которой требует применения методов оптимизации, в том числе, многокритериальных, основанных на интеллектуальных информационных технологиях.

В статье поставлены требования к беспроводной сети, используемой в промышленных условиях. Представлена общая схема реализации такой сети, в качестве примера рассмотрена схема расположения датчиков в производственном цеху, описана работа контроллера, датчиков и исполнительных элементов. Обоснован выбор технология ZigBee, описаны ее основные компоненты и требования. Детально рассмотрены задачи проектировщика подобных сетей, показано, что такая задача является сложной, многокритериальной, и требует для решения использования современных интеллектуальных методов.

Перечень ссылок

1. Дианов, И., Комплексные решения по GPRS-связи в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации [Текст] / И. Дианов, А. Яманов // «Беспроводные технологии». – 2010. - № 4.

2. Яманов, А. Д. Технология развертывания локальных беспроводных радиосетей ZigBee в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации / А. Д. Яманов, Д. А. Алевский, А. Е. Плеханов. // «ИСУП». – 2011. - № 6 (36). - С. 26–32.

3. Иваненко, В. А. Информационные аспекты при разработке сенсорных сетей. Часть 1 / В. А. Иваненко, А. Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – 3/4 (51). – С. 46-49.

4. 802.15.4-2011 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks [Электронный ресурс] // IEEE Standards Association. – 2011. – Режим доступа : <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.4-2011.html>.

5. ZigBee Standards Overview [Электронный ресурс] / ZigBee® Alliance. – Режим доступа : <http://www.zigbee.org/Standards/Overview.aspx>.