

## **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ**

**С. П. Москвитин, Д. В. Комраков**

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов*

*Рецензент д-р тех. наук, профессор Т. И. Чернышова*

**Ключевые слова и фразы:** беспроводные датчики; беспроводные сети; мониторинг; сбор данных; сенсорные сети; системы телеметрии.

**Аннотация:** Представлена технология организации беспроводной сенсорной сети для построения систем телеметрии промышленного назначения. Рассмотрены наиболее перспективные технологии организации беспроводных сенсорных сетей, особенности организации систем телеметрии в условиях производства с использованием беспроводных датчиков. Сделан обоснованный выбор системы для конкретного производства. Описан пример беспроводного датчика для выбранной системы.

На сегодняшний день наиболее актуален вопрос внедрения современных беспроводных технологий в информационные сети промышленного назначения. Уже давно назрела необходимость в надежных беспроводных распределенных системах управления технологическими процессами, причем не только на уровне предприятия, но и за его пределами.

В данной статье ставится задача выбора беспроводной технологии для системы телеметрии, которая описана в работе [1]. Система содержит множество датчиков распределенных по всей линии производства биметалла, от каждого из которых должна поступать оперативная информация в определенные промежутки времени. Информация с датчиков обрабатывается по определенному алгоритму и принимается решение о качестве получаемого на выходе биметалла. Одновременно по необходимости производится корректировка параметров, влияющих на производство.

---

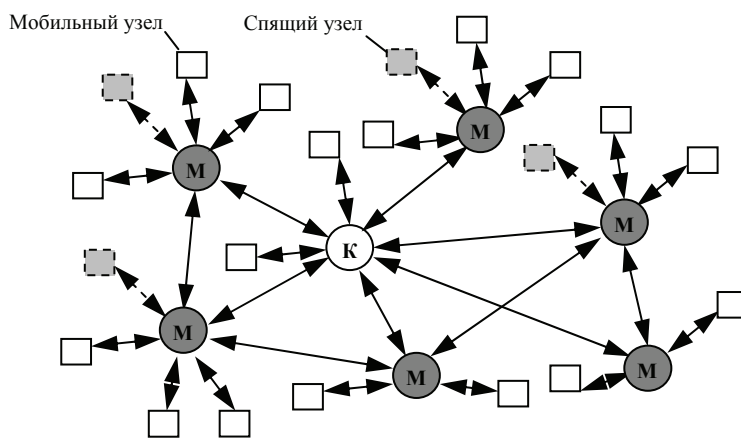
Москвитин Сергей Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Радиотехника», заместитель директора Института энергетики, приборостроения и радиоэлектроники, sergey.msk@mail.ru; Комраков Дмитрий Вячеславович – аспирант кафедры «Радиотехника», ТамбГТУ, г. Тамбов.

При комплексной автоматизации промышленности важной задачей является организация обмена информацией в масштабах предприятия, а иногда и далеко за его пределами на основе одной стандартной, масштабируемой и высокопроизводительной сети, которая должна учитывать следующие важные особенности:

- интенсивность обмена данными на полевом уровне;
- возможность использования автономных источников электропитания;
- топологию построения радиосети, которая должна обеспечить избыточность связей, а также возможность самоорганизации. Это повысит надежность радиосети, а также упростит ввод в действие конечных объектов (беспроводных датчиков и исполнительных механизмов) [2].

Рассмотрим наиболее перспективные на сегодняшний день способы построения систем телеметрии промышленного назначения с использованием беспроводных сенсорных сетей – беспроводных многоячеековых (mesh) сетей с низкой скоростью передачи данных и сверхнизким энергопотреблением, основное назначение которых заключается в сборе показаний от распределенных в пространстве датчиков. Главными особенностями таких сетей являются самоорганизация и адаптивность к условиям эксплуатации, поэтому требуются минимальные затраты при ее развертывании на объекте и последующем сопровождении в процессе функционирования [3].

Распространенными на сегодняшний день технологиями для организации беспроводной передачи данных с датчиков и организации сенсорных сетей промышленного назначения являются технологии ZigBee (IEEE 802.15.4) – открытый глобальный стандарт локальных (персональных) беспроводных радиосетей в нелицензируемом частотном диапазоне (2,4 ГГц) [3]. В сети ZigBee существует 4 типа узлов: координатор, роутер, спящее устройство и мобильное устройство. Главное устройство в ZigBee-сети – это координатор (рис. 1). Координатор выполняет функции по формированию сети, а также является одновременно доверительным центром (trust-центром). Доверительный центр устанавливает политику безопасности и задает настройки во время подключения устройства к сети.



**Рис. 1. Структура сети ZigBee:**  
М – маршрутизатор; К – координатор

На основе устройств ZigBee сенсорная сеть строится следующим образом. Сетевым узлом является трансивер с управляемой маршрутизацией стеком ZigBee и программным профилем. Если к трансиверу подключается сенсор, узел получает профиль сенсорного узла. Этот профиль предписывает ему собирать данные и отправлять узлу, который является центром сбора данных и имеет профиль центра сбора данных, который предписывает ему ждать и собирать поступающие данные от сенсоров. Узел также может являться координатором ZigBee, а может и не быть таковым [4].

Используя технологию ZigBee, строятся многие промышленные сети беспроводной передачи данных. Основная особенность технологии ZigBee заключается в том, что она позволяет создавать беспроводные сети с ячеистой (mesh) топологией, то есть с автоматической ретрансляцией и маршрутизацией данных: даже если удаленные объекты автоматизации «не видят» управляющий терминал напрямую, канал связи будет проложен через соседние узлы сети.

Другой перспективной системой беспроводной передачи данных является отечественная система мониторинга ML-SM. Она предназначена для создания беспроводных радиочастотных сетей сбора данных от распределенных в пространстве датчиков и обработки телеметрической информации. Система ML-SM представляет собой беспроводную сенсорную сеть, состоящую из множества распределенных в пространстве беспроводных узлов ML-SM-N, к каждому из которых подключены внешние датчики через соответствующие модули сопряжения ML-SM-Sx, одного беспроводного шлюза ML-SM-G и сервера на базе ПК (рис. 2) [3].

В соответствии с настройками системы, беспроводный узел ML-SM-N автоматически выполняет нормализацию, фильтрацию, аналого-цифровое преобразование и первичную обработку сигналов с подключенных к нему внешних датчиков, а также диагностику возможных неисправностей (в частности, обрыв контакта или короткое замыкание в соединениях датчиков). Далее, полученные значения отправляются в виде пакета с цифровыми данными по радиоканалу беспроводному шлюзу.

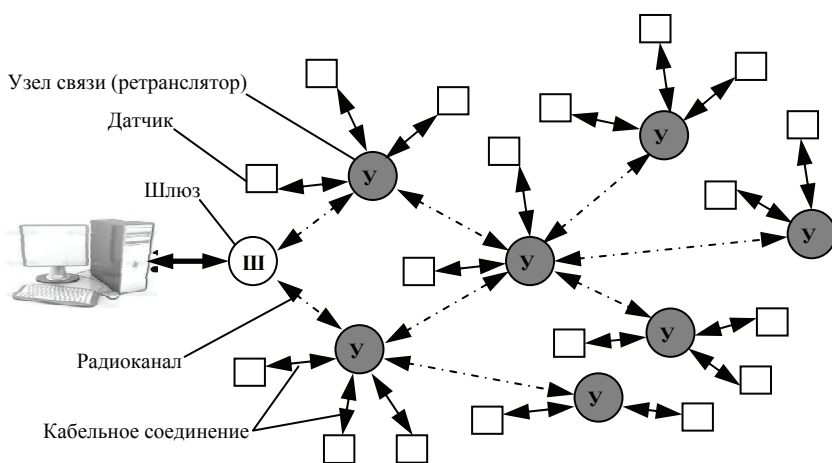


Рис. 2. Общая схема беспроводной системы мониторинга ML-SM

Система мониторинга ML-SM наиболее адаптирована к производству, она позволяет подключать датчики преобразования различных величин. Недостатком данной сети является небольшой радиус действия, по сравнению с ZigBee, а так же то, что период опроса датчиков может быть от 5 с до 1 ч, то есть система ориентирована на контроль медленно изменяющихся параметров. Первый недостаток обусловлен использованием аккумуляторного питания для узловых ретрансляторов, от которого в свою очередь могут питаться множество датчиков. Он может быть устранен при питании от адаптеров сетевого напряжения. Второй же недостаток не позволяет применить данную систему для нашей линии производства, так как при стандартной скорости прокатки биметалла будет контролироваться только отдельный участок полосы, а решения о корректировке параметров производства будут приниматься с большим запаздыванием.

Проведя анализ описанных беспроводных сенсорных систем, с учетом достоинств и недостатков, можно сделать вывод, что наиболее подходящей системой для линии производства биметалла, описанной в работе [1] является технология ZigBee. Для данной системы существует множество датчиков (сенсоров), которые могут выступать либо в качестве измерителя либо как преобразователь величин. Так, например, многоканальный датчик ZigBee с батарейным питанием ZS-10 предназначен для дистанционного считывания температуры и влажности, а также величины цифровых и аналоговых входов. Он имеет следующие аппаратные ресурсы: встроенный датчик температуры  $-40...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); 1 аналоговый вход ( $0...3\text{ В}$ ); 2 цифровых входа ( $0...3\text{ В}$ ); 1 вход для счетчиков ( $0...3\text{ В}$ ,  $800\text{ кГц}$ ); взаимодействует с устройствами iMod/NPE; скорость беспроводной передачи данных  $250\text{ кбит/с}$ ; дальность действия при прямой видимости –  $300\text{ м}$ ; батарейное питание (время работы до  $2,5\text{ лет}$ ) [5].

Внедрение данной системы в производство позволит оперативно получать информацию от всех датчиков, что позволит повысить эффективность принятия решений, избежать производства дефектной продукции и снизить временные и финансовые затраты на переналадку оборудования и выявление брака.

#### *Список литературы*

1. Москвитин, С. П. Применение беспроводных сенсорных сетей как основы ИИС контроля характеристик качества биметалла на стадии производства / С. П. Москвитин, А. Н. Демидов // Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах : тез. докл. Междунар. конф. с элементами науч. шк., г. Тамбов, 23-25 апреля 2014 г. / под ред. Т. И. Чернышовой. – Тамбов, 2014. – С. 314 – 316.
2. Баскаков, С. С. Построение систем телеметрии на основе беспроводных сенсорных сетей / С. С. Баскаков // Автоматизация в промышленности. – 2012. – № 12. – С. 30 – 36.
3. Варгаузин, В. Д. Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4 / В. Д. Варгаузин // ТелеМультиМедиа. – 2005. – № 6(34). – С. 23 – 27.
4. Москвитин, С. П. Метод и система контроля характеристик качества биметалла / С. П. Москвитин, А. П. Пудовкин // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 15, № 2. – С. 315 – 320.

5. Многоканальный датчик ZigBee с батарейным питанием [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.a2s.pl/products/zigbee/zs10/zs10\\_ru.pdf](http://www.a2s.pl/products/zigbee/zs10/zs10_ru.pdf) (дата обращения: 10.09.2014).

#### *References*

1. Moskvitin S.P., Demidov A.N., in Chernyshova T.I. [Ed.] *Aktual'nye problemy energosberezheniya i energo-effektivnosti v tekhnicheskikh sistemakh* (Actual problems of energy conservation and efficiency in technical systems), Abstracts of the International Conference with the elements of the scientific school, Tambov, 23-25 April 2014, pp. 314-316.
2. Baskakov S.S. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 2012, no. 12, pp. 30-36.
3. Vargauzin V.D. *TeleMul'tiMedia*, 2005, no. 6(34), pp. 23-27.
4. Moskvitin S.P., Pudovkin A.P. *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2009, vol. 15, no. 2, pp. 315-320.
5. [http://www.a2s.pl/products/zigbee/zs10/zs10\\_ru.pdf](http://www.a2s.pl/products/zigbee/zs10/zs10_ru.pdf) (assecced 10 September 2014).

---

### **Construction of Telemetry Systems for Industrial Use with Wireless Sensor Networks**

**S. P. Moskvitin, D. V. Komrakov**

*Tambov State Technical University, Tambov*

**Key words and phrases:** data collection; monitoring; sensor networks; telemetry systems; wireless meters; wireless networks.

**Abstract:** The paper describes the technology of arranging a wireless sensor network in the structure of telemetry for industrial use. The most promising technologies of wireless sensor networks have been studied. The features of arranging telemetry systems in a production environment with the use of IP-wireless sensors have been identified. The most promising technologies for the construction of telemetry systems using wireless sensor networks for particular production have been explored. An optimum system for particular production has been selected. An example of a wireless sensor for the selected system has been described.

---

© С. П. Москвитин, Д. В. Комраков, 2014