

А. О. Анпилогов

## Разработка программно-аппаратных средств беспроводных сенсорных сетей

Научный руководитель: чл.-корр. РАН С. М. Абрамов

Аннотация. Данная работа описывает разработку модуля сенсорной сети БМСС2. Этот модуль предназначен для создания беспроводной сети, в которой происходит считывание данных и управления ими для автоматизации технологических процессов. Это устройство будет использоваться в промышленной среде для обработки данных, полученных с электронных приборов.

### 1. Введение

Существует стандарт беспроводной связи IEEE 802.15.4. Он предназначен для создания надежных и недорогих беспроводных сетей с малым энергопотреблением для мониторинга и управления. Его особенностями являются возможность создания больших сетей (до 65536 узлов в сети), сравнительно небольшая скорость передачи данных (137 кбит/сек.) и низкое энергопотребление приёмопередатчиков. Данная работа посвящена проектированию и разработке модуля БМСС2, который основывается на базе ZigBee. Изделие предназначено для организации беспроводной сенсорной сети в промышленной промышленности.

### 2. Постановка задачи

Для проектирования модуля сенсорной сети БМСС2 требуется:

- (1) Произвести расчеты и подобрать компоненты для модуля БМСС2.
- (2) Разработать принципиальную схему БМСС2 в системе автоматического проектирования PCAD2002.
- (3) Развести печатную плату модуля в системе автоматического проектирования PCAD2002.
- (4) Развести различные виды антенн на печатной плате. Провести тестирование на дальность передачи.

### 3. Разработка принципиальной схемы БМСС2

Перед началом разработки принципиальной схемы БМСС2, необходимо заняться поиском подобных существующих устройств. Изучить какие компоненты были использованы при их создании. Рассмотреть технические описания микроконтроллеров и приемопередатчиков, выбрать те, чьи характеристики удовлетворяют нашим потребностям. Необходимо рассчитать электропотребление устройства в «спящем режиме».

Устройство состоит из следующих узлов:

- Интерфейс Botik Bus (BBus).
- Интерфейс RS-232 (RS232).
- Микроконтроллер AT91SAM7S64(МК).
- Приемопередатчик AT86RF230(ПП).
- Импульсный стабилизатор 3.3В(ИС1).
- Импульсный стабилизатор 1.8В(ИС2).
- Малопотребляющий PIC таймер(PIC).
- Антенный фильтр LDB212G4010C(АФ).
- Антенна.

Устройство разработано на платформе производителя Atmel. Для программирования, тестирования, внешнего управления и получения статистики от микроконтроллера предусмотрены разъемы интерфейса Botik Bus и RS-232. Микроконтроллер и приемопередатчик питается от импульсного преобразователя LM2936M 3.3В, а также от импульсного преобразователя TPS780 1.8В. Необходимость малопотребления всего устройства повлекло за собой использование двух стабилизаторов, которые в сумме потребляют около 101 мкА в «спящем режиме». Установлен малопотребляющий PIC16F627 таймер, позволяющий устройству работать в режиме «сна». Программно в регистре микроконтроллера перевели регулятор в режим low power, порты ввода и вывода переключили на вывод 0, отключили все внутренние PULL UP резисторы. Микроконтроллер взаимодействует с приемопередатчиком и является центром управления модуля БМСС2. Антенный фильтр применяют для поглощения лишних шумов и для точности радиочастоты.

#### 4. Проектирование печатной платы в PCAD2002

Двуслойная печатная плата БМСС2 была разведена с помощью утилиты РСВ. Были разведены печатные антенны для полной комплектации устройства БМСС2. Основное время было уделено тщательному расставлению компонентов и земли на плате. Земля на модуле разделена на 3 части: аналоговая, цифровая и кварцевая часть. Аналоговую и цифровую землю объединяем в одной точке «общей точке», которая располагается под микросхемой AT86RF230 и имеет вид «звезды». Земля кварцевой части отделена, для того чтобы помехи и шумы не повлияли на потерю частоты [1].

#### 5. Проведенные опыты с устройством

Опыт следующего типа: одно устройство принимает, другое передает. Условие окончания опыта: количество подтвержденных пакетов должно быть равно 2500. Передача от одного устройства выглядит следующим образом: передается пакет, если устройство не смогло по какой-либо причине передать пакет (либо не было подтверждения, либо канал занят) делает повторную попытку отправить сообщение. Количество попыток передать сообщение равно 3. Ведется статистика: количество попыток передать пакет, количество неподтвержденных попыток и количество принятых пакетов. Принимающее устройство работает по принципу, пришел фрейм увеличивает счетчик пришедших пакетов и читает фрейм.

ТАБЛИЦА 1. Проведенный опыт с антеннами

Виды антенн	кер.	1	2	3	4
Дистанция	50	50	50	50	137
Кол-во попыток	2500	2501	3945	2500	2512
Кол-во принятых пакетов	2500	2500	2647	2500	2504
Кол-во неподтвержденных	0	1	1445	0	12
Пропускная способность(КБит/с)	137	137	90	137	137

#### 6. Технические характеристики модуля БМСС2

Технические характеристики приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Технические характеристики модуля БМСС2

№	Характеристика	Параметры
1.	Компактный размер(мм)	(69 x 34.5)
2.	Низкая потребляемая мощность(Ватт)	0.05
3.	Диапазон частот(МГц)	(2400 ... 2483.5)
4.	Максимальная скорость(Кбит/сек)	(137)
5.	Выходная мощность(дБм)	(-17 ... 3)
6.	Чувствительность приемника(дБм)	(-101)
7.	Дальность передачи(м)	(70)
8.	Работает с интерфейсом	(RS-232 и Votik Bus)

## 7. Результаты

В результате выполнения работы были произведены расчеты модуля БМСС2, затем по ним были выбраны необходимые компоненты. Разработана принципиальная схема и разведена печатная плата модуля сенсорной сети БМСС2. Создано малопотребляющее устройство БМСС2. Разработаны антенны и протестированы с устройствами. Заказаны прототип печатной платы и антенн в компании «Резонит». На данный момент устройство находится на стадии тестирования.

### Список литературы

- [1] Найвельт Г.С. Источники радиоэлектронной аппаратуры. — 1-е изд. — М.: Радио и связь, 1986. ↑4
- [2] П.Хоровиц Искусство схемотехники. — 3-е изд. — М.: «МИП», 1986. ↑

A. O. Anpilogov. *Developing module of sensor net BMSS2* // Proceedings of Junior research and development conference of Ailamazyan Pereslavl university. — Pereslavl, 2009. — p. 5–8. (*in Russian*).

ABSTRACT. This work describes module of sensor net BMSS2. This module is used for creating inwire net where data can be read and technological process is controlled. This construction will be used in industry for treatment of data that been received from electronic devices.