

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДУЛЕЙ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ СИСТЕМ «УМНЫЙ ДОМ»

Добрянский М.В., Ромашкина А.Ю.

Донской государственный технический университет

В настоящей работе ведется разработка радиомодулей применимых для построения систем «умный дом». Обзор и анализ существующих систем радиосвязи используемых в промышленной и гражданской автоматизации показал отсутствие доступных радиомодулей направленных на применение в системах «умный дом». Обзор стандартов передачи данных и не лицензируемых диапазонов частот показал возможность реализации радио модуля с функциями настраиваемой сети для систем умный дом в диапазоне частот 430 МГц с выходной мощностью передатчика не более 10 мВт. В разрабатываемом радио модуле планируется реализация настраиваемой сети - распределенной, одноранговой, ячеистой сети. Каждый узел в ней обладает такими же полномочиями, как и все остальные т.е. все узлы в сети равны. Сети бывают самоорганизующиеся и настраиваемые, первый тип сетей при включении оборудования, которое его поддерживает, автоматически подключаются к существующим участникам, выбирают оптимальные маршруты и самонастраиваются внутри сети. Настраиваемые же сети, это те сети, которые следует настроить перед использованием.

Ключевые слова: «умный дом», автоматизация жилых строений, радиомодуль, настраиваемая сеть.

DEVELOPMENT HARDWARE PLATFORM TO BUILD A MODULE WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS "SMART HOME"

Dobryanskiy M.V., Romashkina A.Y.

Don State Technical University

In this paper we are developing radios applicable to the construction of systems of "smart home". Review and analysis of existing radio systems used in the industrial and civil automation showed lack of available radio modules designed for use in "smart home" systems. Review of data standards and licensed frequency bands demonstrated the feasibility of radio module features configurable network for smart home systems in the frequency range of 430 MHz with an output power of the transmitter is not more than 10 mW. In the prepared radio module is planned to implement a customized network - a distributed, peer to peer, mesh network. Each node in it have the same power as everyone else that all nodes in the network are equal. Networks are self-organizing and customizable, the first type of network when you turn on equipment that supports it, is automatically connected to existing participants, choose the best routes and adjust themselves inside the network. Customizable same network, it is those networks that must be

configured before use.

The Key Words: "smart home", automation of residential buildings, radio customizable network.

В настоящее время рынок систем «Умный дом» наполнен обширным количеством разнообразного оборудования и системами способными удовлетворить практически любые потребности заказчика. Количество управляемых систем давно перешагнуло за десяток, наиболее популярные: система освещения, климат-контроль, домашний кинотеатр и мультимедиа, система безопасности, система управления сетевыми розетками, СМС оповещение и сигнализация, система полива газона и другие. Каждая из приведенных систем «умного дома» представляет из себя набор датчиков и исполнительных механизмов или другого исполнительного оборудования, датчики посредством согласующих устройств подают / принимают управляющие команды центрального контроллера.

Несмотря на широкий ассортимент существующего оборудования, интерес к созданию и продвижению подобного рода систем все еще актуален в виду высокой стоимости и сложности монтажа и настройки. В данной работе предполагается разработка одного из самых важных узлов систем «умный дом» - радиомодуля. Наличие большого количества датчиков и исполнительных устройств в системах автоматизации жилых домов предполагает их взаимодействие как между собой, так и с центральным контроллером системы. Каждый датчик, исполнительное устройство должно содержать в себе модуль для связи с остальной системой, попытаемся сформулировать основные требования к данному модулю связи:

- Модуль связи должен быть беспроводным, это придаст гибкость системе и упростит монтаж;

- Радио модуль является прибором, интегрируемым в уже существующую или вновь создаваемую систему «умный дом»;

- Разрабатываемое устройство должно иметь сравнительно низкую рыночную стоимость (на порядок меньшей стоимости большинства датчиков, используемых в системах «умный дом»);

- Устройство должно иметь интерфейс обеспечивающий связь с уже существующими головными контролерами и датчиками;
- Устройство должно иметь сетевой протокол верхнего уровня обеспечивающий работу группы устройств в составе одной беспроводной сети;
- Обеспечение работы в одной сети до 255 устройств.
- Наличие системы команд позволяющей администратору сети производить её настройку.
- Возможность подтверждения получения сообщения адресатом и повторная его отправка в случае потери данных.
- Каждое устройство в сети имеет одинаковые функциональные возможности и может быть взаимозаменяемым.
- Наличие функции ретрансляции сообщений по команде координатора сети.
- Возможность пакетной передачи данных.

Важную роль в создании радиомодуля играет выбор рабочего радиочастотного диапазона. Среди открытых во всем мире для свободного использования радиочастотных диапазонов (ISM - Industrial, Scientific, Medical) особенно выделяются два диапазона, которые условно обозначают: 434 МГц и 868 МГц [2]. Цифры 434 МГц и 868 МГц обозначают центральную частоту в некоторой полосе частот, где официально разрешено свободное и бесплатное использование радиопередающих устройств, отвечающих определенным требованиям по максимально излучаемой мощности, уровню внеполосных излучений, частоте следования информационных пакетов, данных и др. В России выработкой таких требований и контролем по их соблюдению занимается Государственная Комиссия по Радиочастотам (ГКРЧ). Замечательным является то, что в данных частотных диапазонах передача данных не стандартизирована. В том смысле, что не существует определенных протоколов обмена данными, которым должны удовлетворять радиопередающие устройства, работающие

в данных частотных диапазонах. Любой разработчик имеет полное право разработать собственный протокол обмена данными в районе частот 434 МГц и 868 МГц, при условии, что этот протокол обеспечит соответствие физических свойств радиосигнала требованиям местных законодательных органов.

В данной работе выполнена реализация радио модуля с функциями настраиваемой сети для систем «умный дом» в диапазоне частот 430 МГц с выходной мощностью передатчика не более 10 мВт.

Исходя из требований, предъявляемых к модулю и настраиваемой сети, разработана структурная схема устройства, рисунок 1.

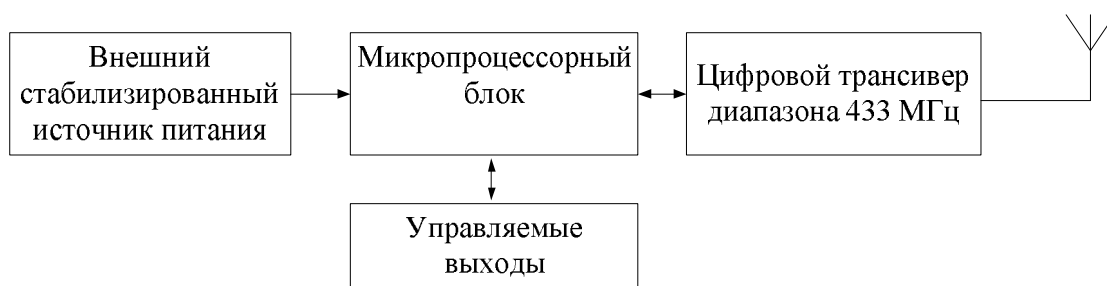


Рисунок 1 – Структурная схема разрабатываемого электронного модуля

Структурная схема (рисунок 1) содержит три основных компонента:

- микропроцессорный блок;
- цифровой трансивер диапазона 433 МГц;

Эти компоненты определяют функционал устройства в целом, его стоимость, технико-экономические показатели и габариты. Следовательно выбор этих компонентов имеет решающее значение при проектировании разрабатываемого модуля.

Микропроцессорный блок.

Микропроцессорный блок можно условно разделить на две части: процессор и интерфейсы взаимодействия с другими электронными компонентами (микросхема цифрового трансивера). Основной задачей процессора в разрабатываемом устройстве, является производство вычислений, связанных с построением и организацией беспроводной сети.

Цифровой трансивер диапазона 433 МГц.

На сегодняшний день рынок электронных компонентов насыщен микросхемами цифровых трансиверов их выпускают практически все ведущие мировые компании такие как Atmel, Texas Instruments, Analog Devices и многие другие [4]. Выбор микросхемы трансивера осуществляется исходя из следующих факторов:

- наличие распространенного интерфейса связи с микроконтроллерами (I2C, SPI, UART);
- диапазон рабочих частот: 387-464 МГц;
- канальная скорость передачи данных не менее: 500 кбит/с;
- чувствительность приемника не хуже: -100 дБм;
- мощность передатчика: программируемая в диапазоне от -30дБм до минимум 10дБм;
- поддерживаемые виды модуляции: 2-FSK, 4-FSK, GFSK, OOK [3];
- аппаратная поддержка пакетной передачи данных, CRC кодирование;
- напряжение питания: от 1.8 В до 3.6 В;
- ток потребления не более: 15 мА в режиме приема, 20 мА в режиме передачи;
- наличие режимов энергосбережения («сна»);
- ток потребления в режиме сна не более: 500нА

Также немаловажное значение имеет наличие у производителя средств отладки и разработки, это позволяет сократить срок разработки и выполнения проекта. В работе выбран цифровой трансивер CC1101 от компании Texas Instruments. Данный трансивер выпускается продолжительной время и зарекомендовал себя с положительной стороны у разработчиков.

На данном этапе определим используемый в проекте центральный процессор, если говорить более точно, то под центральным процессором будем понимать микроконтроллер. На сегодняшний день выбор микроконтроллеров достаточно велик и основным критерием выбора в

данном проекте будет простота разработки и стоимость.

Наиболее подходящим микроконтроллером можно считать микроконтроллеры, использующие ядро Cortex-M0 [1]. Данные микроконтроллеры позиционируются производителями в качестве замены 8-ми разрядных моделей. Их отличительной особенностью стала предельно низкая стоимость и малое энергопотребление, при сохранении многих возможностей архитектуры ARM.

На рисунке 1 представлен общий алгоритм построения беспроводной сети. Согласно представленному алгоритму, разрабатываемое устройство работает следующим образом: при включении питания основной микроконтроллер производит инициализацию радиомодуля, а также проверяет ранее сохраненное состояние сети, в случае если настройки модуля не обнаружены модуль переходит к настройкам по умолчанию и производит широковещание с целью своего обнаружения координатором сети. Настройки модуля могут быть не обнаружены в двух случаях:

- Это первое включение устройства;
- Модуль был сброшен специально координатором сети.

В настройках хранятся основные параметры работы устройства:

- частота приема/передачи;
- скорость передачи данных;
- мощность передатчика;
- режим работы (координатор/абонент);
- назначенный адрес (0-255);
- адреса опрашиваемых абонентов (через запятую, либо тире);
- адрес базовой станции.

После передачи широковещательного запроса координатором сети формируются настройки и передаются по радиоканалу. После получения настроек производится выбор режима прием/передача. Выбор режима зависит от начальной конфигурации устройства, если выбран режим базовой станции, устройство начинает передачу данных. Если выбран режим

абонента устройство находится в постоянном ожидании данных. В случае принятия пакета данных по радиоканалу, микроконтроллер производит анализ принятого пакета.

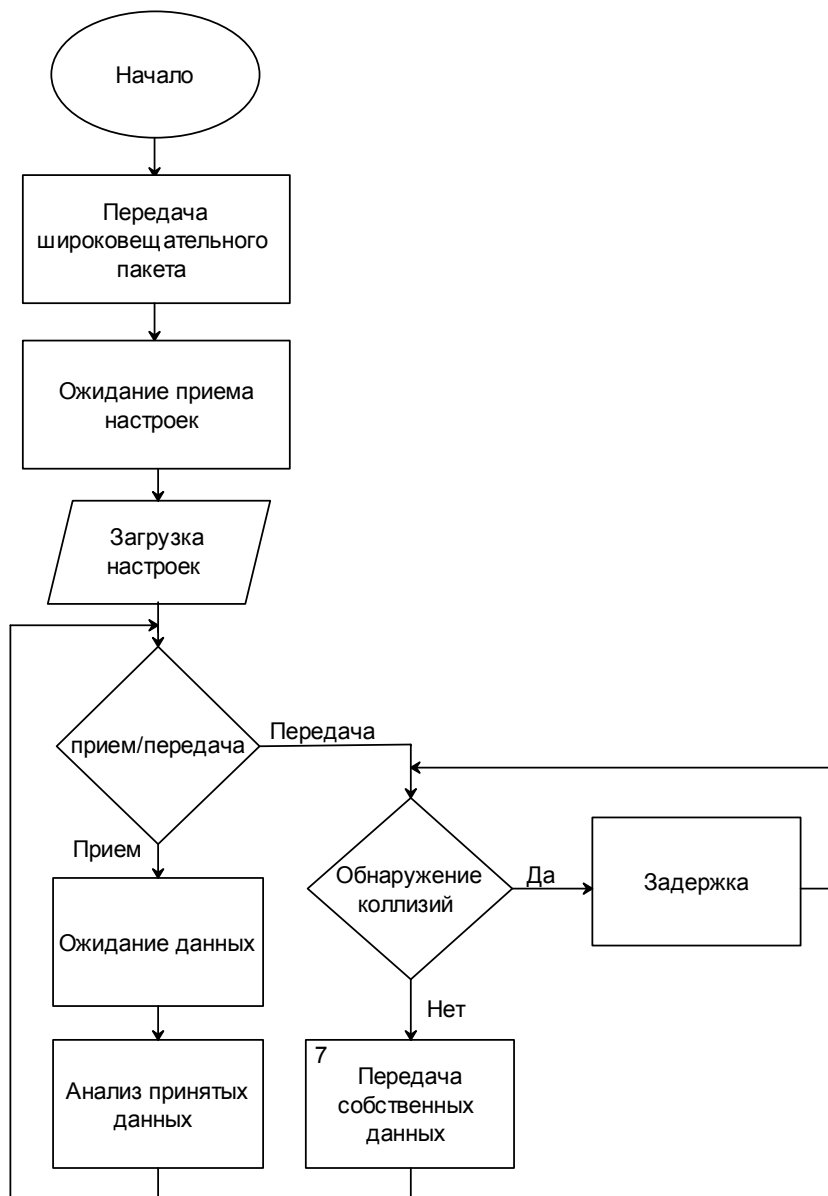


Рисунок 1 – Алгоритм работы радиомодуля с функциями MESH-сети для систем умный дом

Структура пакета данных представлена ниже в виде таблицы.

Таблица 1 – Пакет передаваемых/принимаемых данных.

Размер пакета данных	Адрес отправителя	Адрес назначения	Адрес базовой станции	Данные пользователя	CRC16
1 байт	1 байт	1 байт	1 байт	n байт	2 байта

В структуру пакета входит адрес отправителя - это поле соответствует

значению из файла конфигурации «назначенный адрес». Адрес назначения в этом поле указывает адрес устройства, которому адресуется пакет данных. Адрес базовой станции необходим для определения режима переправления пакетов данных, если адрес назначения и адрес базовой станции имеют разные значения, то это говорит о том, что посылка данных была перенаправлена. В поле данные пользователя каждое устройство помещает как полезную информацию пользователя, так и служебную, а именно свои координаты и состояние. Вся сеть строится таким образом, чтобы по запросу базовой станции пакеты данных пользователя путем ретрансляции или напрямую доходили до базовой станции. Также в поле данных пользователя входит часть таблицы маршрутизации, а точнее адреса абонентов, с которыми есть связь.

Литература

1. IEEE P802.11s/D1.08. Amendment: Mesh Networking. – IEEE, January 2008.
2. IEEE Std 802.11-2007. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. – IEEE, June 2007.
3. Вишнеvский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005 г.
4. Тревор Мартин: "Микроконтроллеры фирмы STMicroelectronics на базе ядра Cortex-M3. Серия STM32." – Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2008 г. – 387с.