

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ С ПЕРЕДАЧЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПО РАДИОКАНАЛУ

**И. В. Ларьков**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В. О. Старостенко

В современном мире существует огромное количество устройств, которые связаны между собой проводами. В свою очередь большое количество проводов создает множество проблем, так как их легко повредить, они занимают много места и стоят недешево. Целью данного проекта было создание такой системы, которая бы могла контролировать все процессы посредством радиоканала без использования проводного подключения, а также передавать полученные данные на персональный компьютер для дальнейшей обработки.

Области применения для такого проекта достаточно широки. Такую систему можно внедрить как на предприятиях для опроса датчиков, а также для управления оборудования, может применяться для контроля за энергоснабжением, отоплением, освещением и в охранных системах, на различных сельскохозяйственных и промышленных машинах, так и в здравоохранении, для мониторинга состояния больных. Конкретно в нашем случае мы собирались применять эту систему для мониторинга работы комбайна.

Для осуществления поставленной задачи был изучен рынок радиопередатчиков с целью выбора оптимального для данного проекта. Среди большого количества предлагаемых радиопередатчиков был выбран nrf24l01+. Мы сравнивали nrf24l01+ с такими готовыми решениями, как ZigBee и Z-Wave. nRF24l01+ существенно выигрывает у представленных систем в стоимости, его максимальная скорость передачи 2 мбит/с, тогда как у ZigBee 250 кбит/с, а у Z-Wave 40 кбит/с. В силу своих особенностей Z-Wave больше подходит для домашних систем, поэтому мы больше не будем его рассматривать. Радиус действия nrf24l01+ около 50 м, но можно увеличить

до километра, используя дополнительную антенну и усилитель, тогда как радиус действия ZigBee около 75 м. Оба работают на свободной частоте 2,4 ГГц. Главное преимущество ZigBee над NRF24101+ – это наличие ячеистой (mesh) топологии, позволяющей без особых усилий заменять модули и расширять систему. NRF24101+ больше подходит для создания неизменяющихся систем. NRF24101+ управляется с помощью синхронного интерфейса SPI, обладает уникальной системой передачи пакетов Enhanced ShockBurst и низким энергопотреблением. Главным недостатком является довольно трудоемкий процесс расширения системы.

Датчик имеет два режима ожидания, один основной, в который датчик переходит после включения до начала приема или передачи данных, и дополнительный режим ожидания, в который датчик переходит после передачи данных и ожидает, когда буфер заполнится, чтобы осуществить очередную передачу данных в режиме пониженного потребления, благодаря которому можно использовать небольшие солнечные батареи и ионисторы для работы передатчика, где это возможно. Также в этом режиме регистры датчика доступны для работы по SPI.

Приемник может получать данные от 6 различных линий данных, в одном частотном канале. Каждая линия данных имеет свой персональный адрес, что исключает путаницу в полученных данных. Приемнику задается только один адрес, а передатчику – шесть, каждой линии данных свой. Тут стоит учесть, что полностью уникальным можно задать адрес только первой линии. У остальных линий отличаться будет только последний байт. Адрес можно задавать как 3-, 4-, так и 5-байтный. За раз приемник только с одной линии может принимать пакет.

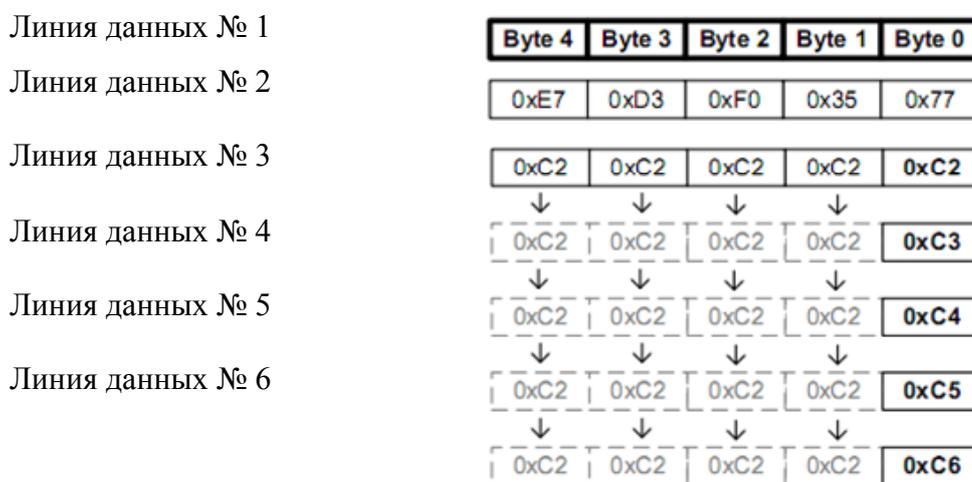


Рис. 1. Пример адресации линейных данных

Радиомодуль nrf24101+ обладает системой Enhanced ShockBurst. Enhanced ShockBurst – это система передачи данных, обладающая динамически создаваемыми пакетами с длиной передаваемой информации от 1 до 32 битов, автоматической обработкой пакетов, автоматическим подтверждением приема и повторной передачи, что существенно повышает надежность передачи. Enhanced ShockBurst позволяет реализовать низкое энергопотребление, значительно улучшить энергоэффективность для дву- и однонаправленных систем, не нагружая дополнительно принимающий микроконтроллер.

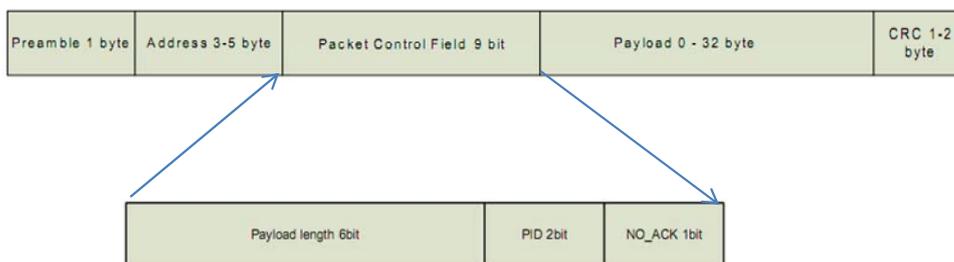


Рис. 2. Структура пакета Enhanced ShockBurst

Структурно пакет Enhanced ShockBurst состоит из: вводного поля, адреса, поля управления пакетами, поля передаваемой информации и CRC. Вводное поле – это последовательность байтов, которая используется для определения 0 и 1 уровней в приемнике. Длина вводного поля – 1 байт и также 01010101 или 10101010. Если первый байт в адресе – цифра один, то вводное поле автоматически установлено на 10101010, а если первый байт 0, то 01010101. Это сделано для того, чтобы убедиться в достаточном количестве переходов в вводном поле, чтобы стабилизировать приемник. Адрес гарантирует, что приемником определен верный пакет. Адреса, где сдвиги уровней происходят только 1 раз (например 000FFFFFFF) могут быть определены как шум или неверное обнаружение, которое может привести к ошибке. Адрес может быть от 3, 4 или 5 байт длиной. Поле управления пакетами состоит из 9 бит. 6 бит указывают длину передаваемой информации, 2 бита используются для того, чтобы выяснить, является ли полученный пакет новым или вторично передаваемым, еще один является флагом использования автоподтверждения получения пакета. Автоподтверждение – это функция, которая позволяет автоматически передавать пакет подтверждения передатчику, после того как пакет утвержден. Если этот приемник не получает подтверждения, то происходит автоматическая повторная передача. Когда флаг автоподтверждения не стоит, то оно отключено. Длина поля передаваемой информации может задаваться в конфигурации или определяться динамически. CRC – это механизм обнаружения ошибок в пакете. Пакет не принимается Enhanced ShockBurst, если CRC выдает ошибку. Обработка принятого и формирование нового пакетов происходит автоматически.

Нами была выполнена система на микроконтроллерах PIC18f2320, но система не зависит от того, какой именно микроконтроллер выбран, можно использовать любой. Это мы проверили на примере подключения к системе микроконтроллерной платы Arduino. Разработанная нами система работает в режиме пониженного потребления, а также с расчетом на последующую обработку полученных данных контроллером. Теоретически разработан протокол, позволяющий подключать больше 6 передатчиков, но тогда уменьшается надежность системы. Далее планируется проверить работоспособность этого протокола.

В заключение отметим достоинства и недостатки разработанной системы. К достоинствам стоит отнести широкую область применения, достаточно высокую надежность передачи, низкую стоимость и низкое энергопотребление. Из недостатков выделим довольно трудоемкий процесс расширения системы.

#### Литература

1. Шпак, Ю. А. Программирование на языке Си для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю. А. Шпак. – М.: Корона-Век, 2011.
2. Новицкий, А. С. SPI в микроконтроллерах от А до Я. Часть 1 / А. С. Новицкий // Компоненты и технологии. – 2009. – № 3.