

БЕСПРОВОДНОЙ ДАТЧИК ДИАПАЗОНА 2,4 ГГц

Быбка А.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. Сети связи, тел. (057) 702-14-29,
E-mail: bbk@kture.kharkov.ua ; факс (057) 702-14-29

The given work is devoted to the modern developments in the field of wireless devices working within ISM frequency band 2,4GHz. There is considered new specialized integrated circuit dedicated for using in wireless applications where data transmission from remote objects is necessary. The results obtained when investigating the smart sensor built using transceiver CC2420 (Chipcon) and microprocessor MSP430F2013 (Texas Instruments) have been analyzed.

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с построением беспроводного датчика, работающего в диапазоне 2,4 ГГц.

Диапазон 2,4 ГГц в настоящее время интенсивно осваивается. Повышенный интерес к этому диапазону объясняется несколькими причинами. В первую очередь диапазон не загружен, для работы в этом диапазоне не надо получать лицензию, и, что наиболее важно, в последнее время на рынке специализированных микросхем появились трансиверы, предназначенные для работы в этом диапазоне.

Существующие беспроводные технологии Bluetooth, Wi-Fi, Wi-MAX предназначены для передачи больших объемов данных с высокой скоростью на расстояния от единиц до сотен метров. Эти технологии позволяют успешно решать многие телекоммуникационные задачи, однако они не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к устройствам, ориентированным на долговременную автономную работу с батарейным питанием. Указанные технологии не являются эффективными с точки зрения энергопотребления, и по этой причине их использование в ряде случаев ограничено.

Для преодоления указанного недостатка ведущими производителями телекоммуникационного оборудования было принято решение о разработке нового стандарта для беспроводных технологий 802.15.4. Новый стандарт получил название ZigBee. Особенности стандарта заключаются в следующем. Стандарт ориентирован на автономные устройства, и создавался, чтобы обеспечить как можно большее время автономной работы, поэтому основное внимание было уделено вопросам энергосбережения. Основными требованиями, предъявляемыми к устройствам, работающим в этом стандарте, являются экономичность, небольшая дальность, невысокая скорость передачи данных, кодирование информации.

К настоящему времени на рынке интегральных микросхем присутствуют устройства от различных производителей, среди которых Chipcon, Texas Instruments, Freescale, Ember, Atmel. Эти микросхемы предназначены для построения автономных беспроводных устройств, среди которых значительную часть представляют различного рода датчики.

Использование беспроводных датчиков позволяет эффективно решать проблемы, связанные с получением данных от измерительных блоков, находящихся на удалении или на перемещающихся объектах, в труднодоступных местах или в зонах с повышенной опасностью.

В данной работе рассматривается вариант беспроводного датчика, в котором применён специализированный трансивер диапазона 2,4 ГГц работающий на физическом уровне стандарта 802.15.4, и приводятся результаты испытаний датчика.

Основными составляющими рассматриваемого датчика являются радиочастотный трансивер и управляющий микроконтроллер. В качестве трансивера использовалась специализированная микросхема CC2420 фирмы Chipcon (Норвегия). В качестве управляющего устройства использовался шестнадцатиразрядный микропроцессор MSP430F2013 фирмы Texas Instruments. Об основных параметрах,

предопределивших выбор именно этих компонентов, можно сказать следующее. CC2420 представляет собой функционально и конструктивно законченный трансивер. В состав трансивера входят передатчик и приёмник диапазона 2,4 ГГц, максимальная выходная мощность передатчика составляет 0 дБм, чувствительность приёмника равна минус 90 дБм. Трансивер имеет встроенный последовательный интерфейс SPI и систему битовой и кадровой синхронизации, что позволяет максимально упростить задачи, возлагаемые на управляющий микропроцессор. CC2420 имеет малое энергопотребление и требует небольшого количества внешних элементов. Отличительными особенностями микропроцессора MSP430F2013 являются его шестнадцатиразрядная архитектура, наличие встроенного шестнадцатиразрядного сигма-дельта АЦП с дифференциальными входами и малое энергопотребление, представленное четырьмя различными режимами.

Память программ микропроцессора имеет объём 2 кБ, чего, в большинстве случаев, недостаточно для организации вычислений приемлемой точности, поэтому в датчике использовались табличные вычисления. Для этого была применена внешняя память EEPROM объёмом 1024 кБ, в которую были записаны рассчитанные заранее результаты вычислений. Каждое значение занимает два байта. Всего в памяти EEPROM размещено по 1000 результирующих значений для каждой из 64 температур. Для измерения температуры использовался встроенный датчик температуры микропроцессора.

В качестве измерительного блока использовался датчик мостового типа, одна из диагоналей которого была подключена к дифференциальному входу АЦП.

Исследованные устройства были собраны на двухслойных печатных платах, что в результате позволило существенно упростить конструкцию и удешевить изготовление модулей. В документации на трансивер приводятся рекомендации для 4-слойной печатной платы, решение о переходе на двухслойную плату должно было дать ответ на вопрос о возможности такой замены.

В экспериментах использовались два модуля, один из которых работал в режиме приёма, другой в режиме передачи. Приёмник был подключен к компьютеру и постоянно находился в режиме приёма. Данные от приёмника передавались в компьютер для последующей обработки. Передатчик периодически передавал информацию в виде пакетов. В качестве данных для передатчика использовался сигнал, снимаемый с диагонали измерительного моста. Этот сигнал оцифровывался встроенным АЦП микропроцессора, записывался в буфер передатчика трансивера и передавался в эфир.

Управление работой трансивера осуществляется с помощью командных стробов и управляющих регистров. Командный строб представляет собой команду, получив которую трансивер выполняет определённую последовательность действий, связанную с этой командой. У данного трансивера имеется 33 управляющих регистра. Каждый из регистров отвечает за настройку определённых параметров трансивера. Обмен данными и передача команд в трансивер выполнялись через последовательный интерфейс SPI.

Испытания беспроводного датчика проводились в температурной камере и на открытом пространстве. Были проведены эксперименты с использованием двух типов антенн: выполненной печатным монтажом и штыревой антенны. В случае с использованием штыревой антенны, была получена дальность, более чем вдвое превышающая дальность при использовании полосковой антенны.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты. Точность датчика - 0,5 %, дальность действия – на открытой местности до 100 м, в помещении до 10 м, напряжение питания 3 В, ток потребления – в режиме измерения 2 мА, в режиме передачи 17 мА, продолжительность работы до 280 часов при ёмкости батареи 140 мА и при одном отсчёте в секунду; также была продемонстрирована целесообразность использования штыревой антенны и двухслойной печатной платы.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о возможности создания эффективных решений на основе использования физического уровня стандарта 802.15.4 при построении беспроводных устройств с автономным питанием.