

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В БЕЗЛИЦЕНЗИОННОМ ДИАПАЗОНЕ 433 МГц

Олег Пушкарев, бренд-менеджер, ЗАО «КОМПЭЛ»

Рассмотрены вопросы построения системы передачи данных в диапазоне 433 МГц на основе микросхемы CC1021 компании Texas Instruments. Показаны преимущества и недостатки использования интегрального трансивера по сравнению с радиопередающими системами на основе готовых модулей.

Сегодня разработчику доступно множество альтернативных технологий для беспроводной передачи данных. Это радиомодемы с собственным протоколом и системы передачи данных на основе стандартов ZigBee/802.15.4, Bluetooth, Wi-Fi и даже Wi-Max. Если требования к пропускной способности и дальности связи не высоки, но в то же время существенным является вопрос цены и требование безлицензионного применения изделия, то разумно будет использовать диапазон 433 МГц. Согласно «Перечню радиоэлектронных средств, для которых не требуется разрешений на использование» устройства дистанционного управления охранной сигнализации и оповещения в диапазоне 433,075...434,79 МГц (433,92 МГц $\pm 0,2\%$) с выходной мощностью до 10 мВт могут эксплуатироваться без специальной регистрации. Еще одним плюсом диапазона 433 МГц является то, что большое число производителей выпускает недорогие микросхемы-трансиверы, которые существенно упрощают разработку высокочастотной части системы.

ГОТОВЫЙ МОДУЛЬ ИЛИ ДИСКРЕТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ?

У инженера есть две возможности построения высокочастотной части устройства. Он может приобрести готовый радиомодуль (см. рис. 1), либо самостоятельно разработать приемопередающее устройство, используя ВЧ-микросхему трансивера, кварцевый резонатор и необходимую «обвязку». Самостоятельная разработка позволяет построить беспроводную часть наилучшим образом с учетом всех особенностей конкретного изделия. Вариант модуля всегда избыточен и экономически менее выгоден при большом количестве выпускаемых изделий. Однако нет однозначного ответа на вопрос, что лучше — модуль или дискретные элементы? Применение готовых модулей имеет свои преимущества. В таблице 1 приведены аргументы «за» и «против» в пользу того или иного подхода.

Разумный водораздел между применением того или иного варианта связан с планируемым объемом выпуска продукта. При промышленном производстве более эффектив-

ным будет построение ВЧ-части на дискретных компонентах, при выпуске небольшого количества изделий (сотни) есть смысл в покупке готового радиомодуля.

ТРАНСИВЕР CC1021 КОМПАНИИ TEXAS INSTRUMENTS

Компанию Texas Instruments по праву можно назвать лидером рынка микросхем для организации беспроводных систем передачи данных. Производственная линейка Chipcon компании Texas Instruments включает в себя широкую номенклатуру трансиверов и передатчиков, работающих в безлицензионных диапазонах. Стоимость радиочастотных компонентов начинается от полутора долларов, что позволяет добавлять беспроводные возможности даже в недорогие бытовые устройства. Классическим примером трансивера для работы в безлицензионных диапазонах является микросхема CC1021 (см. рис. 2). CC1021 — это маломощный трансивер, работающий в диапазонах 433, 868 или 915 МГц. Микросхема CC1021 является взаимозаменяемой с CC1020 при работе с полосой 38,4 кГц и выше.

Относительно узкая полоса пропускания позволила добиться отличных результатов по дальности связи — до полутора километров на открытом пространстве! С помощью SPI-совместимого интерфейса можно программировать все важнейшие параметры: тип радиочастотной модуляции (GFSK/FSK/OOK), выбор Манчестер-кодирования или NRZ-кодирования, уста-

Таблица 1. Преимущества и недостатки разных вариантов построения ВЧ-части

Варианты решения	Преимущества	Недостатки
Готовый радиочастотный модуль	<ul style="list-style-type: none"> – Минимальное время проектирования; – низкие затраты на оценку и тестирование; – гарантированное качество, проверенное временем и большим объемом выпуска; – упрощенная логистика компонентов. 	<ul style="list-style-type: none"> – Характеристики могут не точно соответствовать требуемым; – единственный производитель; – невозможно вносить изменения; – более дорогое решение.
ВЧ часть на дискретных компонентах	<ul style="list-style-type: none"> – Полный контроль над характеристиками; – возможность вносить изменения; – несколько производителей комплектующих; – экономия на стоимости комплектующих; 	<ul style="list-style-type: none"> – Выше затраты на разработку; – требуется тестирование; – сложнее логистика комплектующих.

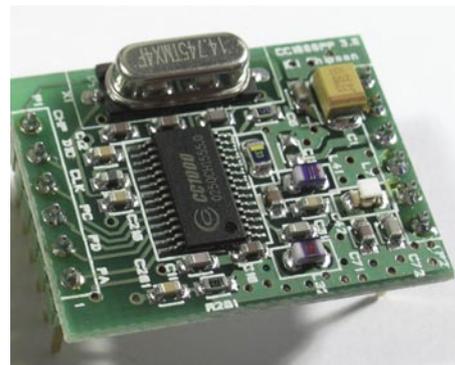


Рис. 1. Типовой радиомодуль



Рис. 2. Трансивер CC1021

новку уровня выходной мощности, скорости передачи данных и полосы пропускания фильтра приемника. Все это дает возможность оптимизировать функции для каждого отдельного приложения и позволяет создавать недорогие, но при этом очень надежные системы радиочастотной связи. Благодаря смесителю с подавлением зеркальной частоты и использованию ФАПЧ, которая отличается быстрым изменением частоты и высоким разрешением, CC1021 оптимально подходит для многоканальных систем, работающих в ISM/SRD диапазонах с частотой 433/868 МГц (Европа) и с частотой 915 МГц (США).

Области применения трансивера CC1021:

- системы сбора информации (в т.ч. АСКУЭ);
- охранные устройства – пульта и датчики;
- медицинское оборудование;
- промышленная телеметрия;
- домашняя автоматизация («умный дом»);
- автосигнализации;
- игрушки.

Малопотребляющий трансивер CC1021 имеет низкое напряжение питания, что позволяет использовать его в автономных устройствах

Таблица 2. Основные технические характеристики CC1021

Наименование параметра	Численное значение параметра
Диапазон частот, МГц	402...470, 804...940
Перестройка по частоте, Гц	Программируемый синтезатор с шагом 300
Вид модуляции	AM (OOK); ЧМ (FSK); Гауссова ЧМ (GFSK);
Скорость, Кбит/с	До 153
Выходная мощность, дБм	+10 (433 МГц)
Чувствительность (BER < 0,1%), дБм	-109 (для ширины канала 38,4 кГц)
Питание, В	2,3...3,6
Ток потребления при приеме, мА	19,9
Ток потребления при передаче, мА	26,7
Ток потребления в энергосберегающем режиме, мкА	Менее 1
Выходной импеданс	54 + j44 Ом (433 МГц)
Рабочая температура, °С	-40...85
Корпус	QFN 32
Особенности	– Программируемая выходная мощность; – выход цифрового уровня принимаемого сигнала (RSSI); – пригоден для системы со скачкообразным изменением частоты; – не требуется внешний фильтр по промежуточной частоте; – встроенная схема битовой синхронизации; – полностью совместим с CC1020 (для ширины канала 38,4 кГц и выше)

с единственным литий-ионным элементом питания. Возможность быстрой перестройки частоты позволяет реализовать на его основе системы с «прыгающей частотой» (FSSS). Сравнительно узкая полоса пропускания обеспечивает повышенную помехоустойчивость и хорошую избирательность по соседнему каналу. Основные технические характеристики CC1021 приведены в таблице 2.

В типичной системе CC1021 используется совместно с микроконтроллером. Микросхема не накладывает никаких ограничений на внешний процессор, поэтому разработчику нет необходимости изучать новый микроконтроллер. Микросхема допуска-

ет использование кварцевого резонатора широкого диапазона частот, 4,9152...19,6608 МГц. Рекомендуемая частота кварцевого резонатора – 14,7456 МГц. Упрощенная блок-схема CC1021 приведена на рисунке 3.

Принятый радиочастотный сигнал усиливается двухкаскадным малошумящим усилителем (LNA и LNA2) и с помощью квадратурного смесителя переносится на низкую промежуточную частоту (307,2 кГц). На промежуточной частоте сигнал проходит через комплексный фильтр и усилитель с переменным коэффициентом усиления. Далее квадратурные составляющие оцифровываются с помощью АЦП. Контроль коэффициента усиле-

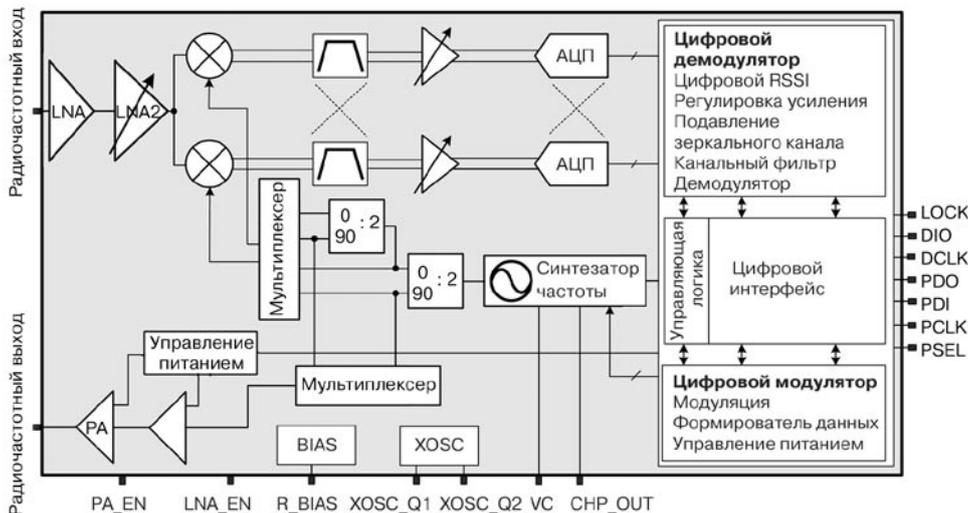


Рис. 3. Упрощенная блок-схема трансивера CC1021.

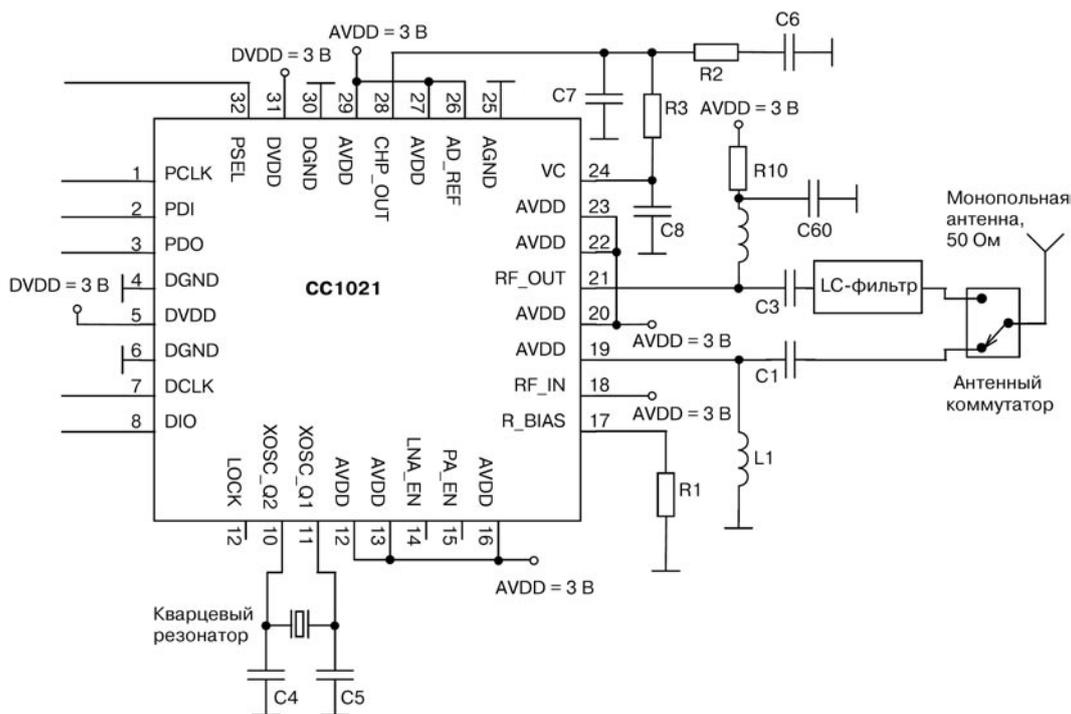


Рис. 4. Типовая схема включения трансивера CC1021

ния, фильтрация, демодуляция и битовая синхронизация производятся цифровыми методами. Демодулированный выходной сигнал поступает на вывод DIO. Синхронные тактовые импульсы могут сниматься с вывода DCLK. Данные об уровне принимаемого сигнала (RSSI) можно считать в цифровом формате через последовательный SPI-интерфейс. Для использования также доступен индикатор наличия несущей, который можно настроить на срабатывание только при определенном уровне несущей.

В режиме передачи синтезированный радиочастотный сигнал поступает непосредственно на усилитель мощности. При FSK-модуляции частота выходного сигнала кодируется входной битовой последовательностью, поступающей на вывод DIO. Уровню «0» соответствует частота F1, уровню «1» — частота F2. Синтезатор частоты включает LC ГУН и расщепитель фазы (90°) для квадратурного смесителя. Диапазон частот ГУН — 1,608...1,880 ГГц. Для конфигурации чипа используется 4 проводной SPI-интерфейс.

Типовая схема включения CC1021 приведена на рисунке 4. Для работы схемы требуется небольшое количество недорогих внешних компонентов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ CC1021

Трансивер CC1021 (CC1020) применяется во множестве устройств в России и за рубежом. О популяр-

ности этой микросхемы говорит тот факт, что поиск в Google по строке CC1020 project дает более 80 тысяч ссылок. В интернете представлены подробные описания проектов, включая схемы, разводки печатных плат и прочую полезную информацию. В одном из проектов (см. рис. 5) на базе CC1020 реализована беспроводная система, передающая значение усилия, с которым закручиваются гайки. Применение CC1020 позволило обеспечить высокую надежность передачи информации при работе в реальных промышленных условиях.

Практическую разработку на базе CC1021 удобно вести с помощью комплекта разработчика CC1020/1070DK. Комплект включает в себя плату CC1020EV для подключения к параллельному порту ПК и дополнительные модули на базе CC1020 и CC1070. С его помощью разработчики смогут быстро начать разработку собственных устройств, используя в качестве образца печатную плату, которая входит в состав данного комплекта. В состав комплекта также включен программный пакет SmartRF® Studio (см. рис. 6), который позволяет автоматически



Рис. 5. Гаечный ключ на базе CC1020 с беспроводным съемом информации об усилии

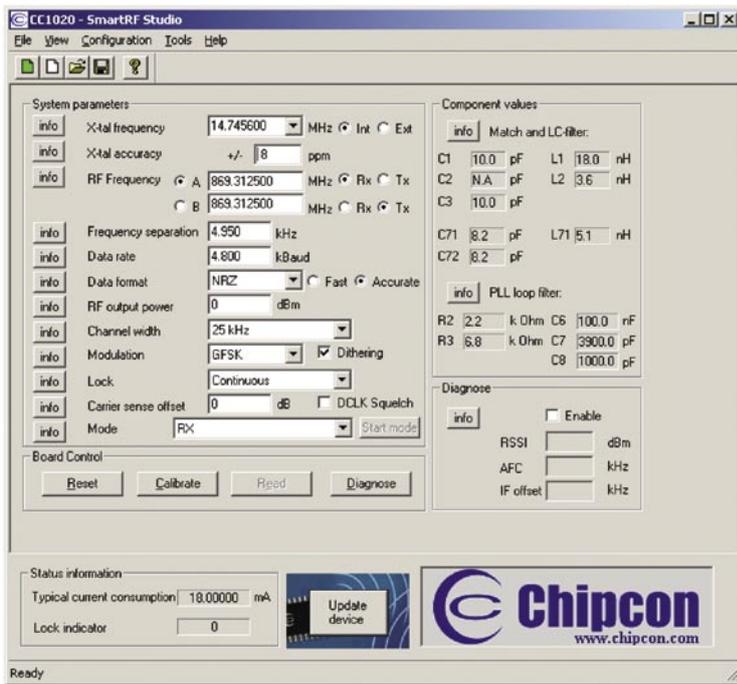


Рис. 6. Окно программы SmartRF Studio

создавать конфигурационные данные для настройки микроконтроллера. В документации разработчик найдет принципиальные схемы и гербер-файлы печатных плат, что существен-

но упрощает разработку собственного устройства. Для разработки устройств можно также использовать комплект разработчика CC1100/CC2500 DK. Компания Texas Instruments предлага-

ет готовый проект (Application Note) по передаче данных на базе микроконтроллера MSP430F169 и трансивера CC1021. Программное обеспечение для MSP430F1xx/41x MSP430 написано на языке Си и может быть свободно загружено с сайта компании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование безлицензионного диапазона частот 433 МГц является оптимальным с точки зрения доступности и стоимости ВЧ-компонентов, относительной простоты конструкции и, главное, сертификации и последующего легального использования беспроводной системы конечным потребителем. Трансивер CC1021 компании Texas Instruments способен передавать данные на короткие расстояния со скоростью до 153 Кбит/с. Большое количество настроек и удобные отладочные средства позволяют быстро разрабатывать оптимизированные по цене решения – от систем промышленной автоматизации до охранных брелков автомобильной сигнализации.

По вопросам поставки и получения технической информации обращайтесь в компанию КОМПЭЛ (www.compel.ru) по телефону (495) 995-0901 или по электронной почте wireless@compel.ru

Technology for Innovators®

УЗКОПОЛОСНЫЕ ТРАНСИВЕРЫ **CC1020, CC1021**

ОСОБЕННОСТИ:

- Программируемая рабочая частота в диапазонах: 402...470 МГц и 804...940 МГц
- Высокая чувствительность приемника: CC1020 до -121 dBm, CC1021 до -111 dBm
- Ток потребления в режиме приема 17,3 мА
- Напряжение питания от 2,3 до 3,6 В
- Скорость передачи данных до 153,6 кбит/с
- Программируемая выходная мощность
- Не требует внешних фильтров ПЧ
- Виды модуляции – FSK/GFSK и ASK/OOK
- Шаг сетки частот менее 300 кГц
- Корпус QFN-32 (7x7 мм)
- Температурный диапазон: -40...85°C

www.compel.ru