

# «БЕСПРОВОДНОЙ» МИКРОКОНТРОЛЛЕР АХМ0F243 ОТ ON SEMICONDUCTOR

**АНДРЕЙ ЧИСТОХВАЛОВ**, инженер-разработчик

*В статье рассматривается довольно неожиданная новинка – микроконтроллер АХМ0F243 от компании ON Semiconductor. Микроконтроллер базируется на ядре ARM Cortex M0+. Кратко описываются основные узлы, и приводятся некоторые параметры.*

## ВВЕДЕНИЕ

Довольно неожиданная новинка – микроконтроллер АХМ0F243 от ON Semiconductor. Ранее компания производила ASIC с ядрами ARM Cortex M0+ и ARM Cortex M3, но никогда не выпускала микроконтроллеры (МК). Но все течет, все изменяется – и вот перед нами первый МК компании. Он базируется на ядре Cortex M0+ и предназначен для беспроводных приложений в субгигагерцовом диапазоне. С помощью АХМ0F243 можно реализовать очень многие проприетарные или стандартные протоколы передач.

Встроенный синтезатор частот позволяет генерировать несущую частоту в диапазоне 27–1050 МГц, что делает возможным использование МК как в лицензируемых, так и в нелицензируемых диапазонах. При этом если частота выше 400 МГц, то можно вместо внешнего дросселя использовать встроенную индуктивность. Напряжение питания МК изменяется в пределах 1,8–3,6 В, что позволяет использовать батарейное питание. В режиме глубокого сна ток потребления не превышает 2,5 мкА. Производится МК в 40-выводном корпусе QFN (7×5 мм), диапазон его рабочей температуры составляет –40...85°C. Структурная схема МК показана на рисунке 1.

## ЦИФРОВЫЕ БЛОКИ МК

Как видно из структурной схемы, микроконтроллеры проектировали приверженцы минимализма. Ничего лишнего в нем нет – цифровая часть не содержит узлов, которые следовало бы расписать во всех подробностях, поэтому мы их перечислим, упомянув основные параметры.

Начнем описание с подсистемы ЦП и памяти. Тактирование ядра производится частотой 48 МГц. В состав ядра входит 8-входной контроллер векторных прерываний NVIC. Кроме того, в состав подсистемы входит контроллер пробуждения WIC, обеспечивающий переход из режимов с пониженным энергопотреблением в активный режим. Отладка МК осуществляется через 2-проводной последовательный интерфейс с помощью JTAG.

Объем флэш-памяти составляет 64 Кбайт. В состав модуля входит ускоритель чтения памяти, что в среднем позволяет осуществить доступ к памяти за один единственный цикл при тактировании ее частотой 48 МГц. ОЗУ объемом 8 Кбайт также тактируется частотой 48 МГц.

Система тактирования содержит встроенный главный осциллятор (IMO), низкочастотный осциллятор ILO и «часовой» осциллятор WCO 32 кГц. Осциллятор IMO используется для тактирования ядра – он подстраивается в процессе тестирования при производстве. Его погрешность не превышает ±2%. 40-кГц осциллятор с очень малым энергопотреблением тактирует сторожевой таймер.

Блок таймера с пятью 16-бит счетчиками может работать в режиме захвата. Возможно и программирование блока в режиме ШИМ с комплементарным выходом и программируемым мертвым временем. В состав МК входят следующие последовательные интерфейсы.

- I2C. Максимальная скорость передачи: 400 Кбит/с, 8-уровневый буфер FIFO для приема и передачи.
- SPI. 4-проводной дуплексный режим.
- UART. Максимальная скорость передачи: 1 Мбит/с. Поддерживаются также интерфейсы LIN и IrDA.

Заканчивая описание цифровых модулей МК, отметим наличие программируемых логических блоков, позволяющих реализовать логические операции с внешними сигналами, и 19 линий ввода/вывода общего назначения с отдельными буферами для входных и выходных сигналов.

## АНАЛОГОВЫЕ БЛОКИ МК

Набор аналоговых блоков довольно велик для такой скромной цифровой «начинки». В их состав входят:

- 12-бит АЦП последовательного приближения;
- два операционных усилителя;
- компаратор с низким энергопотреблением;
- ЦАП с токовым выходом;
- аналоговый мультиплексор.

Максимальная производительность АЦП достигает 1 Мвыб/с при частоте тактирования 18 МГц. Полное время преобразования занимает 18 циклов. Время выборки и коэффициент усиления программируются пользователем. При этом время выборки задается так, чтобы в зависимости от коэффициента усиления погрешность, вызванная временем установки сигнала на выходе усилителя, не превысила заданную величину.

Операционные усилители конфигурируются также для работы в режиме компаратора или буфера, а также в режиме усилителя с программируемым коэффициентом усиления. Оба аналоговых компаратора с низким энергопотреблением остаются активными в режиме глубокого сна. Номер внешнего вывода, с которым соединяется выход ЦАП, выбирается пользователем. Аналоговый мультиплексор коммутирует две шины, к которым подключены внешние выводы МК и аналоговые модули.

## РЧ-ПОДСИСТЕМА

Эта подсистема поддерживает следующие виды модуляции сигнала: FSK, MSK, 4-FSK, GFSK, GMSK, AFSK, ASK, FM. В ее состав входит полностью интегрированный синтезатор частот. Он обеспечивает генерацию несущих частот в диапазоне 27–1050 МГц с разрешением 1 Гц и быструю установку

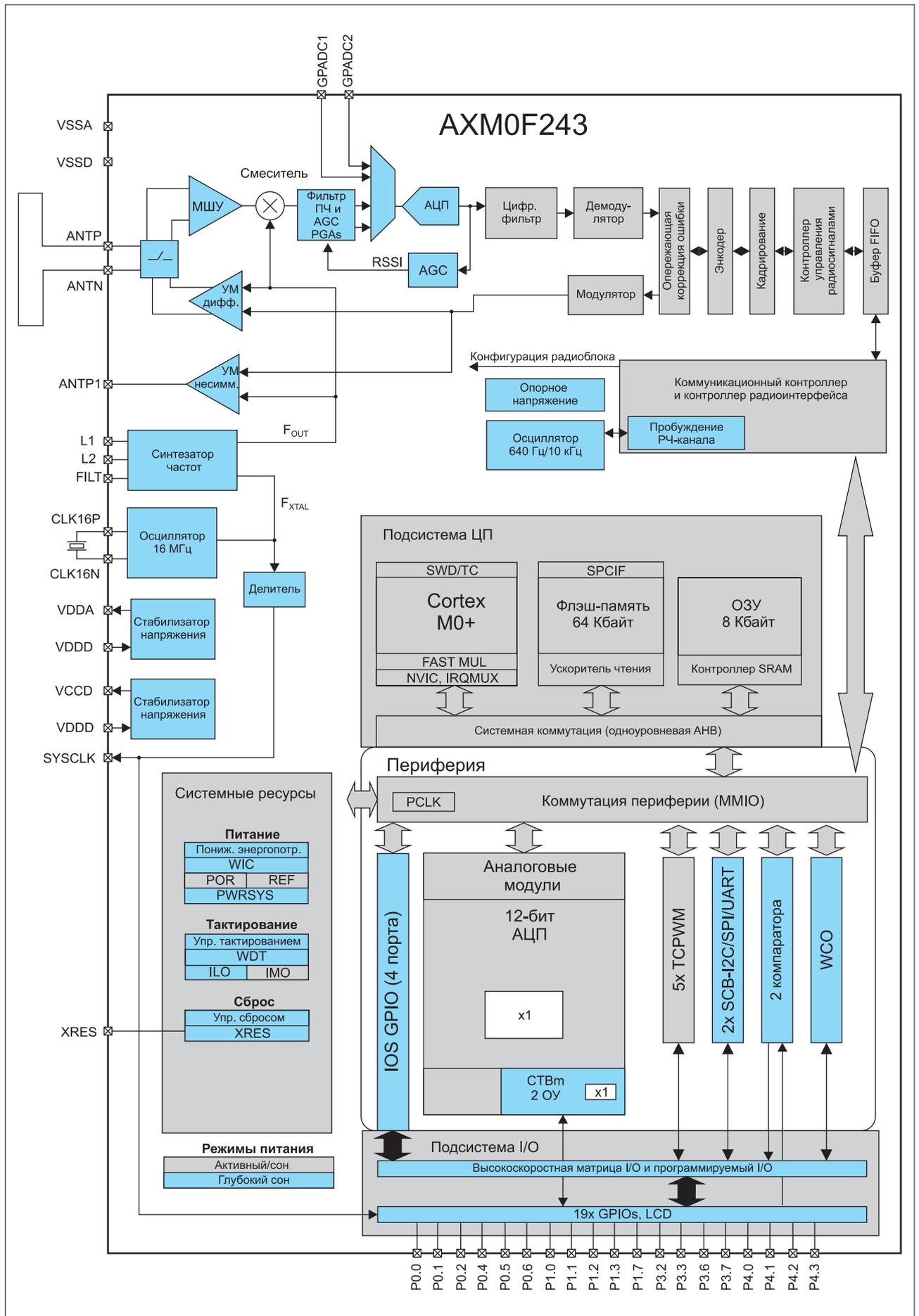


Рис. 1. Структурная схема МК

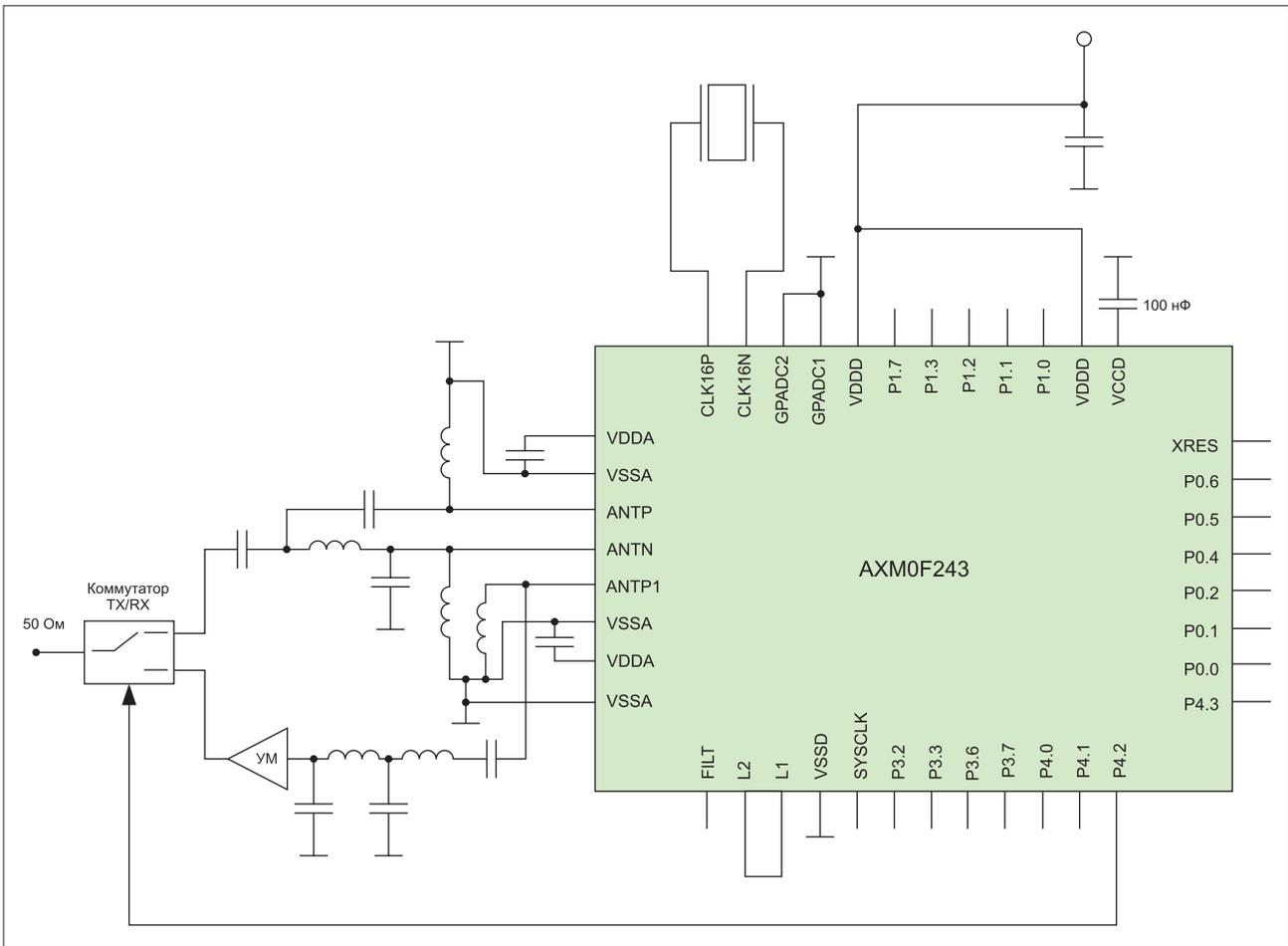


Рис. 2. Пример подключения антенны при низкой выходной мощности

частоты в пределах 5–50 мкс в зависимости от настроек. Пропускная способность при передаче адаптируется к скорости передаче данных. Например, при передаче сигнала с модуляцией типа FSK, MSK требуется, чтобы полоса пропускания на порядок превышала скорость передачи данных. Приемник сигнала программируется на заданную несущую частоту.

Встроенный генератор, управляемый напряжением (VCO), позволяет генерировать несущую частоту выше 400 Гц. Для получения более низкой частоты используется внешняя индуктивность. Управляющее напряжение VCO может фильтроваться от помех с помощью внешнего фильтра. Такая конфигурация применяется в приложениях, где требуется низкое значение фазового шума.

Возможны два способа соединения с антенной: дифференциальное и несимметричное подключения. Согласующие схемы с указанием номинальных значений компонентов для обоих случаев приведены в [1]. Возможны два варианта использования антенны.

1. И в режиме приема, и в режиме передачи используется дифференциальное подключение антенны. Переключение между режимами происходит встроенным ключом. Такой вариант рекомендуется при использовании дипольной антенны.
2. В режиме передачи используется дифференциальное подключение антенны, а в режиме приема – несимметричное. В этом случае для переключения между режимами применяется внешний ключ. Такой вариант рекомендуется при низкой выходной мощности – он энергоэффективнее. Пример такого подключения показан на рисунке 2.

Приведем некоторые параметры радиоканала по току потребления:

- прием при частоте 169 МГц: 6,5 мА;
- прием при частоте 433 и 868 МГц: 9,5 мА;
- передача при мощности 0 дБм: 7,6 мА;
- передача при мощности 10 дБм: 21 мА;
- передача при мощности 15 дБм: 55 мА;
- чувствительность приемника без использования метода опережающей коррекции FEC:
  - при частоте 868 МГц, модуляции FSK и скорости передачи 0,1–125 Кбит/с: –135...–105 дБм, соответственно;
  - при частоте 868 МГц, модуляции PSK и скорости передачи 0,1–125 Кбит/с: –138...–108 дБм, соответственно;
- чувствительность приемника с использованием метода опережающей коррекции FEC:
  - при частоте 868 МГц, модуляции FSK и скорости передачи 0,1–50 Кбит/с: –137...–111 дБм, соответственно.

#### Выводы

Простой и экономичный МК AXM0F243 от ON Semiconductor, судя по всему, предназначен для первичной обработки сигналов аналоговых датчиков с последующей их передачей по беспроводному каналу на следующий уровень системы управления. Наличие ЦАП с токовым выходом и возможность реализовать ШИМ, в т.ч. комплементарный ШИМ с регулируемым мертвым временем, позволяет использовать МК для управления простыми исполнительными механизмами с электроприводом. ☞

#### ЛИТЕРАТУРА

1. AXM0F243 SoC Ultra-Low Power RF-Microcontroller for RF Carrier Frequencies in the Range 27–1050 MHz//www.onsemi.com.