

STM32WB55 — НОВОЕ РЕШЕНИЕ STMICROELECTRONICS ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИОТ-УСТРОЙСТВ

Святослав Зубарев (г. Смоленск)
Павел Башмаков, active@ptelectronics.ru

Компания STMicroelectronics — один из лидеров рынка электронных компонентов — представила новую мультипротокольную систему на базе кристалла STM32WB55. Система предназначена в первую очередь для создания IoT-устройств (устройств «Интернета вещей») и имеет поддержку протоколов Bluetooth Low Energy 5.0, ZigBee и Thread, малое энергопотребление и высокую производительность.

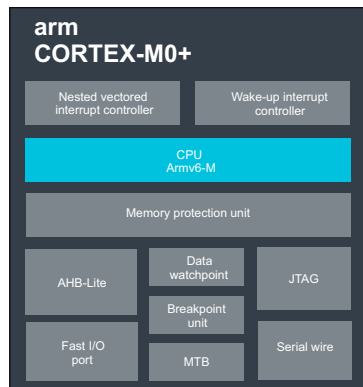
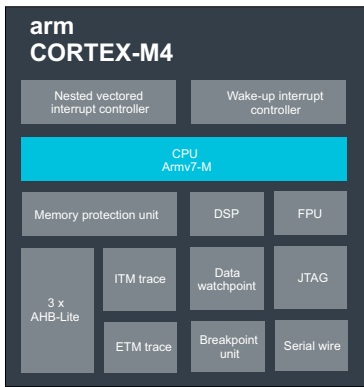
ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Микроконтроллеры линейки STM32WB55 построены на базе малопотребляющего ядра STM32 Cortex-M4F (50 мкА/МГц), благодаря чему в режиме приема ток потребления микросхемы составляет всего 3,8 мА. Ядро Cortex-M4F имеет встроенный блок для выполнения операций с плавающей точкой (FPU) ординарной точности, а также реализует набор инструкций для операций цифровой обработки сигналов (DSP),

которые поддерживаются бесплатной библиотекой DSP-lib от ARM, в которую, в свою очередь, входят базовая и векторная математика, быстрые тригонометрические функции типа sin, cos, sqrt и т. д., линейная и билинейная интерполяции, БПФ, функции для работы с матрицами и многое другое. Кроме того, ядро Cortex-M4F имеет оптимизированные инструкции SIMD (single instruction multiple data), позволяющие осуществлять работу с пакетированными данными и параллельно выполнять операции с несколькими операндами 8- или 16-бит данных, а также содержит блок защиты памяти (MPU), который повышает безопасность приложений и имеет на борту адаптивный ускоритель реального времени (ART Accelerator).

Особенность линейки STM32WB55 — использование Cortex-M0+ в качестве дополнительного ядра, служащего для разгрузки основного процессора и обеспечения работы в режиме реального времени радиочасти микроконтроллера (рис. 1).

Другое отличие линейки STM32WB55 от уже существующих на рынке решений — присутствие встроенного драйвера пассивного ЖКИ-дисплея с внутренним повышающим преобразователем и разрешением до 8x40 или 4x44, а также поддержка USB2.0 FS и достаточно большой объем памяти — до 1 Мбайт Flash и 256 кбайт RAM.



STM32WB55 обладает встроенным интерфейсом Quad-SPI, а передача данных между микросхемой и периферийными устройствами (а также между разделами памяти внутри самого контроллера) осуществляется двумя контроллерами DMA (по семь каналов каждый) с полным доступом к каждому каналу с помощью периферии DMAMUX (рис. 2).

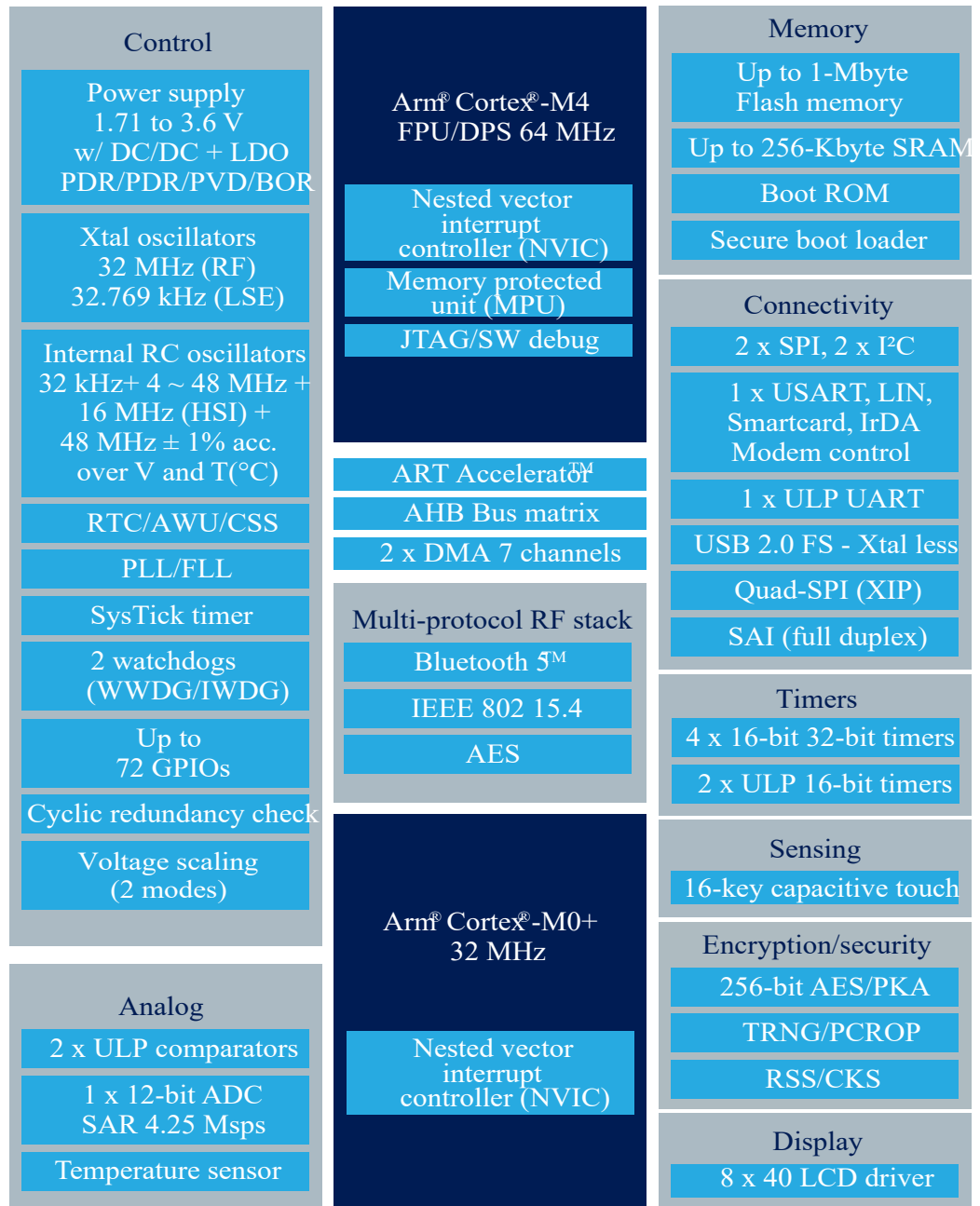
STM32WB55 имеет на борту межпроцессорный контроллер связи Inter (IPCC) для связи с Bluetooth Low Energy и 802.15.4 через шесть



Рис. 1.
Структура ядер Cortex-M4 и Cortex-M0+



Рис. 2.
Блок-схема микроконтроллера STM32WB55



двунаправленных каналов, а FLASH- и SRAM-память оснащены защитой от считывания и записи, а также защитой проприетарного кода. Два механизма AES-шифрования, PKA и RNG, обеспечивают MAC нижнего уровня и верхний уровень криптографии.

Устройства STM32WB55 снабжены встроенным 16-разрядным АЦП и двумя компараторами с ультранизким энергопотреблением, связанны-

ми с генератором опорного напряжения высокой точности.

Также STM32WB55 содержат маломощный RTC, один 16-разрядный четырехканальный таймер, два 16-разрядных двухканальных, один 32-разрядный четырехканальный, два 16-разрядных со сверхнизким энергопотреблением, один независимый SysTick и один независимый сторожевой таймер.

Таблица 1.
Сравнительные характеристики микроконтроллеров линейки STM32WB55

ХАРАКТЕРИСТИКА		STM32WB55CX			STM32WB55RX			STM32WB55VX		
FLASH (кбайт)		256	512	1024	256	512	1024	256	512	1024
SRAM (кбайт)		128	256	256	128	256	256	128	256	256
BLE		V5.0 (2 Мбит/с)								
IEEE 802.15.4		Есть								
Таймеры	Расширенный	1 (16 бит)								
	Общего назначения	2 (16 бит) + 1 (32 бит)								
	Таймер выключения	2 (16 бит)								
	Системный таймер	1								
Интерфейсы связи	SPI	1						2		
	I ² C							2		
	USART							1		
	LPUART							1		
	SAI							2 канала		
	USB FS							Есть		
	QSPI							1		
RTC		1								
Пин внешнего прерывания		1						3		
Активирующий (пробуждающий) пин		2						5		
LCD, COMxSEG		Есть, 4x13			Есть, 7x23 или 4x26			Есть, 8x40 или 4x44		
Интерфейсы ввода/вывода общего назначения (GPIOs)		30			49			72		
Емкостные датчики		1x4			3x4			7x4		
Число каналов 16-битного АЦП		13 (включая 3 внутренних)			19 (включая 3 внутренних)					
Внутреннее Vref		Нет						Есть		
Аналоговый компаратор		2								
Максимальная рабочая частота		64 МГц								
Диапазон рабочих температур		-40...+85/+105 °C								
Напряжение питания		1,71–3,6 В								
Корпус		48-контактный UQFN (шаг 0,5 мм)			68-контактный VQFN (шаг 0,4 мм)			100-контактный WLCSP (шаг 0,4 мм)		

Контроллеры STM32WB55 способны работать в диапазоне температур $-40...+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+125\text{ }^{\circ}\text{C}$) с напряжением питания 1,71–3,6 В и доступны в 48-контактных UQFN-, 68-контактных VQFN- или 100-контактных WLCSP-корпусах.

Более подробные характеристики микроконтроллеров линейки STM32WB55 приведены в таблице 1.

БЕСПРОВОДНЫЕ ПРОТОКОЛЫ STM32WB55

Как уже было отмечено, микроконтроллеры линейки STM32WB включают два ядра: Arm Cortex-M4 — для запуска основного приложе-

Рис. 3. Поддерживаемые линейкой STM32WB55 беспроводные протоколы

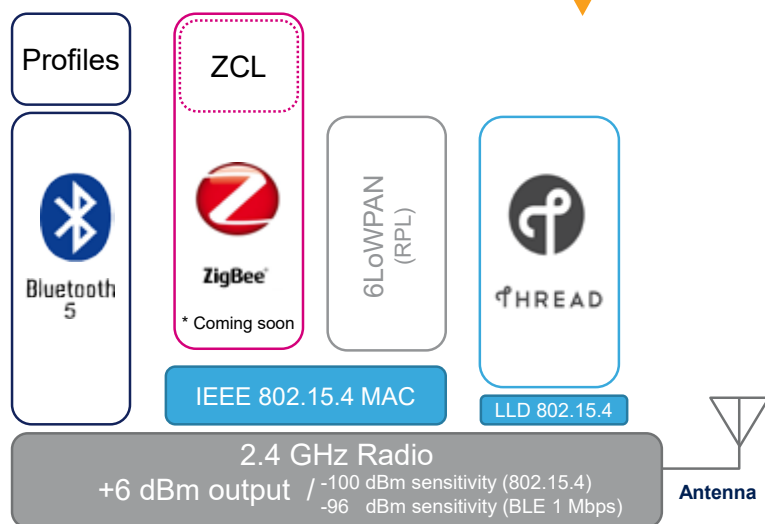


Рис. 4. Применение STM32WB55

ния и Cortex-M0+ — для разгрузки основного процессора и обеспечения работы в реальном времени Bluetooth (BLE) 5 и IEEE 802.15.4. Помимо BLE, радиочасть микроконтроллеров также может работать и с другими беспроводными протоколами, такими как Thread, ZigBee или проприетарными протоколами, предоставляющими широкие возможности для разработки устройств «Интернета вещей» (рис. 3).

STM32WB55 обеспечивают повышенную дальность связи в диапазоне 2,4 ГГц благодаря высокой чувствительности 100 дБ (802.15.4) и выходной мощности +6 дБм, которая может быть запрограммирована с шагом в 1 дБ, потребляя всего 5,5 мА в режиме передачи и 3,8 мА в режиме приема.

Совокупность высокой производительности, достигаемой за счет использования двух ядер, поддержки беспроводных протоколов, малого энергопотребления и большого объема памяти поднимает микроконтроллеры STM32WB55 на лидирующие позиции рынка IoT-устройств.

ЗАЩИТА И ПРИМЕНЕНИЕ

В первую очередь STM32WB55 предназначены для создания IoT-устройств (рис. 4).

Однако при создании устройств «Интернета вещей» немаловажна и необходимость обеспечения их безопасности. STM32WB55 позиционируется для применения в широком диапазоне устройств, поэтому включает различные механизмы по защите данных и программ. Для поддержания безопасной работы используется защита памяти от чтения и записи, AES-шифрование, специальные процедуры для хранения ключей и отдельные выводы для реализации защиты от вскрытия корпуса изделия:

- Безопасная установка прошивки (SFI) для Bluetooth с низким энергопотреблением и стекom 802.15.4 SW.
- Аппаратное шифрование 3x AES 256 бит.
- Хранение ключей клиента/услуги менеджера ключей.
- HW Public Key Authority (PKA).
- Криптографические алгоритмы: RSA, Diffie-Hellman, ECC over GF (p).
- Генератор истинных случайных чисел (TRNG).
- Защита сектора от работы R/W (PCROP).
- Блок расчета CRC.
- 96-битный уникальный идентификатор.
- 64-битный уникальный идентификатор. Возможность получения 802.15.5 64-битной и Bluetooth Low Energy 48-битной EU1.

Алгоритм, по которому проходит подключение и обновление программного кода контроллера, состоит из следующих стадий (рис. 5):

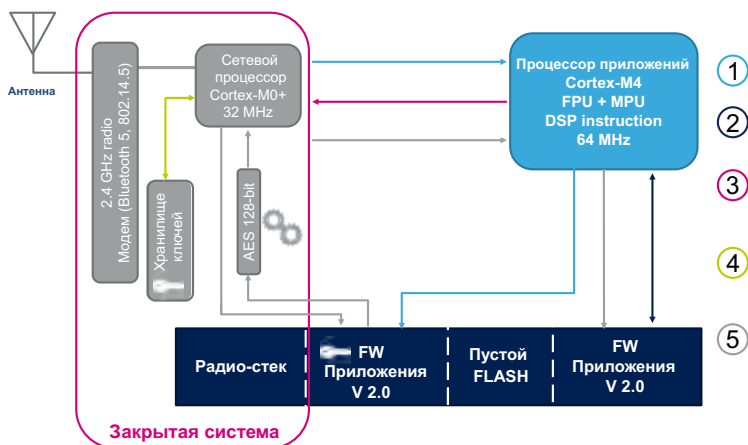


Рис. 5. Алгоритм загрузки программного кода на STM32WB55

1. Получен новый пакет данных.
2. Запущен процесс обновления.
3. Процессор отправляет подпись пакета данных и ключ шифрования для аутентификации.

4. Проверка соответствия подписи аутентификации предварительно запрограммированному ключу (если подпись не соответствует, процесс прерывается и устройство перезагружается).
5. Пакет данных расшифровывается с помощью проприетарного ключа, и происходит загрузка на устройство.

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ И РАЗРАБОТКИ

Поскольку линейка STM32WB55 является частью экосистемы STM32 от STMicroelectronics, то для работы с ней доступен тот же набор отладочных средств, что и для прочих продуктов компании, а именно (рис. 6):

- Программное обеспечение STM32Cube, включающее сотни готовых к использованию примеров, беспроводные стеки и библиотеки.

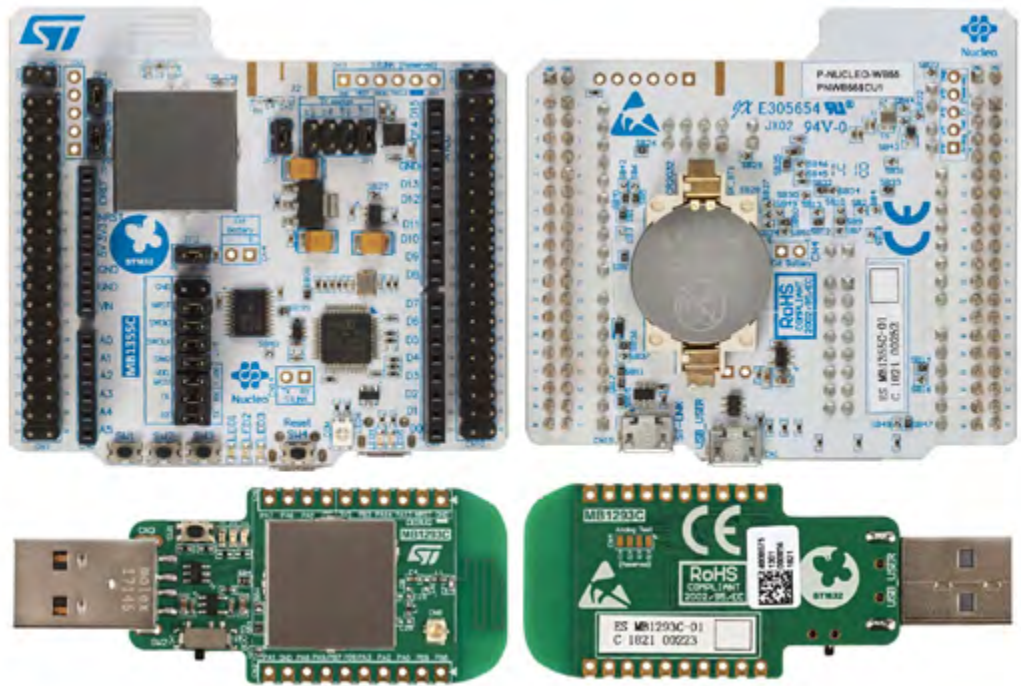
Рис. 6. Средства разработки STM32WB55

Таблица 2. Сравнительные характеристики микроконтроллеров линейки STM32WB55

ХАРАКТЕРИСТИКА	MB1355C	MB1293C
Микроконтроллер	STM32WB55RG в корпусе VFQFPN68	STM32WB55CG в корпусе UFQFPN48
Приемопередатчик	Радиочастотный приемопередатчик 2,4 ГГц, поддерживающий спецификации Bluetooth 5.0 и IEEE 802.15.4-2011 PHY и MAC	
Встроенный осциллятор	LSE 32,768 кГц со встроенными подстроечными конденсаторами	
Антенны	Встроенная антенна на печатной плате или разъем для разъема SMA	Встроенная антенна на печатной плате или разъем UFL
USB	1×micro USB-порт	1×USB-порт
Расширение	Arduino UNO V3- и ST-морфоразъемы	–
Отладка	Встроенный отладчик/программатор ST-LINK/V2-1 с возможностью повторного перечисления через USB: запоминающее устройство, виртуальный COM-порт и порт отладки	–
Дополнительная периферия	Три пользовательских индикатора, три пользовательские кнопки и кнопка сброса	Переключатель для управления загрузкой, кнопка пользователя, три индикатора пользователя
Питание	ST-LINK USB VBUS или внешние источники; разъем на плате для батареи CR2032	USB



Рис. 7.
Внешний вид
отладочных
модулей MB1355C
(вверху) и MB1293C
(внизу)



- Дополнительный специализированный инструмент разработки STM32CubeMonRF с графическим интерфейсом, который позволяет проводить мониторинг и тестировать производительность радиомодуля.
- STM32CubeMX графический генератор кода для STM32.
- Программные пакеты от сторонних производителей (IAR, Keil, Cosmic и т. д.).

В качестве комплекта для разработки на базе STM32WB55 компания STMicroelectronics предлагает пользователям комплект P-NUCLEO-WB55 с платами MB1355C и MB1293C (рис. 7).

Применение отладочных плат значительно упрощает процесс разработки и создания прототипных решений. Сравнительные характеристики плат приведены в таблице 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания STMicroelectronics в очередной раз выпустила передовое решение, предназначенное на этот раз для рынка устройств «Интернета вещей». Линейка STM32WB55 работает сразу на двух ядрах ARM (M4 и M0+), имеет поддержку протоколов Bluetooth Low Energy 5.0, ZigBee и Thread, малое энергопотребление и высокую производительность, под-

держивается программными пакетами от ST (STM32CubeMonRF, STM32CubeMX) и сторонних производителей, а также имеет доступные платы для отладки и разработки. Все это в совокупности делает линейку микроконтроллеров STM32WB55 отличным выбором для создания и быстрого вывода на рынок собственных IoT-устройств.



Литература

1. STM32WB55xx. Datasheet. Multiprotocol wireless 32-bit MCU Arm®-based Cortex®-M4 with FPU, Bluetooth® 5 and 802.15.4 radio solution
2. STM32WB Wireless Series Bluetooth™ 5 & IEEE 802.15.4
3. UM2435. User manual. Bluetooth® Low Energy and 802.15.4 Nucleo pack based on STM32WB Series microcontrollers