

# BLUETOOTH-ПРОДУКТЫ КОМПАНИИ STMICROELECTRONICS

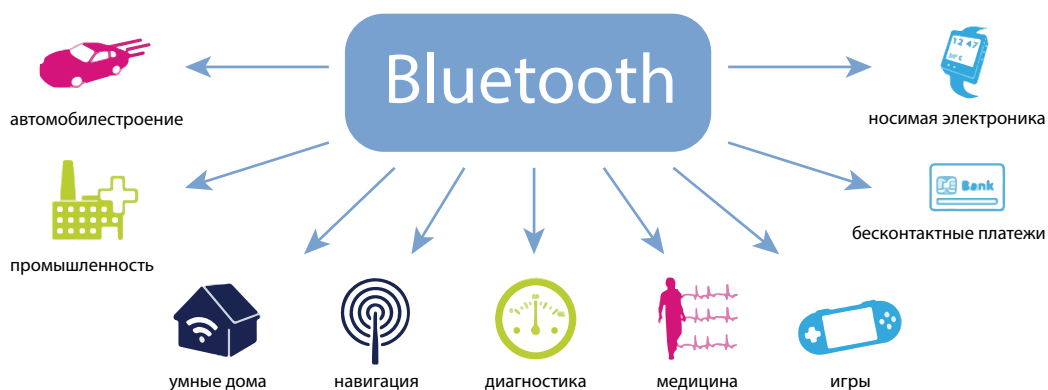
Илья Горобцов, iliya\_gorobtsov@mail.ru

В статье дано описание модулей Bluetooth производства STMicroelectronics. Приведены их технические характеристики, архитектура, возможности периферии и интерфейсных модулей. Рассмотрены отладочные средства, построенные на этих модулях, пакеты программного обеспечения и приложения для просмотра полученных данных.

Современные устройства должны соответствовать таким технико-экономическим показателям, как: небольшая цена элементной базы, малые габариты, высокая производительность и низкое энергопотребление устройства, причем без потерь функциональных возможностей. Кроме того, в некоторых случаях требуется

обеспечить способность подключения устройства к другим — для дистанционного управления операциями, получения и обработки данных, определения местоположения объекта и т. д. При малых расстояниях контактирования устройств под все эти условия подходит технология Bluetooth.

Трудно представить современное оборудование, не содержащее Bluetooth. Эта технология используется во всех сферах жизни человека (рис. 1): начиная от телефонов и браслетов и заканчивая промышленными решениями. Она находит применение и в концепции «Интернета вещей» (Internet of things, IoT), с помощью которой можно исключить из некоторых действий и операций необходимость участия



**Рис. 1.**  
Актуальность Bluetooth

человека, организовав передачу данных по беспроводной сети.

Компания STMicroelectronics предлагает широкий ассортимент компонентов Bluetooth (табл. 1).

В данной статье будут рассмотрены модули BlueNRG-1/2. Они могут одновременно поддерживать режимы как ведущего, так и ведомо-

го, а интерфейс подключения SPI позволяет им генерировать прерывания и сигналы сброса. Данные модули используются в IoT-технологиях, «умных» часах, товарах для фитнеса и здоровья, медицинских приборах, системах безопасности, устройствах с дистанционным управлением, промышленности, мобильных устройствах и персональных компьютерах.

**Таблица 1.**  
**Технические характеристики Bluetooth-компонентов от STMicroelectronics**

| КОМПОНЕНТ  | ВЕРСИЯ  | ЯДРО      | РАБОЧЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ, В | ПОТРЕБЛЯЕМЫЙ ТОК, МА | МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ, ДБМ | ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРИЕМНИКА, ДБМ | КОРПУС              |
|------------|---------|-----------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| BlueNRG-MS | BLE 4.1 | Cortex-M0 | 1,7–3,6               | Rx: 7,3<br>Tx: 8,2   | +8                                  | -88                             | QFN32, WCSP34       |
| BlueNRG-1  | BLE 4.2 | Cortex-M0 | 1,7–3,6               | Rx: 7,3<br>Tx: 8,2   | +8                                  | -88                             | QFN32 (AEC), WCSP34 |
| BlueNRG-2  | BLE 4.2 | Cortex-M0 | 1,7–3,6               | Rx: 7,3<br>Tx: 8,2   | +8                                  | -88                             | QFN 48, WCSP34      |
| SPBTLE-RF  | BLE 4.1 | Cortex-M0 | 1,7–3,6               | Rx: 7,72<br>Tx: 12,5 | +4                                  | -88                             | PC-модуль           |
| SPBTLE-RF0 | BLE 4.1 | Cortex-M0 | 1,7–3,6               | Rx: 15<br>Tx: 20,5   | +4                                  | -88                             | PC-модуль           |
| SPBTLE-1S  | BLE 4.2 | Cortex-M0 | 1,7–3,6               | Rx: 7,7<br>Tx: 15    | +5                                  | -84                             | PC-модуль           |

## АРХИТЕКТУРА МОДУЛЕЙ

Модуль BlueNRG-MS работает либо в режиме ведущего, либо в режиме ведомого. Содержит высокопроизводительное и малопотребляющее ядро Cortex-M0, а также Flash-память, составляющую 64 кбайт (рис. 2). Предусмотрены режимы низкого энергопотребления.

BlueNRG-1/2 — это система с низким энергопотреблением (использует Bluetooth Low Energy, BLE). Модуль построен на ядре Cortex-M0, содержит 160 кбайт (BlueNRG-2 — 256 кбайт) Flash-памяти, 24 кбайт RAM, а также поддерживает периферийные коммуникационные интерфейсы SPI, UART и I<sup>2</sup>C. Также он оснащен



**Рис. 2.**  
Блок-схема  
BlueNRG-MS

многофункциональными таймерами, сторожевым таймером, часами реального времени и DMA. В состав системы включен АЦП, обеспечивающий взаимодействие с аналоговыми датчиками. Для широтно-импульсной модуляции доступен цифровой фильтр.

BlueNRG-1/2 предлагает те же радиочастотные характеристики, что и BlueNRG-MS, а встроенный высокопроизводительный DC/DC-преобразователь тоже обеспечивает низкое потребление энергии. Однако при этом BlueNRG-1/2 потребляет меньше тока в режиме сна, что позволяет увеличить срок службы батареи.

Следующее устройство, SPBTLE-1S, — сертифицированный модуль с низким энергопотреблением на чипе, соответствующий спецификациям Bluetooth 4.2. В основу положен модуль BlueNRG-1, пакет BLE и протоколы встроены в модуль. Помимо периферии, содержащейся в BlueNRG, включает интерфейс SWD.

Модули SPBTLE-RF/RFO построены на основе BlueNRG-MS, но в отличие от него могут одновременно работать в режиме как ведущего, так и ведомого. Друг от друга данные устройства отличаются количеством осцилляторов (табл. 2). Также SPBTLE-RF имеет встроенный малопотребляющий генератор.

**Таблица 2.**  
Архитектура модулей Bluetooth

| МОДУЛЬ     | ЯДРО      | ПАМЯТЬ, КБАЙТ         | ПЕРИФЕРИЯ   | АЦП    | ТАЙМЕРЫ  |
|------------|-----------|-----------------------|---|--------|--|
| BlueNRG-MS | Cortex-M0 | Flash: 64<br>RAM: 12  | 1×SPI   | –      | –  |
| BlueNRG-1  | Cortex-M0 | Flash: 160<br>RAM: 24 | 1×UART<br>2×PC<br>1×SPI<br>14, 15 GPIO<br>DMA     | 10-бит | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Два таймера общего назначения</li> <li>• Сторожевой таймер</li> <li>• Часы реального времени</li> </ul> |
| BlueNRG-2  | Cortex-M0 | Flash: 256<br>RAM: 24 | 1×UART<br>2×PC<br>1×SPI<br>14, 15, 26 GPIO<br>DMA | 10-бит | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Два таймера общего назначения</li> <li>• Сторожевой таймер</li> <li>• Часы реального времени</li> </ul> |
| SPBTLE-1S  | Cortex-M0 | Flash: 160<br>RAM: 24 | 1×UART<br>2×PC<br>1×SPI<br>14 GPIO<br>DMA<br>SWD  | 10-бит | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Два таймера общего назначения</li> <li>• Сторожевой таймер</li> <li>• Часы реального времени</li> </ul> |
| SPBTLE-RF  | Cortex-M0 | Flash: 64<br>RAM: 12  | 1×SPI   | –      | –  |
| SPBTLE-RFO | Cortex-M0 | Flash: 64<br>RAM: 12  | 1×SPI   | –      | –  |

## ОЦЕНОЧНЫЕ НАБОРЫ BLUETOOTH

Для создания опытных образцов и обучения пользователей STMicroelectronics разработала оценочные наборы, построенные на модулях BLE. Эти наборы представляют собой отладочные средства, которые содержат всю периферию модулей и дополнены определенными датчиками. Доступны следующие виды наборов.

- X-NUCLEO-IDB05A1 (рис. 3) — плата расширения, построенная на модуле SPBTLE-RF. Подключается к оценочным платам STM32 Nucleo через интерфейс SPI. Совместима

с NUCLEO-L053R8, NUCLEO-L476RG, NUCLEO-F401RE и NUCLEO-F411RE.

- STEVAL-BLUEMIC-1 — оценочная плата со встроенным модулем SPBTLE-1S, оснащенная цифровым микрофоном. Трехосевые акселерометр и гироскоп делают ее подходящей для широкого спектра современных «умных» устройств.
- STEVAL-BCNK01V1 — интегрированная платформа, предназначенная для анализа акустики и движений устройств «Интернета вещей». В состав комплекта входят модуль BlueNRG-MS, четыре цифровых микрофона, высокопроизводительный девятиосевой

инерциальный датчик, барометр, датчик измерения расстояния, а также микроконтроллер STM32F466 с рабочей частотой до 180 МГц.

- STEVAL-STLKT01V1 — IoT-модуль, в котором используются микроконтроллер STM32L476JGY с частотой до 80 МГц и модуль BlueNRG-MS, а также MEMS-датчики движения и окружающей среды, включая цифровой микрофон.



**Рис. 3.**  
Плата расширения  
X-NUCLEO-IDB05A1



В состав комплекта не входит программатор. Для загрузки программного кода рекомендуется использовать ST-LINK/V2-1, которые применяются на платах Nucleo.

## ПАКЕТЫ ПРОГРАММНОГО КОДА

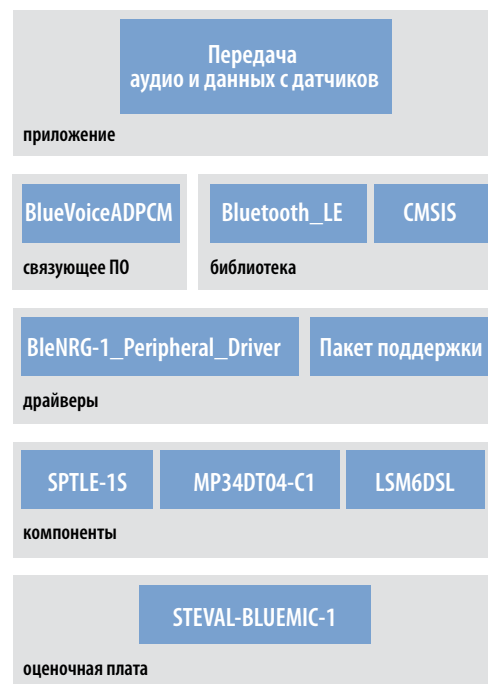
Для каждого Bluetooth-устройства компания STMicroelectronics разработала пакеты программного кода, которые содержат все необходимые библиотеки и драйверы и позволяют легко создать собственный проект. Пакеты дают возможность подключать собственное техническое решение к другим, а также к мобильным устройствам. В зависимости от архитектуры устройства, пакеты позволяют выполнять функции сбора данных с датчиков, их обработки, передачи по каналу Bluetooth и воспроизведения на конечном устройстве с помощью мобильных или компьютерных приложений.

Для платы X-NUCLEO-IDB05A1 доступны следующие пакеты:

- FP-SNS-MOTENV1 — для подключения IoT-устройств через BLE. Предусмотрен вывод в мобильное приложение данных от датчиков параметров окружающей среды, движения, а также газометра.
- FP-SNS-ALLMEMS1 — рассчитан на IoT с технологией BLE, цифровой микрофон, датчики движения. Содержит примеры библиотек для аудио и движения.

- FP-SNS-FLIGHT1 — позволяет подсоединить устройство к смартфону через BLE и выводить данные с датчиков параметров окружающей среды, движения, приближения и освещенности в мобильное приложение.
- FP-AUD-BVLINK1 — доступно голосовое потоковое вещание через BLE в полудуплексной конфигурации. Для данного пакета необходимы отладочная плата STM32 Nucleo и цифровые MEMS-микрофоны.
- STSW-BNRG-Mesh — решение для подключения множества BLE-устройств в Mesh-сеть для IoT. Позволяет подсоединить в одну сеть до 32767 устройств.
- X-CUBE-BLE1 — пакет, содержащий драйверы подключения BLE-устройств к платам Nucleo. Поддерживает NUCLEO-L053R8, NUCLEO-L476RG, NUCLEO-F401RE и NUCLEO-F411RE.

Для платы STEVAL-BLUEMIC-1 доступен пакет STSW-BLUEMIC-1 (рис. 4), позволяющий передавать аудио и данные встроенных датчиков через канал Bluetooth с помощью модуля SPBTLE-1S.



**Рис. 4.**  
Структура пакета  
STSW-BLUEMIC-1

Для платформы STEVAL-BCNKT01V1, помимо уже упомянутых FP-SNS-ALLMEMS1 и FP-AUD-BVLINK1, предусмотрены пакеты:

- STSW-BCNKT01 — пример программного обеспечения (ПО) для пакета BlueCoin.



**Рис. 5.**  
Интерфейс  
программы ST  
BlueMS



Обеспечивает потоковую передачу данных с датчиков через USB и BLE, ведение журнала данных на SD-карте, распознавание жестов, сбор аудиоданных и их воспроизведение. Поддерживает пользовательские приложения.

- FP-AUD-SMARTMIC1 — для предварительной обработки массивов данных MEMS-микрофонов (получение данных, формирование луча, определение источника звука и подавление эхо).

Наконец, для модуля STEVAL-STLKT01V1 доступны пакеты FP-SNS-MOTENV1, FP-SNS-ALLMEMS1 и STSW-STLKT01 — встроенное ПО, включающее передачу данных через USB и BLE, запись данных на SD-карту, запись аудио и его воспроизведение.

Просматривать полученные данные можно в разработанных STMicroelectronics приложениях для мобильных и компьютерных устройств (рис. 5). Эти программные средства содержат окна, которые отображают собранную с датчиков информацию и принятые сигналы. Также приложения позволяют дистанционно

управлять устройством: доступны параметры окружающей среды, работа MEMS-датчиков, графики, положение устройства, пedometer, управление освещением, компас, облачное хранилище и прослушивание аудиоданных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания STMicroelectronics является лидером в области производства полупроводниковых компонентов и постоянно совершенствует свои изделия. Разработанные ею BLE-устройства рассчитаны на применение во многих сферах человеческой жизни и при этом отличаются высокой надежностью. Помимо прочего, дополняя модули различными датчиками, компания упрощает разработчикам создание собственных технических решений.

