

Беспроводные решения HoperRF

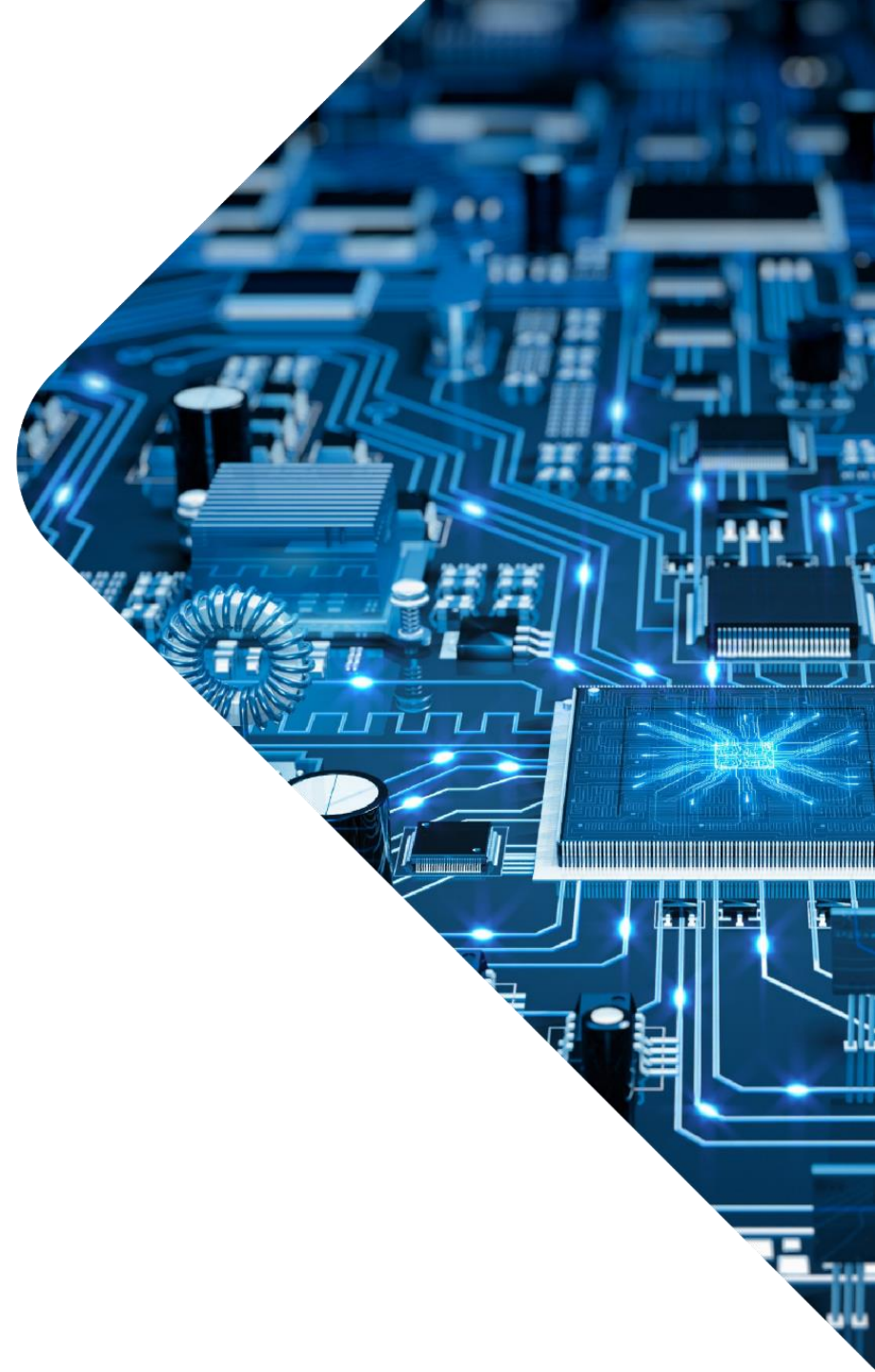
25 ноября 2025



Елена Сивицкая



Пушкарёв Олег





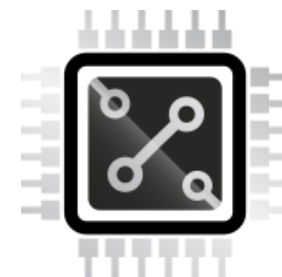
Содержание

- О компании HoreRF
- Bluetooth микросхемы и модули
- Решения для диапазонов до 1 ГГц
- Микросхемы и модули LoRa
- Радиомодули Matter



О компании

- Основана в **2004** году
- Сотрудники: **350**
- Более **20 лет** на рынке
- Более **3000** клиентов по всему миру.
- Ежегодно отгружается **75+** млн. микросхем
- Абсолютный лидер на локальном рынке Китая (IC RF Radio)
- Фокусируется на трёх типах продукции:
 - Беспроводные чипы и модули
 - Датчики
 - Изоляторы сигнальных цепей





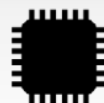
Линейка продукции

Беспроводная Связь



CMOSTEK

Суб-ГГц Чипы/модули



- Передатчик / Tx SoC
- Приемник / Rx
- Трансивер / TRx SoC

Лора LoRaWAN



- Микросхема/модуль LoRa
- Модуль LoRaWAN
- Сетевой модуль LoRaWAN

Wi-Fi/BLE Модули



- BLE SoC IC
- Модуль Wi-Fi/BLE
- Готовые решения

Wi-Sun Чипы/модули



- Модуль роутера
- Граничный маршрутизатор
- Готовые решения

matter



- Модуль Matter через Thread/WiFi
- Сертификаты и решения Matter

Сигнальная цепь



Давление Датчики



- Датчик барометрического давления
- Датчик дифференциального давления
- Датчик избыточного давления
- Датчик абсолютного давления

Температура и влажность Датчики



- Датчики температуры и влажности

Изолятор



- Цифровые изоляторы
- Изолированные драйверы затвора
- Изолированные интерфейсные ИС
- Изолированные усилители
- Изолированные АЦП



Патенты



18 Патенты на изобретения



14 Патенты на полезную модель



9 Исключительные права на топологию микросхем



4 Патенты на внешний вид



87 Патенты на авторское право на программное обеспечение



16 Зарегистрированные товарные знаки



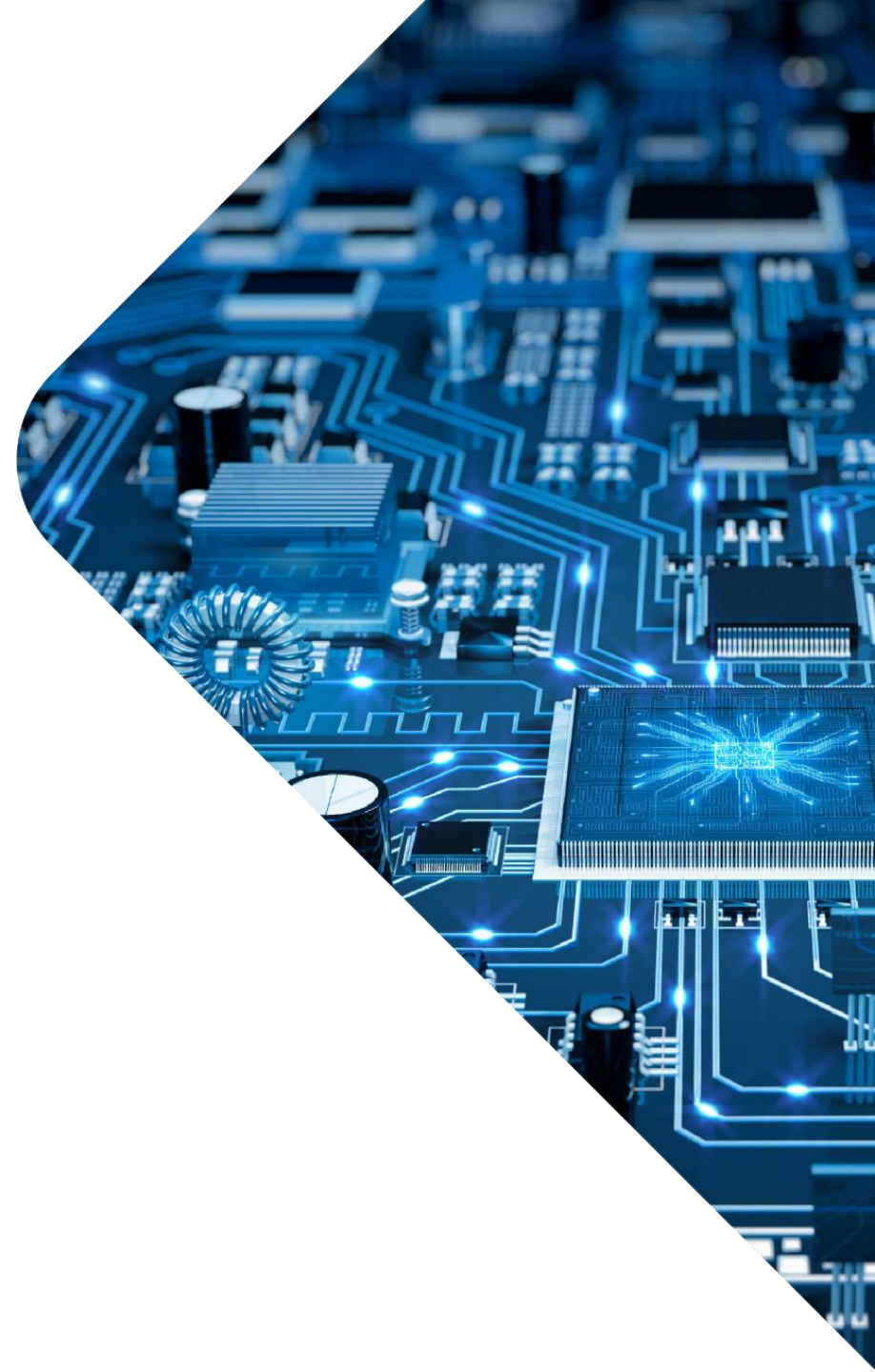


Уважаемые партнеры и клиенты



更多Еще...

Микросхемы и модули Bluetooth





Мировой рынок Bluetooth



Аудио

- **2024 Market Shipments**
 - 1.01 billion
 - Bluetooth Classic today

Use Cases

- Calling
- Listening
- Watching

Sample Devices (LE Audio)

- Smart Watches
- Headphones
- Hearing Aids
- TVs



Передача данных

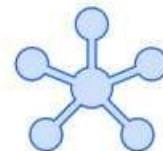
- **2024 Market Shipments**
 - 1.35 billion
 - 35% IOT devices rely on BT

Use Cases

- Sports & Fitness
- Health & Wellness
- Input & Control

Sample Devices

- Fitness & smartwatches
- Portable Medical Devices
- PC Peripherals
- Small Appliances
- Power Tools
- Access Points



Беспроводные сети

- **2024 Market Shipments**
 - 850 million
 - Bluetooth mesh
- ### Use Cases
- Automation Systems
 - Control Systems
 - Monitoring Systems

Sample Devices

- Lighting
- Sensors (lighting, temp, etc)
- Control
- HVAC
- Access Control



Поиск устройств

- **2024 Market Shipments**
 - 255 million
 - Presence, distance, direction

Use Cases

- Item Finding
- Asset Tracking
- Access Control

Sample Devices

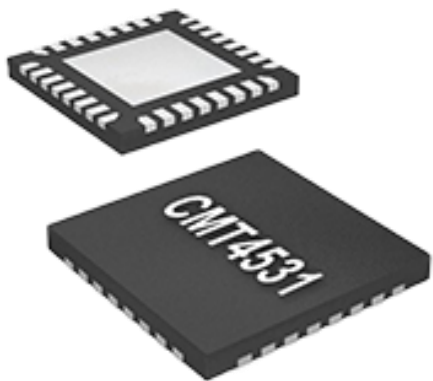
- Asset Tags
- Beacons
- Locators
- Access Controls
- Smart Speakers
- Power



Микросхема Bluetooth SoC CMT4531

■ Целевые рынки

- Умный дом
- Умная бытовая техника
- Автоматизация зданий
- Освещение
- Модуль передачи данных



■ Поддержка режимов BLE 5.2

- BLE 1 Мбит/сек
- Скоростной 2 Мбит/сек
- Большой дальности 125 Кб/с и 500 Кб/с

■ Ядро ЦП

- 32-битное ядро ARM Cortex-M0
- Частота до 64 МГц

■ Память

- 256 КБ Flash (+192 КБ ROM*)
- 48 КБ статической памяти

■ Низкое энергопотребление

- В режиме приема : 3,8 мА при 3,3 В
- В режиме передачи: 4,2 мА при 0дБм/3,3 В
- Сон (сохр. 48 КБ ОЗУ): 1,4 мкА при 3 В
- Режим PD (выключение питания): 130 нА

■ Спецификация радиочастотной части

- Чувствительность приемника: -96 дБм при BLE 1 Мбит/с
- Чувствительность приемника: -93 дБм при BLE 2 Мбит/с
- Мощность передатчика: до +6 дБм
- Один вывод для антенны (Single-End)

■ Периферийные устройства

- 2xUSART
- LP UART** поддерживает режим пониженного энергопотребления
- 2xSPI поддерживает до 16 МГц
- I2C, SPI, QDEC
- 10-битный АЦП при 1,33 Мбит/с
- 16-битный АЦП при 16 Кбит/с
- 21 GPIO

■ Условия эксплуатации

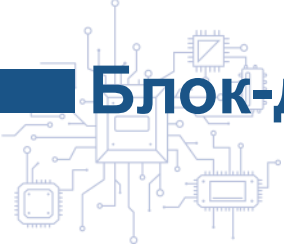
- Рабочее напряжение: 1,8 В~3,6 В
- Рабочая температура: -40°C~85°C

■ Корпус

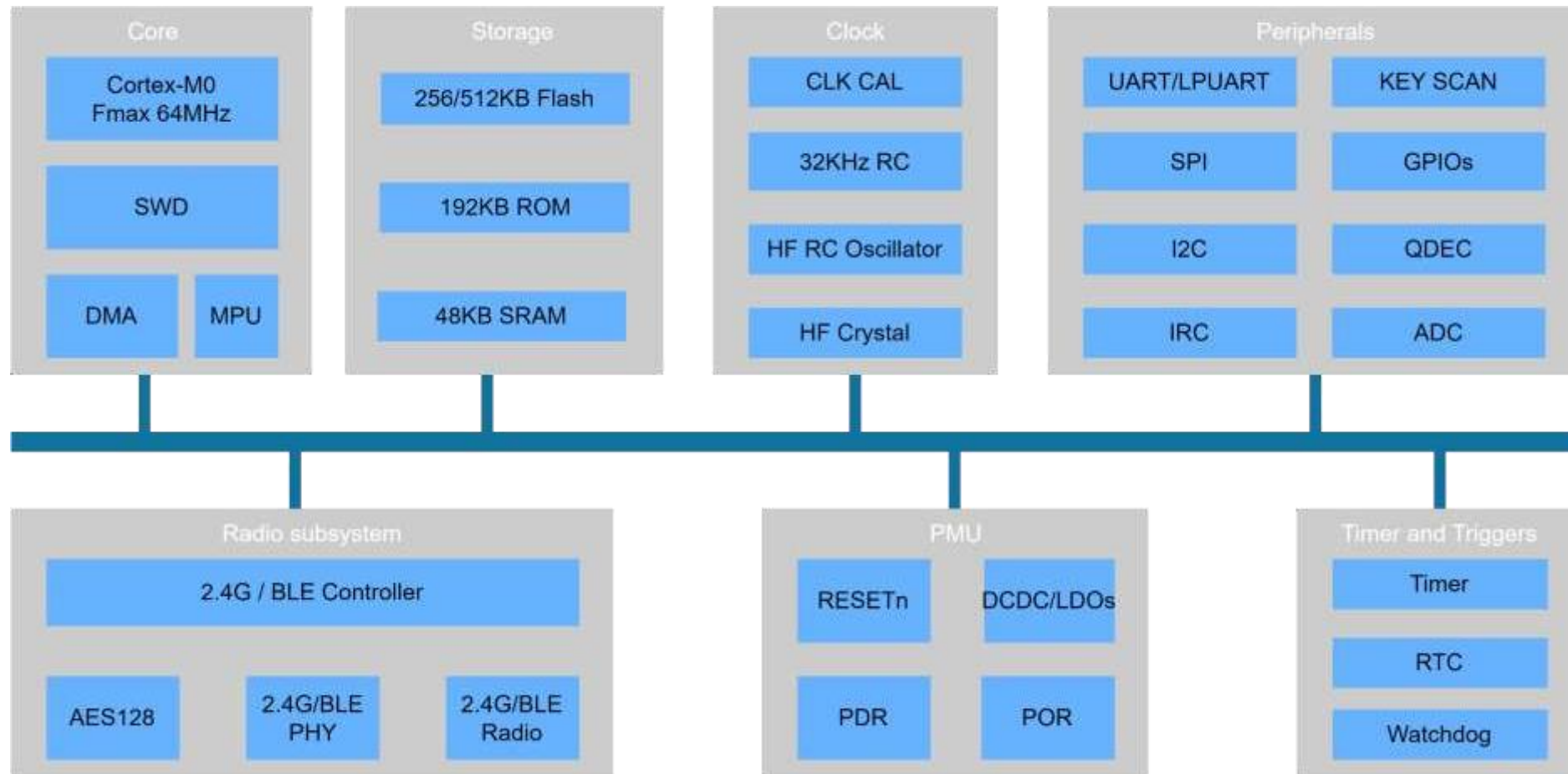
- 4x4 QFN32

* 192KB ROM используется для функций BLE-стека

** LPUART может работать в режиме сна при тактировании от источника 32.768 кГц



Блок-диаграмма CMT4531



192KB ROM используется для функций BLE-стека

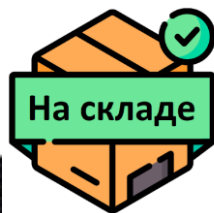
LPUART может работать в режиме сна при тактировании от источника 32.768 кГц



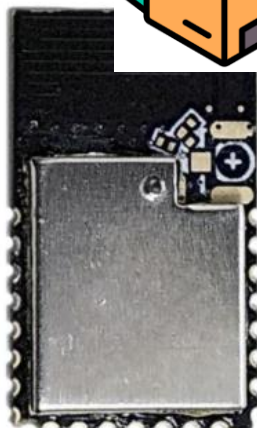
Bluetooth-радиомодуль HM-BT4531(B*)

■ Применение

- Smart Home
- Smart appliance
- Building Automation
- Data transmission module



HM-BT4531



HM-BT4531B

■ BLE

- CMT4531 inside
 - BLE 5.2
 - 1Mbps / 2Mbps / 125 Kbps / 500 Kbps PHY
 - Operating Frequency: Up to 64MHz

■ Особенности

- 5 (17) GPIOs
- Provides rich AT commands for configuring module and data transmission
- Simple to use, no any BLE development experience required
- Support UART interface with baud rate 9600bps to 500000bps
- Can be used as a transparent transmission module and supports secondary development
- Supports anti-hijacking password setup for secure connection

■ Характеристики

- Operating Voltage: 1.8V - 3.6V
- Operating Temperature: -40°C to 85°C
- Receive Current: 3.8mA @ 3.3V
- Transmit Current: 4.2mA @ 3.3V @ 0dBm
- Sleep Current (with 48KB RAM retention): 1.4µA @ 3V
- Transmit Power: -20dBm to +6dBm
- Receive Sensitivity: -94dBm @ BLE 1Mbps data rate

■ Размеры модуля

- 17*12.5 мм (19x11 мм)

■ Сертификация

- FCC/CE/ISED/SRRC/BQB (Нет)

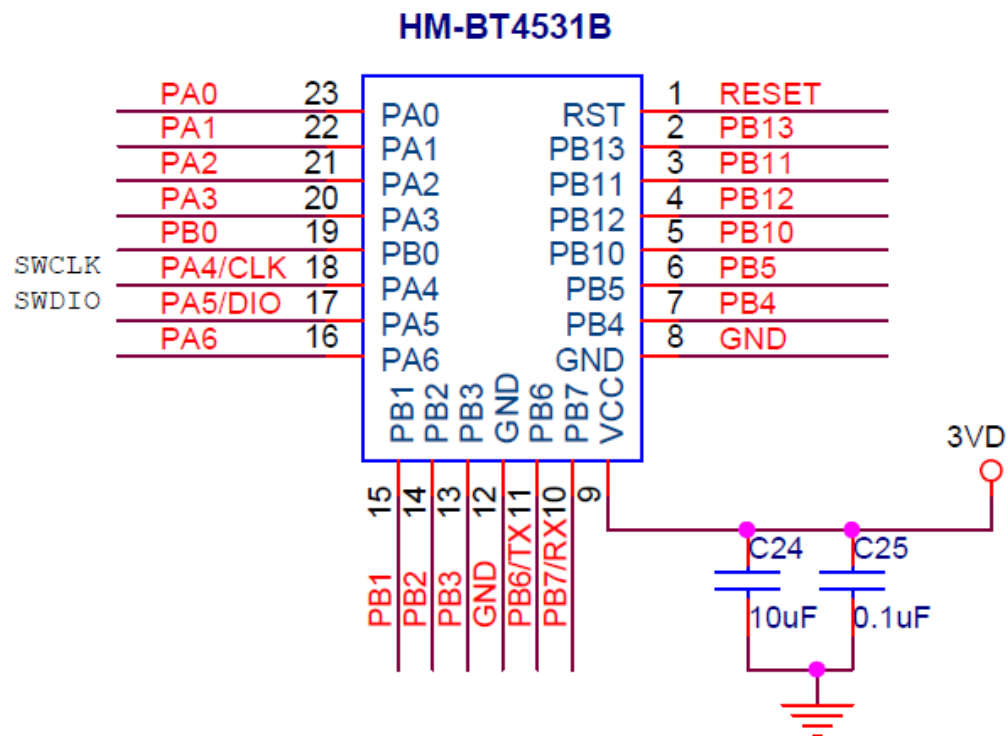
* Различие в числе выведенных портов (количество выводов)



АТ-команды для HM-BT4531(B)

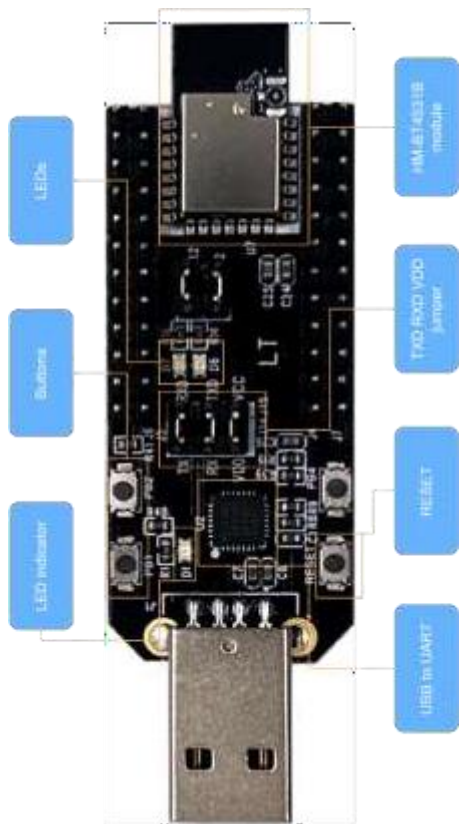
АТ-команды можно использовать для

- Настройки интервала соединения BLE
- Управления различными скоростями передачи данных
- Регулировки мощности передачи
- Изменения интервала рекламных рассылок
- Настройки данных рекламы и кода идентификации устройства
- Установки задержки данных (времени подготовки внешнего MCU к приему данных с последовательного порта)
- Изменения скорости передачи данных последовательного порта и имени модуля
- Поддержки сохранения данных при отключении питания





Оценочный модуль HM-BT4531B USB Dongle



Evaluation Board

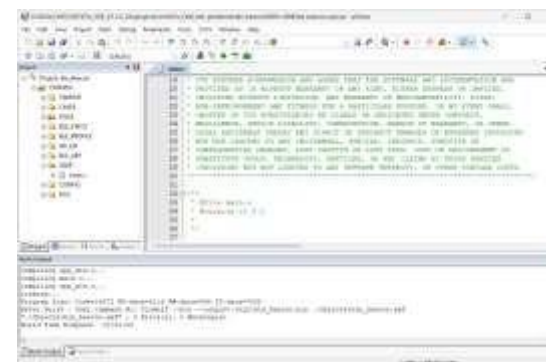
CMT453x_SDK_V1.3.3.2_GA.zip

- documentation
- firmware
- middlewares
- projects
- utilities
- release_notes.txt

SDK
Development User Guide



Keil uVision5




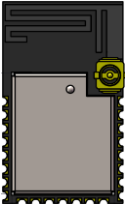
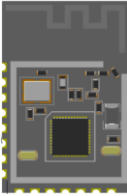


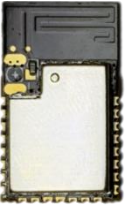
Development Tool



Android Mobile App

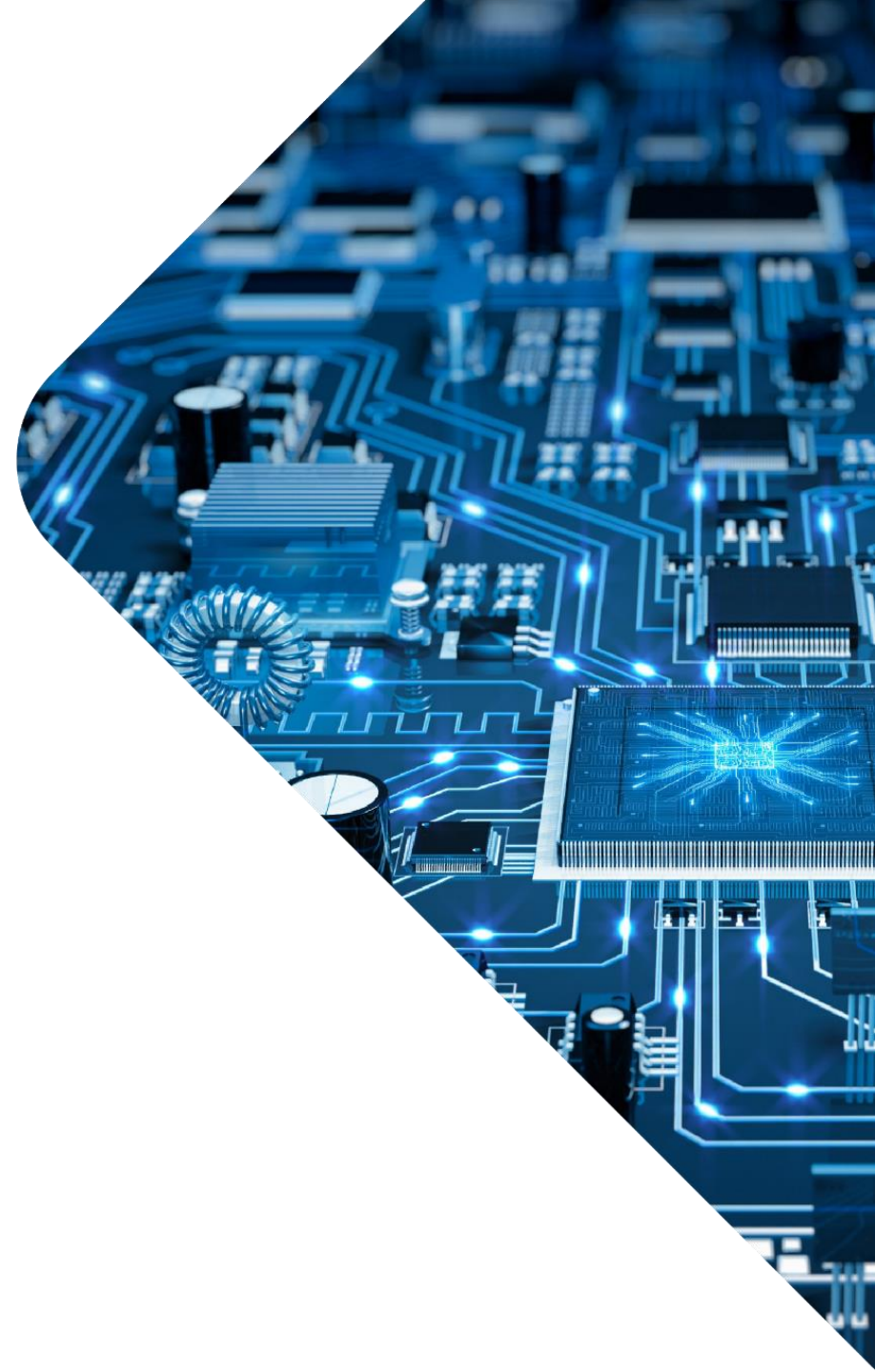


Модули Bluetooth

						
	HM-BT4531	HM-BT4531B	HM-BT4531C	HM-BT2201 HM-BT2204	HM-BT2701	HM-BT2101 HM-BT2102
Размеры Д x Ш x В (мм)	17*12,5*2,6	19.02*11.22	16*10,5*2,4	17*12*2.1	17*12*2.1	20*12*2,6
SoC	CMT4531KCQ6-1	CMT4531KCQ6-1	CMT4531KCQ6-1	BG22C112 BG22C224	BG27C140	BG21A010F768 BG21A020F768
Флэш/ОЗУ	256K / 48K	256K / 48K	256K / 48K	512 K / 32K	768K / 64K	768K / 64K
Протоколы	BLE 5.1 (1M, 2M, Coded PHY)	BLE 5.1 (1M, 2M, Coded PHY)	BLE 5.1 (1M, 2M, Coded PHY)	BT5.2 BT2201: (1M, 2M) BT2204: (1M, 2M, Coded PHY)	BLE 5.3 (1M, 2M, Coded PHY)	BT5.2 (1M, 2M, Coded PHY)
Максимальная мощность передачи	+6 дБм	+6 дБм	+6 дБм	0/+6 дБм	+8 дБм	+10/+20 дБм
Чувствительность (1M)	-96 дБм	-96 дБм	-96 дБм	-98,9 дБм	-98,9 дБм	-97,5 дБм
Ток передачи при 0 дБм	4,2 мА	4,2 мА	4,2 мА	4,1 мА	4,1 мА	9,3 мА
Ток в режиме приема (Rx)	3,8 мА	3,8 мА	3,8 мА	3,6 мА	3,6 мА	8,8 мА
Ток сна (Sleep)	1,4 мкА	1,4 мкА	1,4 мкА	1,4 мкА	1,6 мкА	5,0 мкА
GPIO (доступно пользователю)	5	15	9	14	14	16
Рабочее напряжение	1,8 В/2,32 В~3,6 В	1,8 В/2,32 В~3,6 В	1,8 В~3,6 В	1,71 В-3,8 В	1,8 В~3,8 В	1,71 В-3,8 В
Рабочая температура	-20 °C ~+85 °C	-20 °C ~85 °C	-40 °C ~85 °C	-40 °C ~ +85 °C	-40 °C ~ +85 °C	-40 °C ~ +85 °C
Сертификаты	BQB FCC / CE / IC / SRRC	NA	NA	BQB FCC / CE / IC / SRRC	NA	CE
Комментарии	Полностью сертифицировано Сверхнизкое энергопотребление	Сверхнизкое энергопотребление при больших ресурсах ввода-вывода	Сверхнизкое энергопотребление Малый размер	Полная аутентификация Поддерживает 8 подключений	Сверхнизкое энергопотребление	Высокая мощность передачи; поддерживает 32 соединения.

Bluetooth

Новинки 2025



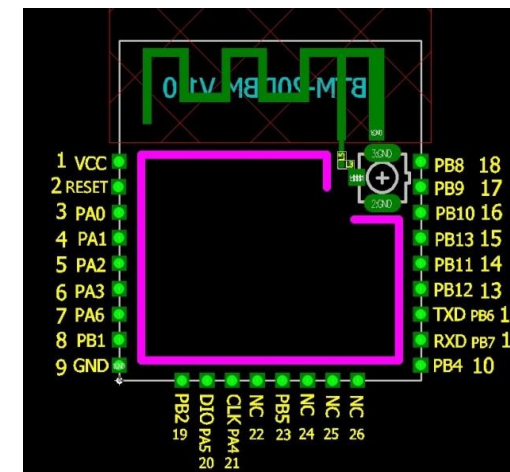
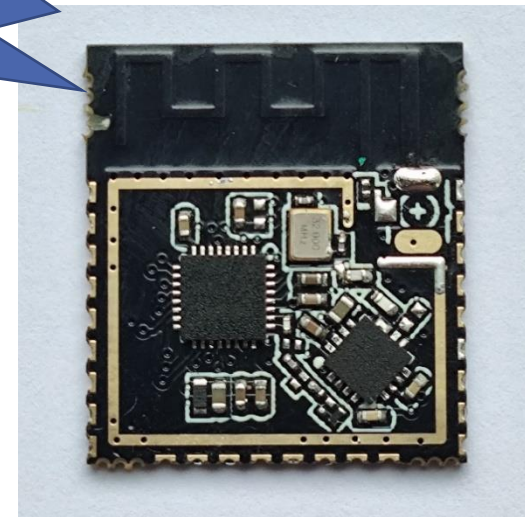


Bluetooth-радиомодуль BTM-20DBM

Разработан
для рынка РФ

Особенности BTM-20DBM

- CMT4531 + Усилитель мощности
- **Выходная мощность +20 дБм (программируемая)**
- Поддержка протокола BLE 5.2 и Bluetooth Mesh;
- Форм-фактор частично совместим с ESP32-C3-WROOM
- MCU ARM Cortex-M0 с тактовой частотой до 64 МГц;
- 256 КБ флэш-памяти и 48 КБ ОЗУ;
- Интерфейс UART для связи с главным микроконтроллером
- Рабочее напряжение: 1,8–3,6 В
- Ток приёма: 17 мА при 1 Мбит/с GFSK
- Ток передачи: 120 мА при +20 дБм
- Размер 20 x 18 мм
- Температурный диапазон от -40°C до +85°C



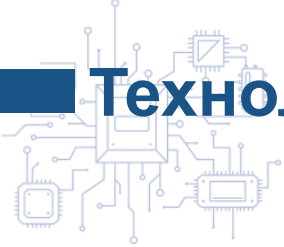


Варианты позиционирования BLE

	RSSI BLUETOOTH 4.0	AOA/AOD BLUETOOTH 5.1	Channel Sounding* BLUETOOTH 6.0
Принцип	Оценка расстояния в зависимости от уровня сигнала	Вычисление относительного угла между двумя удаленными точками	Измерение расстояния за счет оценки времени пролета плюс фазовые измерения
Точность	±5 метров	±3 метра	±0.5 метра
Требования к антенне	Единственная антенна	Несколько антенн	Несколько антенн не обязательны, но желательны для увеличения точности
Показатели	high susceptibility to multipath interference	Точность ±5 градусов	±0.3 м < 5м with PBR ranging** ±0.5 м > 5м with PBR ranging
Преимущества	Простое развертывание. Измерение RSSI есть во всех существующих продуктах Bluetooth Low Energy	Масштабируемое решение для отслеживания положения в реальном времени. Срок службы батареи — 5–10 лет	Высокая точность и безопасность. Компактный форм-фактор с различными вариантами исполнения антенн

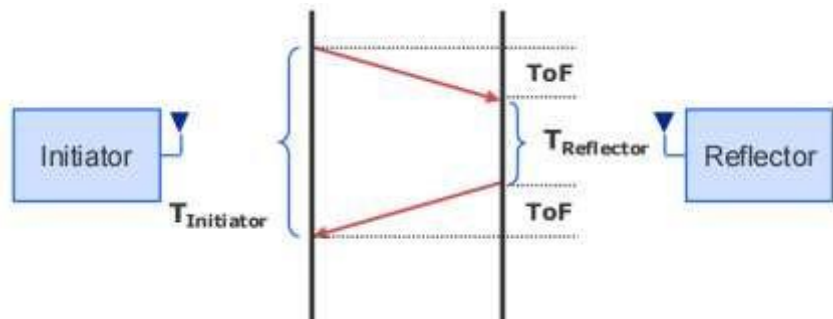
* (зондирование каналов)

** PBR ranging - метод определения расстояния, основанный на измерении разности фаз радиосигнала, который был отправлен и получен обратно.

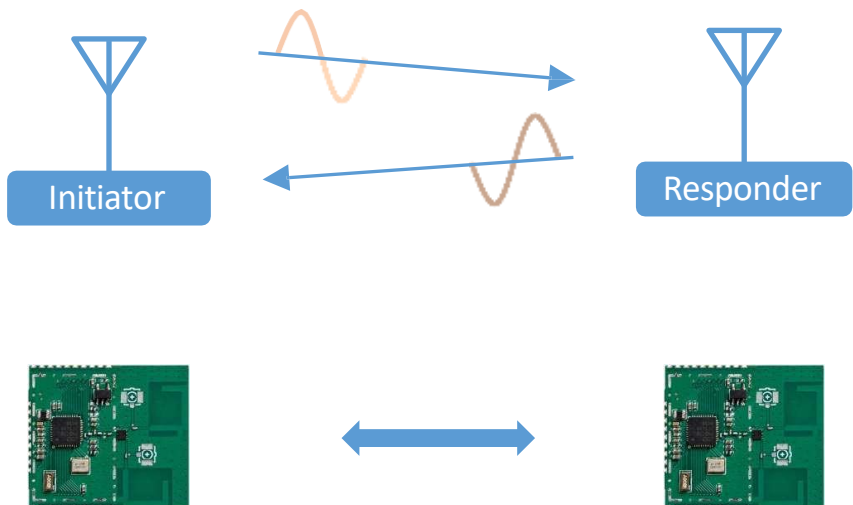


Технология «Channel Sounding»

- Режим: RTT (Round Trip Time)



- Режим: PBR (Phase Based Ranging)



Последовательность

- Инициатор запускает рекламные сообщения (advertising)
- Отражатель (Reflector) сканирует и инициирует соединение с Инициатором.
- После соединения, доступен безопасный обмен данными. Оба устройства способны поддерживать обмен данными для позиционирования.
- Инициатор первым посылает пакет с данными для позиционирования (ranging data packet).
- Отражатель возвращает «ranging packet» (поддерживая фазу в режиме PBR - Phase-Based Ranging).
- Инициатор рассчитывает дистанцию на основе возвращенного сигнала с помощью алгоритмической библиотеки.



Модуль HM-BT2401DAW с функцией позиционирования

■ Применение

- Умный дом
- Автоматизация
- Позиционирование в помещениях
- Трекеры
- Бесключевой доступ к автомобилю

HM-BT2401DAW



■ BLE

- Silicon Labs EFR32BG24A010F1024
 - BLE 6.0
 - Рабочая частота: до 78MHz
 - Память 1024KB Flash, 128KB RAM

■ Особенности

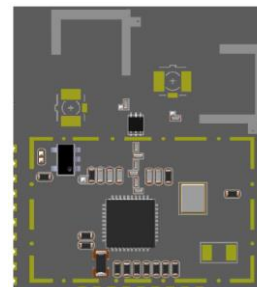
- До 4 подключений для отслеживания одновременно
- Две антенны для большей точности
- Хорошие характеристики даже для сценария «В кармане»
- Управление AT-командами для конфигурации и получения данных

■ Характеристики

- Напряжение: 1.71V - 3.8V
- Температура: -40°C to 125°C
- Ток приема: 4.4mA@3.3V
- Ток передачи: 5mA@3.3V@0dBm
- Ток сна: 1.3uA@3V
- Выходная мощность: -20dBm to +10dBm
- Чувствительность: -97.6dBm

■ Размеры модуля

- 29*26*2.6mm



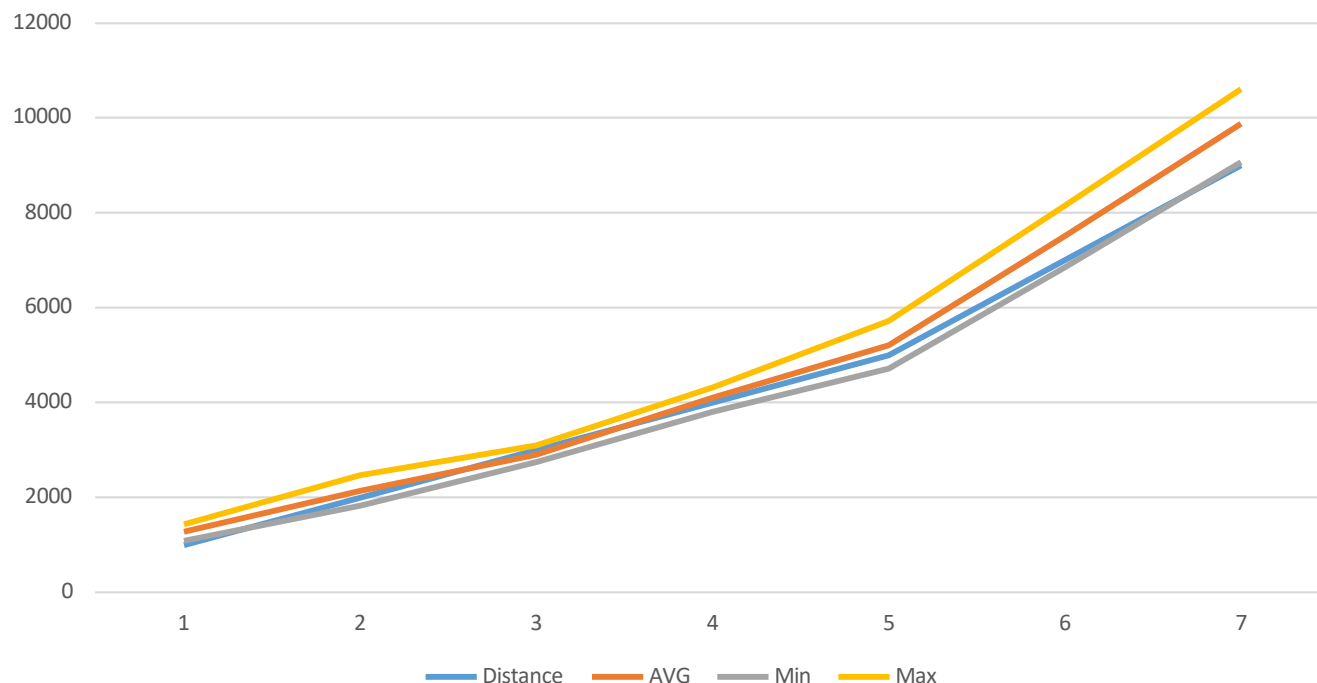


Реальные измерения HM-BT2401DA

Расстояние	1 м	2 м	3 м	4 м	5 м	7 м	9 м
Среднее	1285 мм	2146 мм	2907 мм	4110 мм	5214 мм	7516 мм	9882 мм
Минимум	1096 мм	1835 мм	2755 мм	3814 мм	4722 мм	6852 мм	9070 мм
Максимум	1441 мм	2475 мм	3101 мм	4322 мм	5727 мм	8155 мм	10613 мм

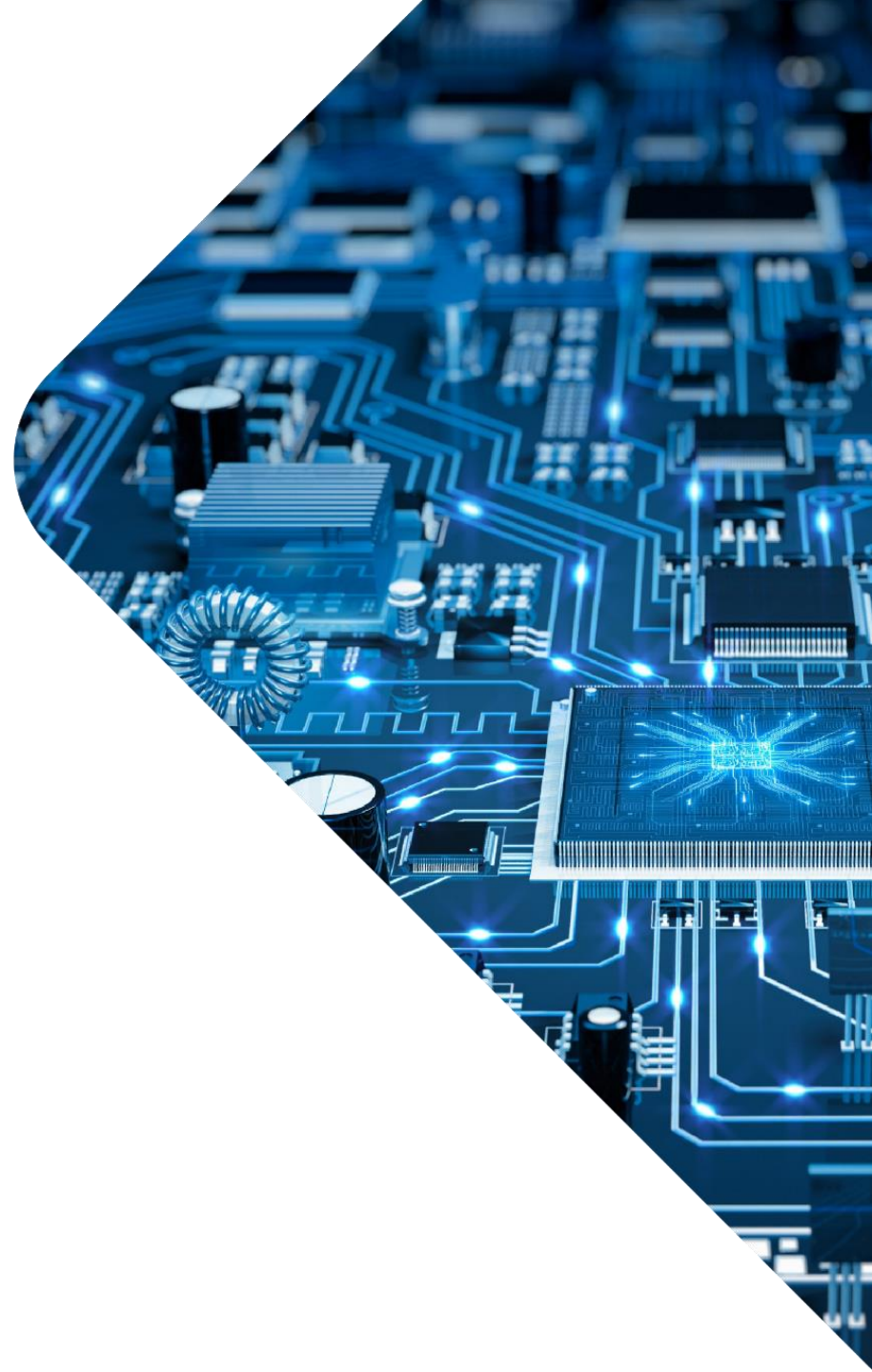
Как проводилось тестирование

- Тестирование в условиях офисных помещений
- Два модуля HM-BT2401DA (с двумя антеннами)
- Между модулями нет препятствий, высота 1 метр над землей
- Режим PBR, алгоритм отслеживания в реальном времени
- Непрерывный сбор 300 наборов данных для каждого расстояния
- Расчет средних, минимальных и максимальных значений



**Приемопередатчики
диапазонов до 1 ГГц**

433 / 868 МГц





Примеры приложений в диапазонах 433/868 МГц

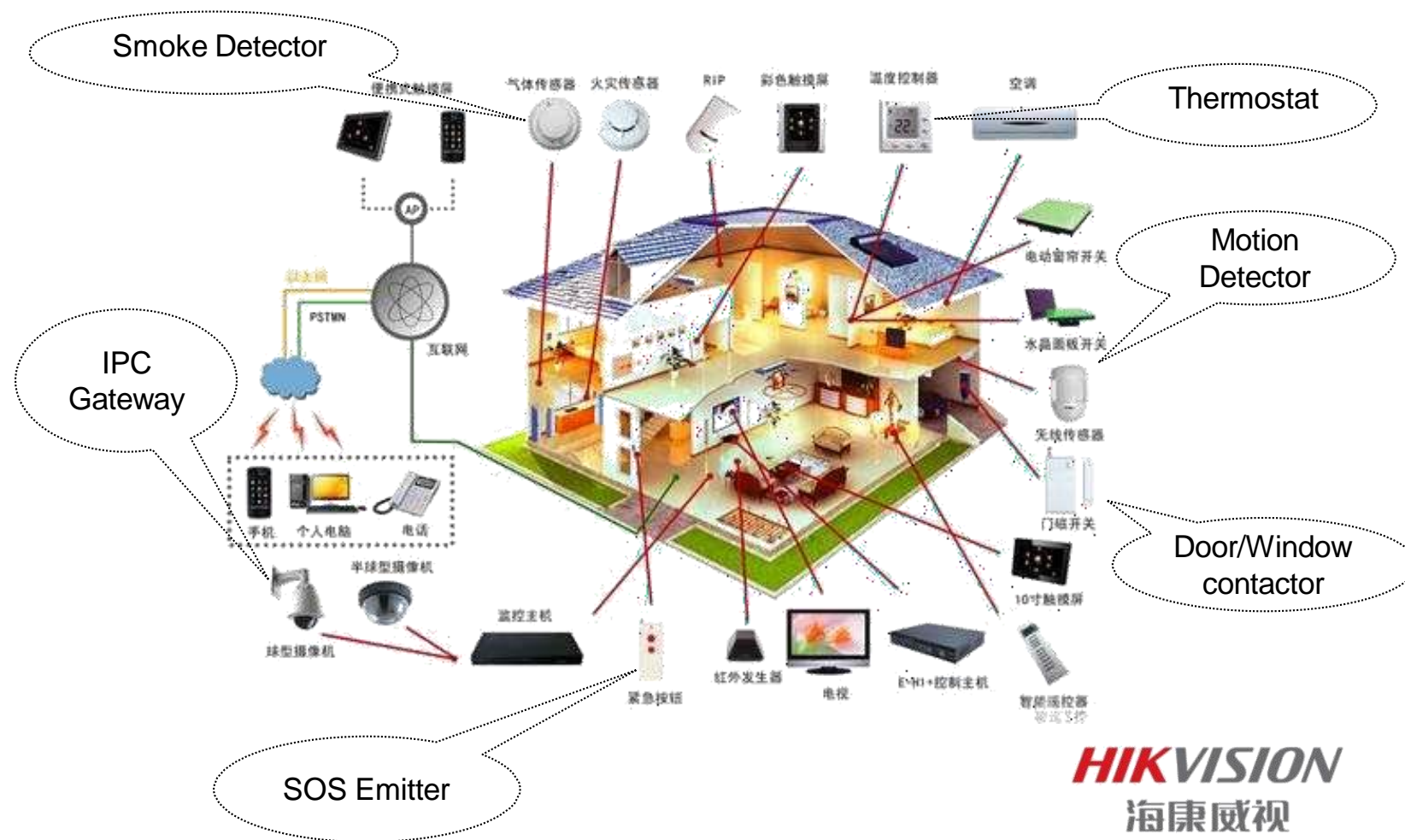
Автомобильная сигнализация с двухсторонней связью



Система сбора данных со счетчиков энергии



Система управления Умным домом





Какую модуляцию выбрать?

Различия по типу модуляции:

OOK (on-off keying = амплитудная манипуляция), например, CMT2110A(Tx) и CMT2210LB(Rx), — это пара устройств, использующих модуляцию OOK, подходящих для использования в бюджетных проектах.

FSK (frequency-shift keying = частотная манипуляция), например, CMT2119A(Tx) и CMT2219B(Rx), — это пара устройств, использующих модуляцию FSK, подходящих для использования в проектах, требующих высокого качества и надежности.

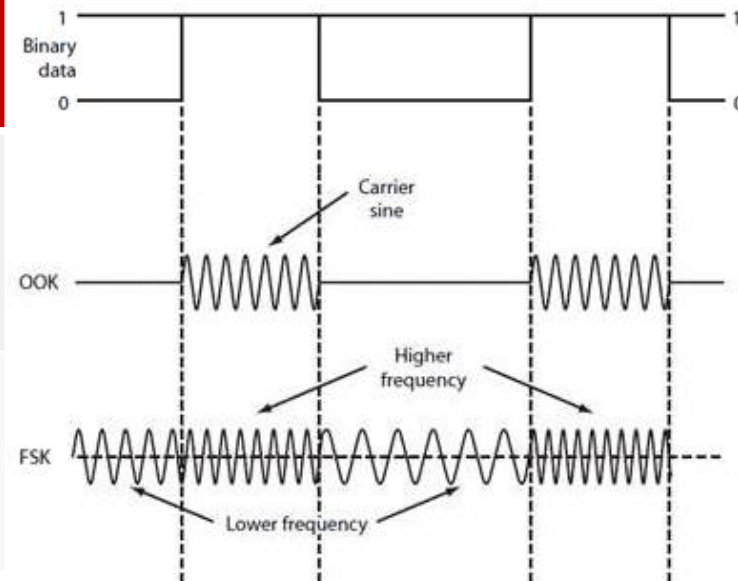
Примечание:

Большинство микросхем, поддерживающих FSK-модуляцию, также поддерживают модуляцию OOK, но не наоборот.

Модуляция OOK подходит для бюджетных приложений. Это также означает, что микросхемы с FSK-модуляцией дороже микросхем с OOK-модуляцией.

С точки зрения надежности и качества связи, FSK-модуляция значительно лучше, чем OOK-модуляция, хотя микросхема FSK-модуляции дороже, поскольку модуляция/демодуляция FSK сложнее.

Модуляция	Достоинства	Недостатки
OOK	<ul style="list-style-type: none">• Ниже потребление• Простота• Дешевле	<ul style="list-style-type: none">• Ниже надежность• Ниже дальность
FSK	<ul style="list-style-type: none">• Надежнее• Выше дальность	<ul style="list-style-type: none">• Больше потребление• Сложнее• Дороже





Типы микросхем для передачи данных Sub-GHz

Tx
(передатчик)



OOK

Rx
(приемник)



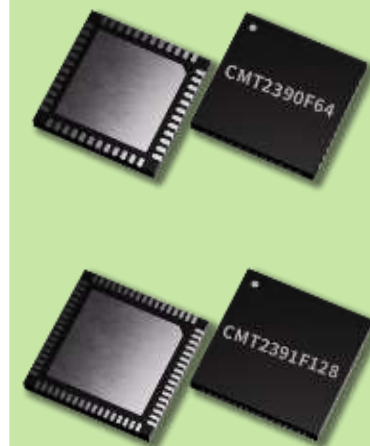
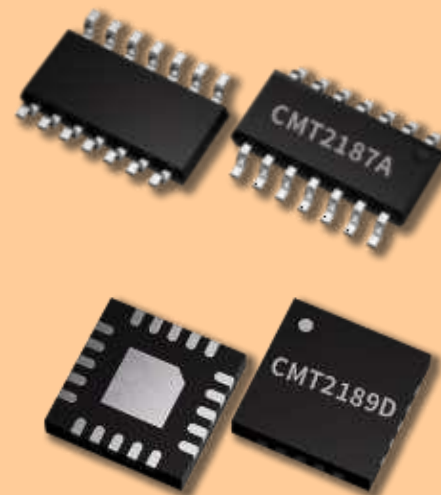
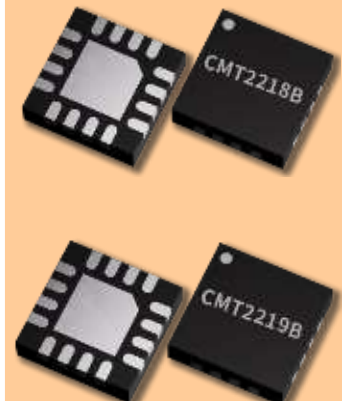
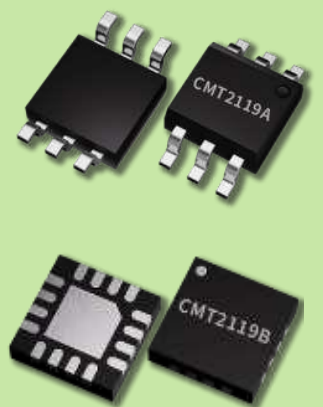
TRx
(приемопередатчик –
трансивер)

TxEncoder/SoC
(передатчик с
кодером)



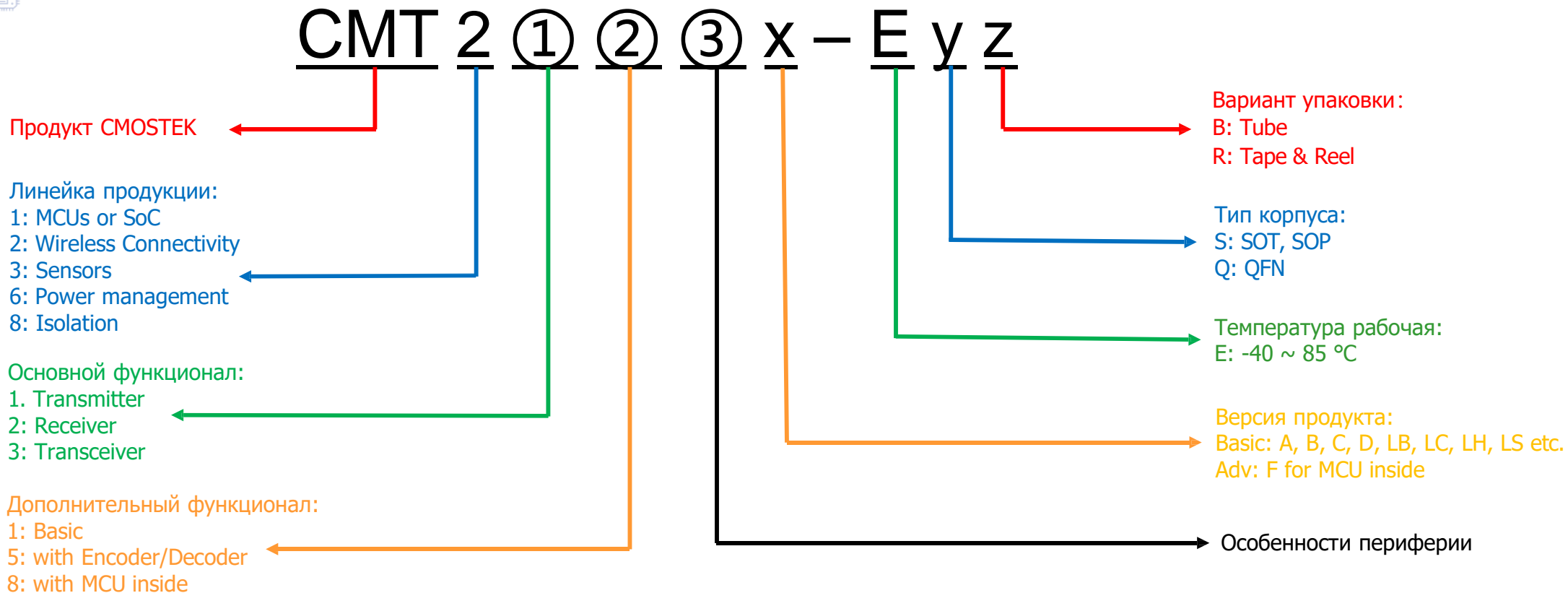
TRxSoC
(приемопередатчик с
микроконтроллером)

FSK



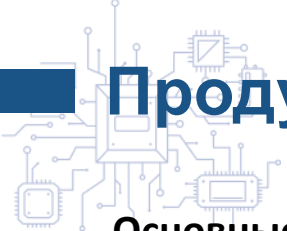


Как формируется партномер микросхемы до 1ГГц (FSK/OOK)



Примеры:

1. CMT2110A-ESR, Low cost 240-480MHz OOK transmitter, rev A, -40°C ~ +85°C, SOT23-6, Tape & Reel
2. CMT2119A-ESR, Low cost 240-960MHz OOK/FSK transmitter, rev A, -40°C ~ +85°C, SOT23-6, Tape & Reel
3. CMT2210LB-ESR, Low cost 300-480MHz OOK receiver, rev LB, -40°C ~ +85°C, SOP-8, Tape & Reel
4. CMT2300A-EQR, Ultra low power Sub-1GHz Transceiver, rev A, -40°C ~ +85°C, QFN-16, Tape & Reel
5. CMT2310A-EQR, High performance Sub-1GHz Transceiver, rev A, -40°C ~ +85°C, QFN-24, Tape & Reel
6. CMT2157B-ESR, Sub-1GHz OOK transmitter with encoder, rev B, -40°C ~ +85°C, SOP-14, Tape & Reel
7. CMT2189D-EQR, Sub-1GHz OOK/FSK transmitter SoC, rev D, -40°C ~ +85°C, QFN-20, Tape & Reel
8. CMT2390F64-EQR, Ultra low power Sub-1GHz Wireless Transceiver, with Cotrex-M0, 64kB Flash, -40°C ~ +85°C, QFN-48, Tape & Reel
9. CMT2391F128-EQR, Ultra low power Sub-1GHz Wireless Transceiver, with Cotrex-M4, 128kB Flash, -40°C ~ +85°C, QFN-68, Tape & Reel



Продукты с модуляцией OOK (некоторые)

Основные позиции бюджетных чипов OOK Tx/Rx (приемники-передатчики с амплитудной манипуляцией)

Part Number	Func.	Freq(MHz)	Link budget	Package	Remark	Pairing PN
CMT2110A-ESR	Tx	240-480	+13 dBm	SOT23-6	Standalone+Burn CFG or TWI	CMT221x's e.g. CMT2210LB/LH
CMT2110B-ESR	Tx	240-480	+13 dBm	SOT23-6	Standalone	CMT221x's e.g. CMT2210LB/LH
CMT2210LB-ESR	Rx	300-480	-113 dBm	SOP-8	Standalone+Burn CFG	CMT21xx's e.g. CMT2110A
CMT2210LH-ESR	Rx	300-480	-109 dBm	SOP-8	Standalone+Burn CFG	CMT21xx's e.g. CMT2150L
CMT2217B-EQR	Rx	300-920	-113 dBm	QFN-16	Standalone+Burn CFG	CMT21xx's e.g. CMT2186A



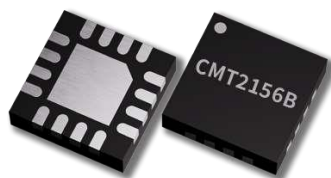
Примечание:

1. TWI — двухпроводной интерфейс, использующий выводы SDA и SCL для настройки.
2. Автономный (Standalone) - принцип работы: для передатчика - «вход данных, выход антенны». Для приёмника - «вход антенны, выход данных».
3. Запись конфигурации (Burn CFG) означает, что рабочие параметры записываются через USB-программатор CMT.



Передатчики со встроенным энкодером (некоторые)

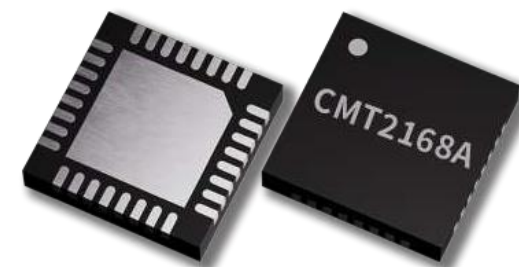
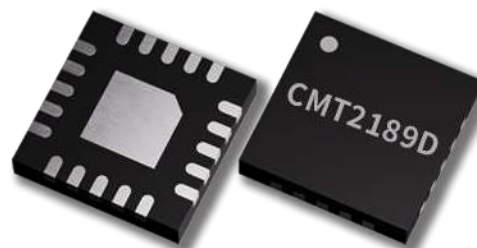
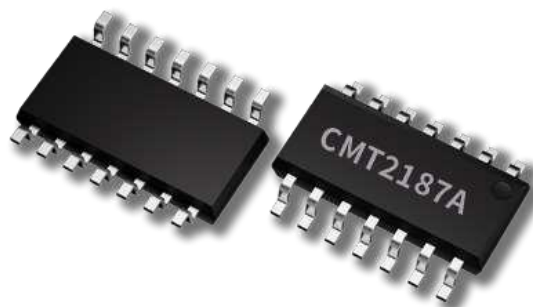
Part Number	Modem	Freq(MHz)	Link budget	Package	Remark	Pairing PN
CMT2150L-ESR	OOK	240-480	+13 dBm	SOP-8	up to 6 Keys	CMT221x's e.g. CMT2210LB/LH
CMT2156A-ESR	OOK	240-480	+13 dBm	SOP-14	built with PMU for battery less application	CMT2210LB/LH
CMT2156B-EQR	OOK	240-960	+13 dBm	QFN-16	built with PMU for battery less application	CMT2210LB/LH
CMT2157L-ESR	OOK	240-960	+13 dBm	SOP-8	up to 6 Keys	CMT221x's e.g. CMT2210LB/LH
CMT2157A-ESR	(G)FSK/OOK	240-960	+13 dBm	SOP-14	up to 7 Keys	CMT221x's e.g. CMT2218B
CMT2157B-ESR	OOK	240-960	+13 dBm	SOP-14	up to 10 Keys	CMT221x's e.g. CMT2210LB/LH





SoC – передатчики с микроконтроллером

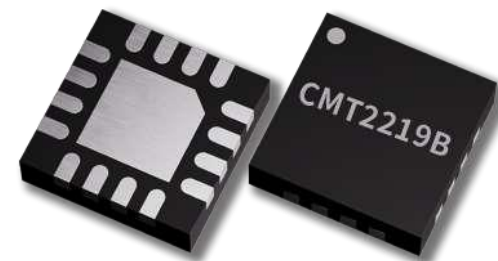
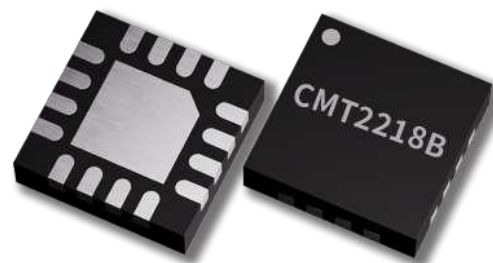
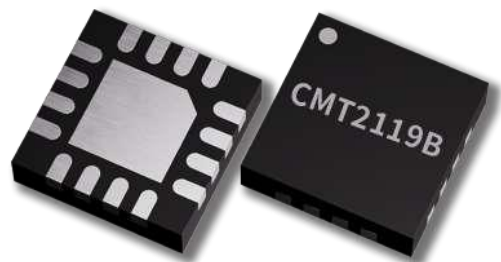
Part Number	Modem	Freq(MHz)	Link budget	Package	Remark	Pairing PN
CMT2186A-ESR/16	OOK	210-960	+13 dBm	SOP-14 SOP-16	1T-8051, 4kB MTP up to 9 GPIOs / 11 GPIOs	CMT221x's e.g. CMT2210LB/LH
CMT2187A-ESR	(G)FSK/OOK	210-960	+13 dBm	SOP-14	1T-8051, 4kB MTP up to 9 GPIOs	CMT221x's e.g. CMT2218B CMT2219B
CMT2189D-EQR	(G)FSK/OOK	27-960	+13 dBm	QFN-20	1T-8051, 8kB OTP, ADC up to 14 GPIOs	
CMT2165A-EQR	(G)FSK/OOK	27-960	+13 dBm	QFN-32	1T-8051, 8kB OTP, ADC up to 17 GPIOs	
CMT2168A-EQR	(G)FSK/OOK	27-960	+13 dBm	QFN-32	1T-8051, 8kB OTP, ADC, LF_Rx up to 17 GPIOs	





Раздельные приемники и передатчики FSK (некоторые)

Part Number	Func.	Freq(MHz)	Link budget	Package	Remark	Pairing PN
CMT2119A-ESR	Tx	240-960	+13 dBm	SOT23-6	Standalone+Burn CFG Or TWI	CMT21x's e.g. CMT2218 B CMT2219 B
CMT2119B-EQR	Tx	127-1020	+20 dBm	QFN-16	3-wire SPI	
CMT2218B-EQR	Rx	127-1020	-120 dBm	QFN-16	Standalone+Burn CFG	CMT21xx's e.g. CMT2119A/B
CMT2219B-EQR	Rx	127-1020	-120 dBm	QFN-16	3-wire SPI	



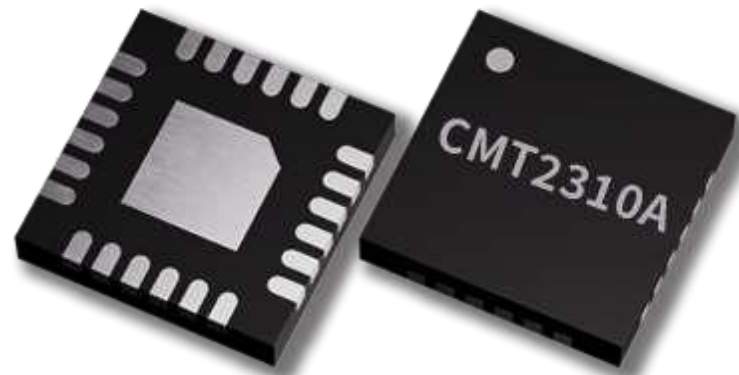
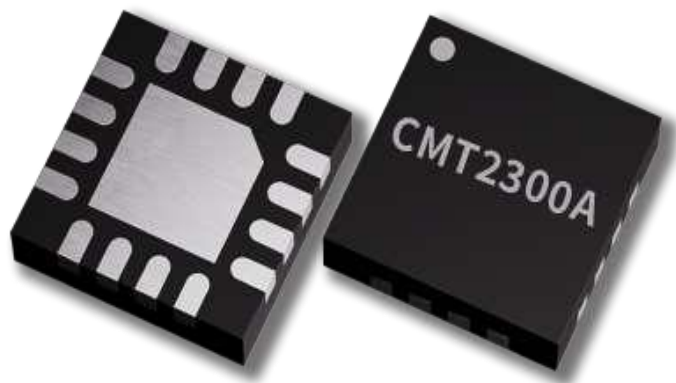
Примечания:

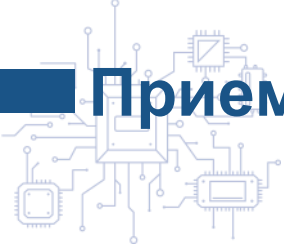
1. Интерфейс TWI использует 2 линии для конфигурации (SDA & SCL)
2. "Standalone" для приемника означает 'Antenna in, Data out' («пришло на антенну» – «появилось на выходе»).
3. Запись конфигурации («Burn CFG») означает, что рабочие параметры записываются через USB-программатор CMT.
4. Интерфейс 3-Wire SPI использует линии CSB, SCL(serial data clock) и SDA(serial data in & out) для конфигурации. Но при работе с FIFO (чтение/запись) необходимо использовать FCSB (не CSB).



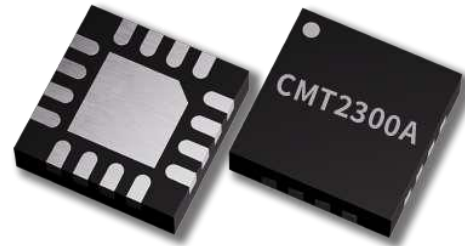
Приемопередатчики (трансиверы)

Part Number	Func.	Freq(MHz)	Link budget	Package	Remark	Pairing PN
CMT2300A-EQR	Rx/Tx (G)FSK/OOK	127-1020	+20dBm / -120 dBm	QFN-16	3-wire SPI	ANY
CMT2310A-EQR	Rx/Tx (G)FSK/OOK	113-960	+20dBm / -122 dBm	QFN-24	3-wire SPI	

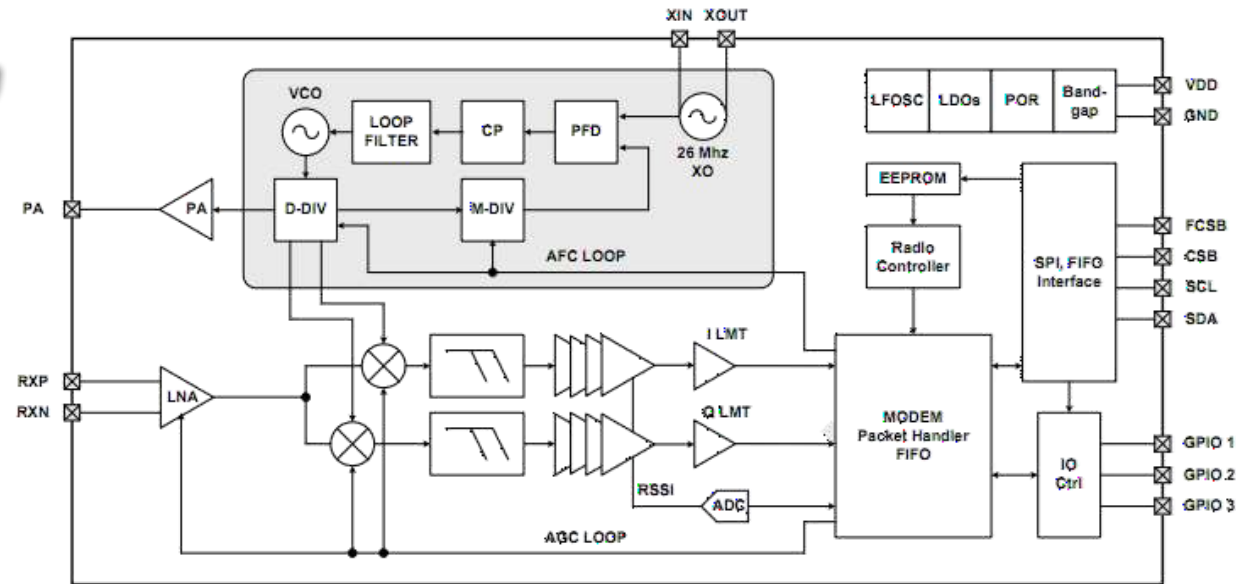




Приемопередатчик CMT2300A



- Voltage: 1.8V ~ 3.6V
- Frequency: 127MHz ~ 1020MHz
- Modulation: OOK, G(FSK)
- Symbol Rate: 0.5kbps ~ 300kbps @ G/FSK
- Sensitivity :
-121dBm @2kbps, 433.92MHz, Dev=±10kHz
-111dBm @50kbps, 433.92MHz, Dev=±25kHz
- ACR-I*: 30dB, BW=100kHz, Channel space=200kHz
- Blocking: 70dB, ±1MHz offset, BW=100kHz
- Tx Current: 23mA @+13dBm, 433.92MHz, FSK
72mA @+20dBm, 433.92MHz, FSK
- Rx Current: 8.5mA @433.92MHz, FSK,
- Sleep Current: 300nA @Deep Sleep
800nA @Duty Cycle On
- FIFO Buffer Size: 64 Bytes
- Interface: 3-SPI with 2 select pin
- Package: QFN-16, 3 x 3 x 0.75mm

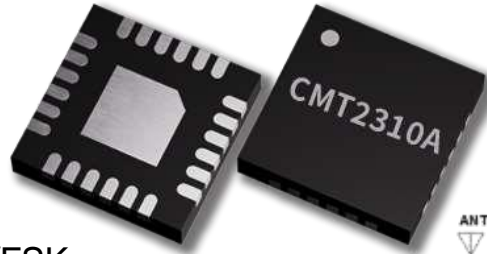


Application

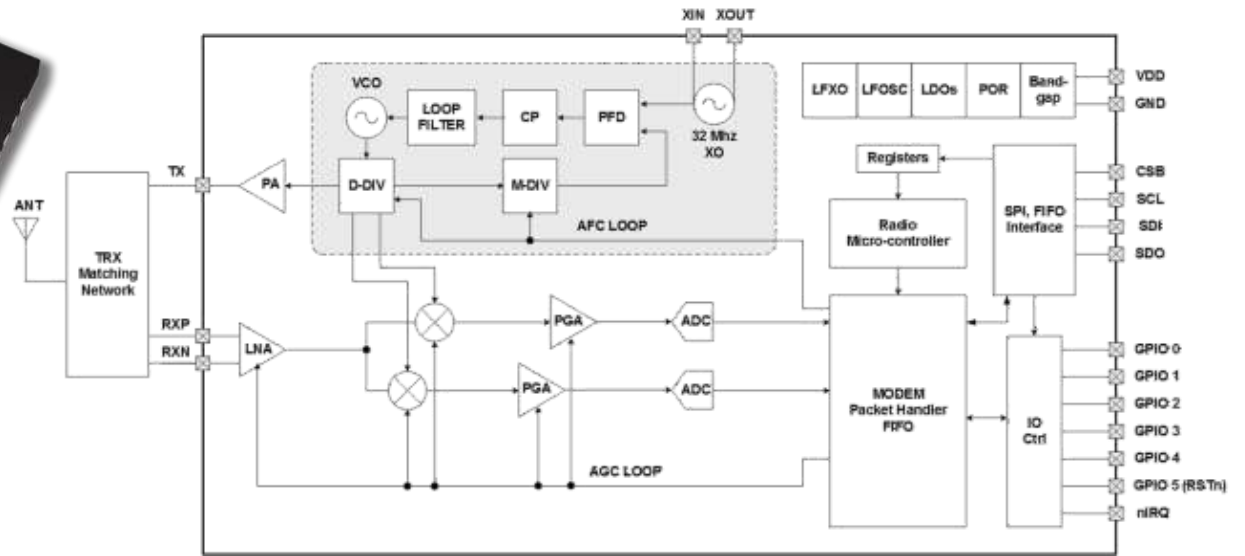
- Wireless Metering and Wireless Smart Grid (AMR and AMI)
- Home and Building Automation
- Industrial Monitoring and Control
- Wireless Alarm and Security Systems
- Wireless Sensor Networks and Active RFID

* ACR-I – избирательность по соседнему каналу (Adjacent channel rejection)

Приемопередатчик СМТ2310А



- Voltage: 1.8V ~ 3.6V
 - Frequency: 113MHz ~ 960MHz
 - Modulation: OOK, 2-G/FSK, 4-G/FSK
 - Symbol Rate: 0.5kbps ~ 500kbps @ 2-G/FSK
1kbps ~ 1Mbps @4-G/FSK
 - Sensitivity: -126dBm @500bps, 433.92MHz, Dev= \pm 250Hz
-120dBm @2.4kbps, 433.92MHz, Dev= \pm 1.2kHz
-97dBm @500kbps, 433.92MHz, Dev= \pm 150kHz
 - ACR-I*: 60dB, BW=5.4kHz, Channel space=12.5kHz
 - Blocking: 77dBc, \pm 1MHz offset, BW=5.4kHz
 - Tx Current: 30mA @+13dBm, 433.92MHz, FSK
82mA @+20dBm, 433.92MHz, FSK
 - Rx Current: 9.6mA @433.92MHz, FSK, DC-DC mode
 - Sleep Current: 400nA @Deep Sleep
800nA @Duty Cycle On
 - FIFO Buffer Size: 256 Bytes
 - Interface: 4-SPI
 - Package: QFN-24, 4x4x0.75mm
- 




Application

- Wireless Metering and Wireless Smart Metering
- LPWAN
- Home and Building Automation
- Industrial Monitoring and Control
- Wireless Alarm and Security Systems
- Wireless Sensor Networks and Active RFID
- IEEE 802.15.4g Systems @ Sub-1G
- Wi-SUN

* ACR-I – избирательность по соседнему каналу (Adjacent channel rejection)



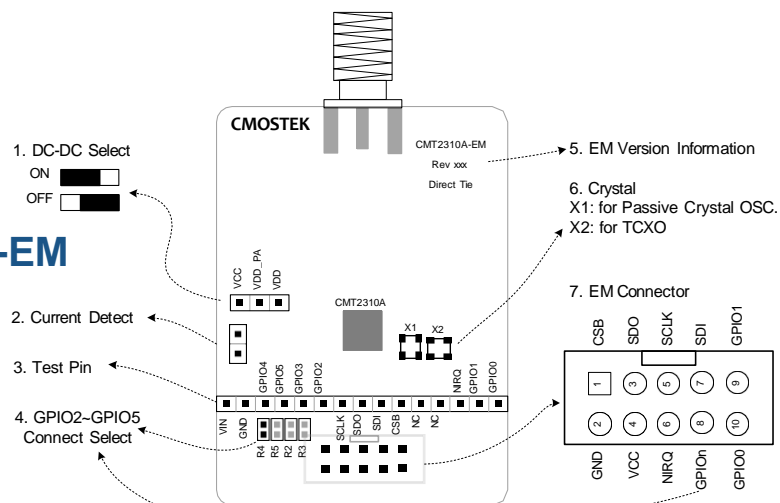
Сравнение трансиверов

	CMT2300A-EQR 	CMT2310A-EQR 
Основные преимущества и особые возможности	Ультранизкое потребление, бюджетная цена	Высокая скорость и избирательность, встроенный DC/DC, режим CSMA
Диапазоны частот, МГц	127...1020	113...960
Виды модуляции	2-FSK 4-FSK OOK	2-FSK, 2-GFSK 4-FSK, 4-GFSK OOK
Скорость передачи данных, кбит/с	0.5...300	0.1 ...1000
Чувствительность максимальная, дБм	-121	-122
Выходная мощность (макс.), дБм	+20	+20
Ток в режиме минимального потребления, нА	300	400
Потребление в режиме приема	8.5 mA @ 433 MHz, FSK (High power) 7.2 mA @ 433 MHz, FSK (Low power)	9.6 mA (DC/DC) @433.92 MHz, FSK
Потребление в режиме передачи	23 mA @ 13 dBm, 433.92 MHz, FSK 72 mA @ 20 dBm, 433.92 MHz, FSK	30 mA @ 13 dBm, 433.92 MHz, FSK 82 mA @ 20 dBm, 433.92 MHz, FSK
Избирательность по соседнему каналу FSK	30 dBc, 10 kbps, BW=100kHz	62 dBc, BW = 4.8 kHz
Блокирование	70 dBc , ±1 MHz offset	76 dBc , ±1 MHz offset
Буфер FIFO	64	128
Кварцевый резонатор, МГц	26	32
Питание, В	1.8...3.6	1.8...3.6
Корпус	QFN 16 (3 x 3 мм)	QFN 24 (4 x 4 мм)

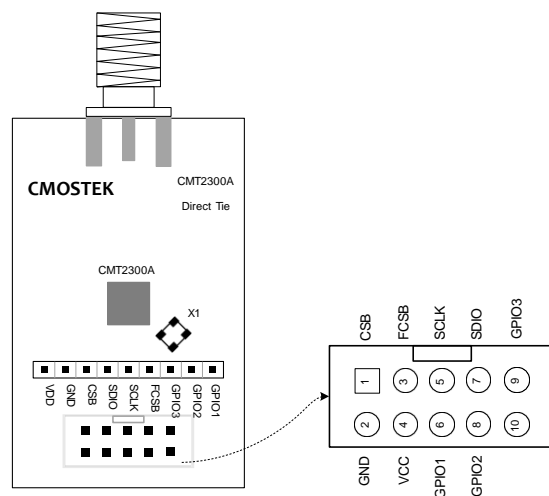


Набор разработчика CMT2300A/CMT2310

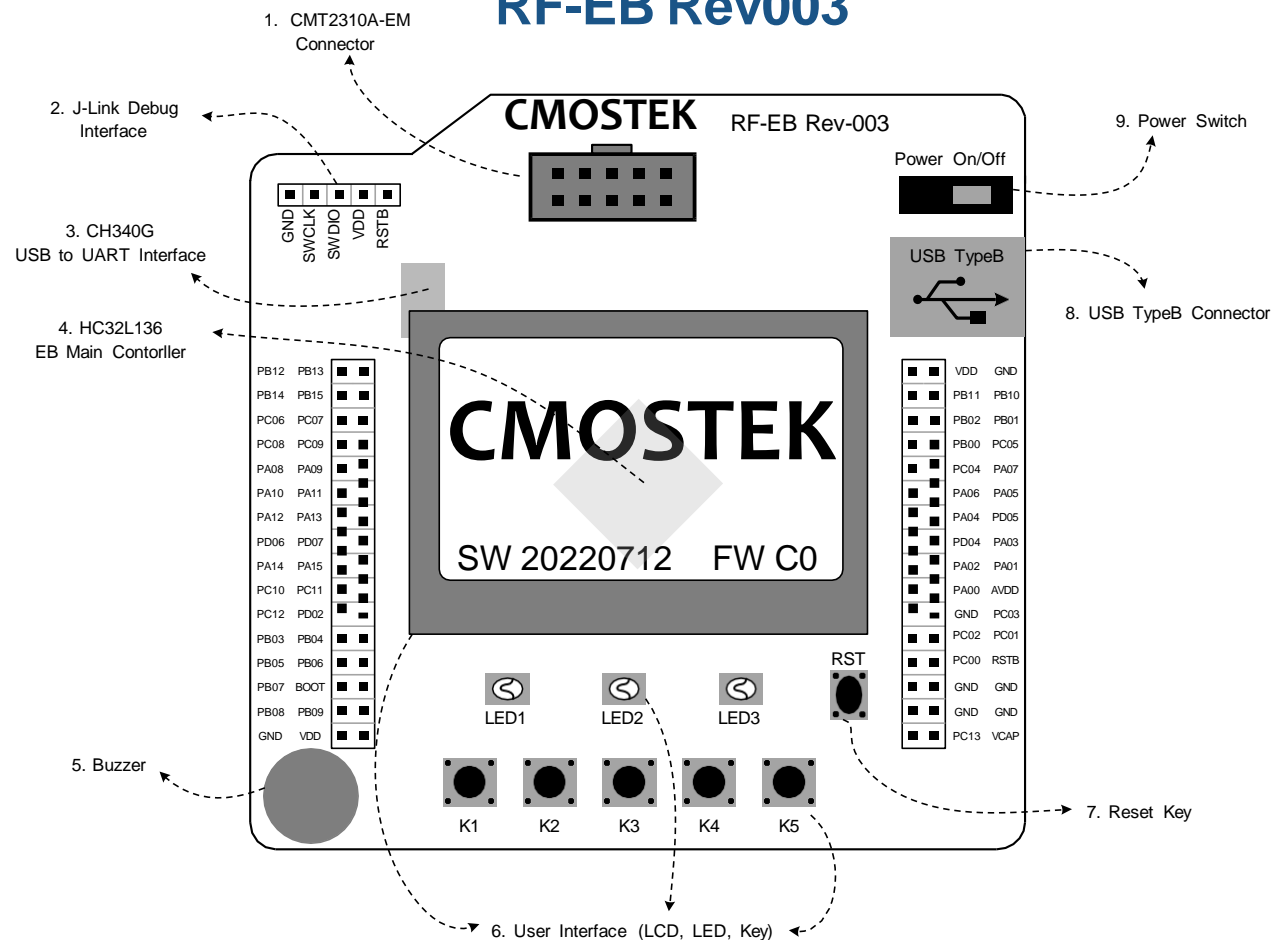
CMT2310A-EM



CMT2300A-EM



RF-EB Rev003

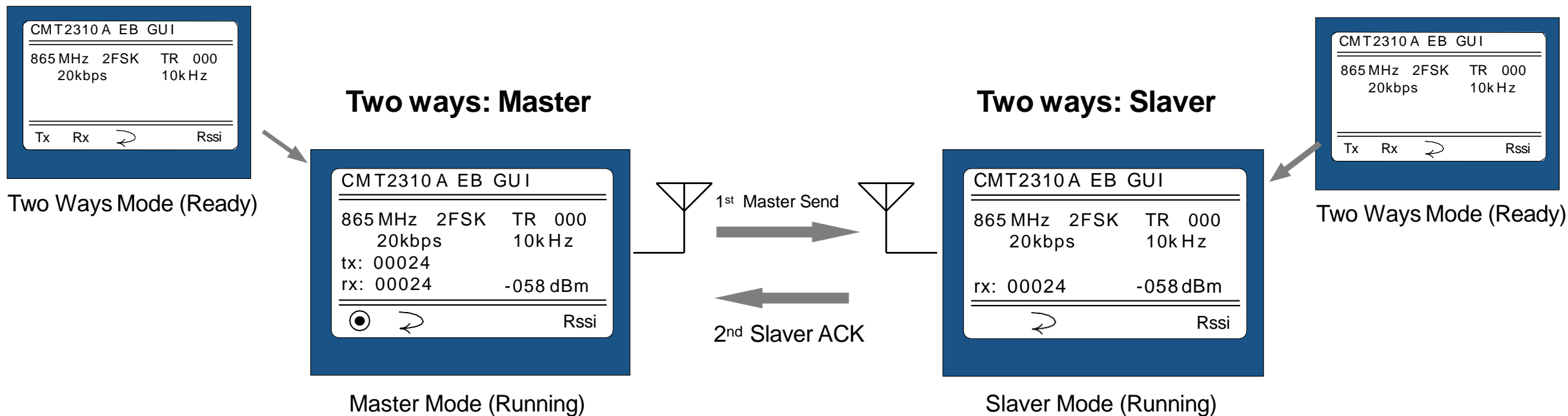


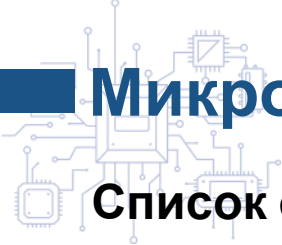
Примечание: больше подробностей есть в документе AN241



Быстрая оценка дальности связи

Оценка бюджета радиолинии для двухсторонней связи

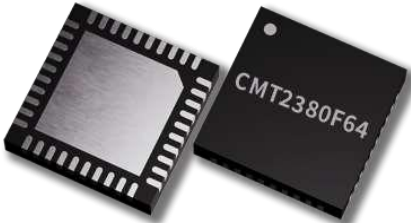




Микросхемы SoC (MCU + трансивер)

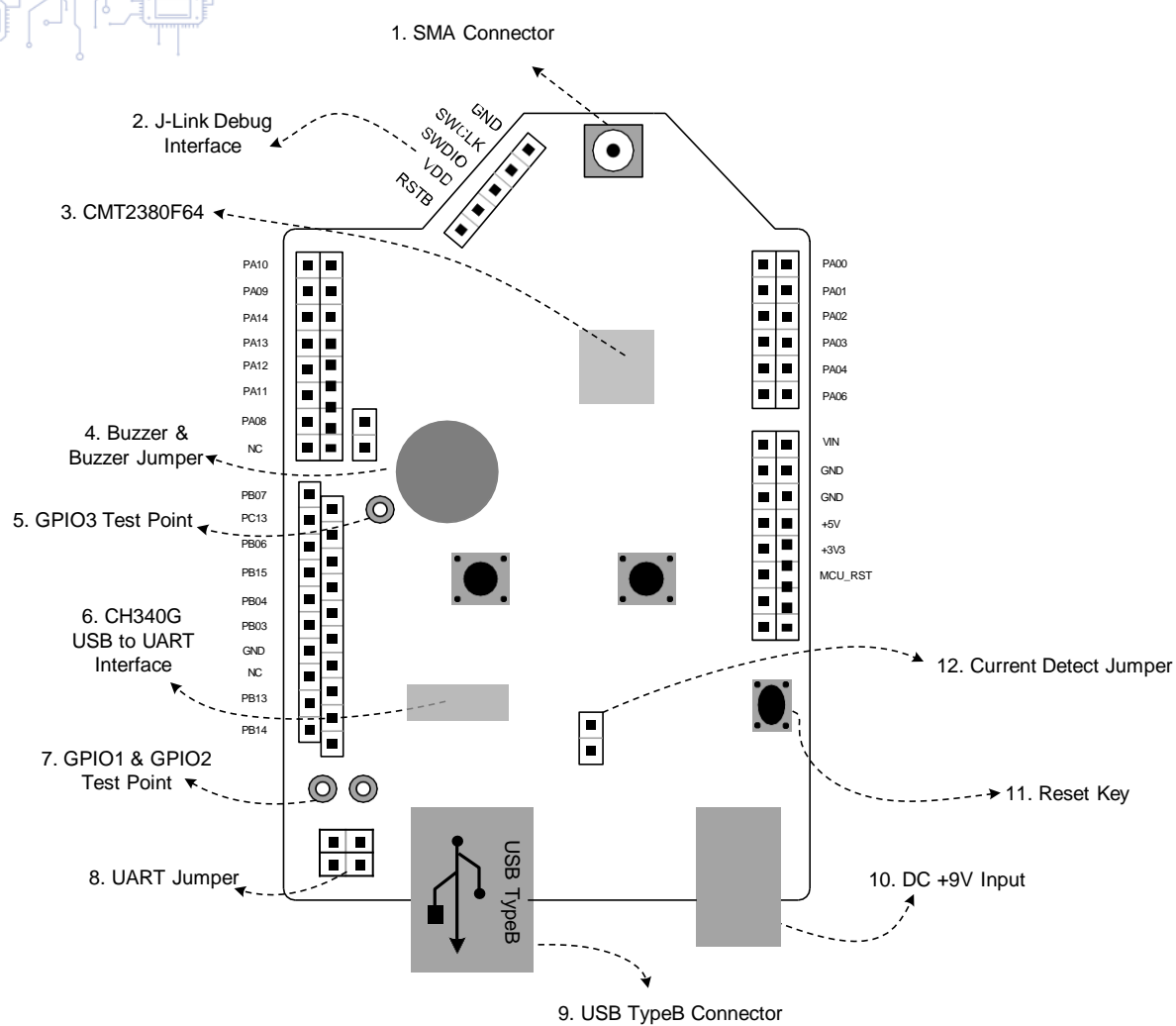
Список основных продуктов TRx SoC

Наименование	RF ядро	Микроконтроллер	Диапазон (MHz)	Бюджет радиолinii	Корпус	Могут поддерживать связь
CMT2380F29-EQR	CMT2300A	Cortex M0, 29kB Flash, ADC up to 18 GPIOs	127-1020	+20dBm / -122 dBm	QFN-32	С любым из списка
CMT2380F64-EQR	CMT2300A	Cortex M0, 64kB Flash, ADC up to 23/29 GPIOs	127-1020	+20dBm / -122 dBm	QFN-40/48	
CMT2390F64-EQR	CMT2310A	Cortex M0, 64kB Flash, ADC up to 23 GPIOs	113-960	+20dBm / -122 dBm	QFN-48	
CMT2391F128-EQR	CMT2310A	Cortex M4, 128kB Flash, ADC up to 44 GPIOs	113-960	+20dBm / -122 dBm	QFN-68	
CMT2392F512-EQR	CMT2310A	Cortex M4, 512kB Flash, ADC With up to 36 GPIOs	113-960	+20dBm / -122 dBm	QFN-68	

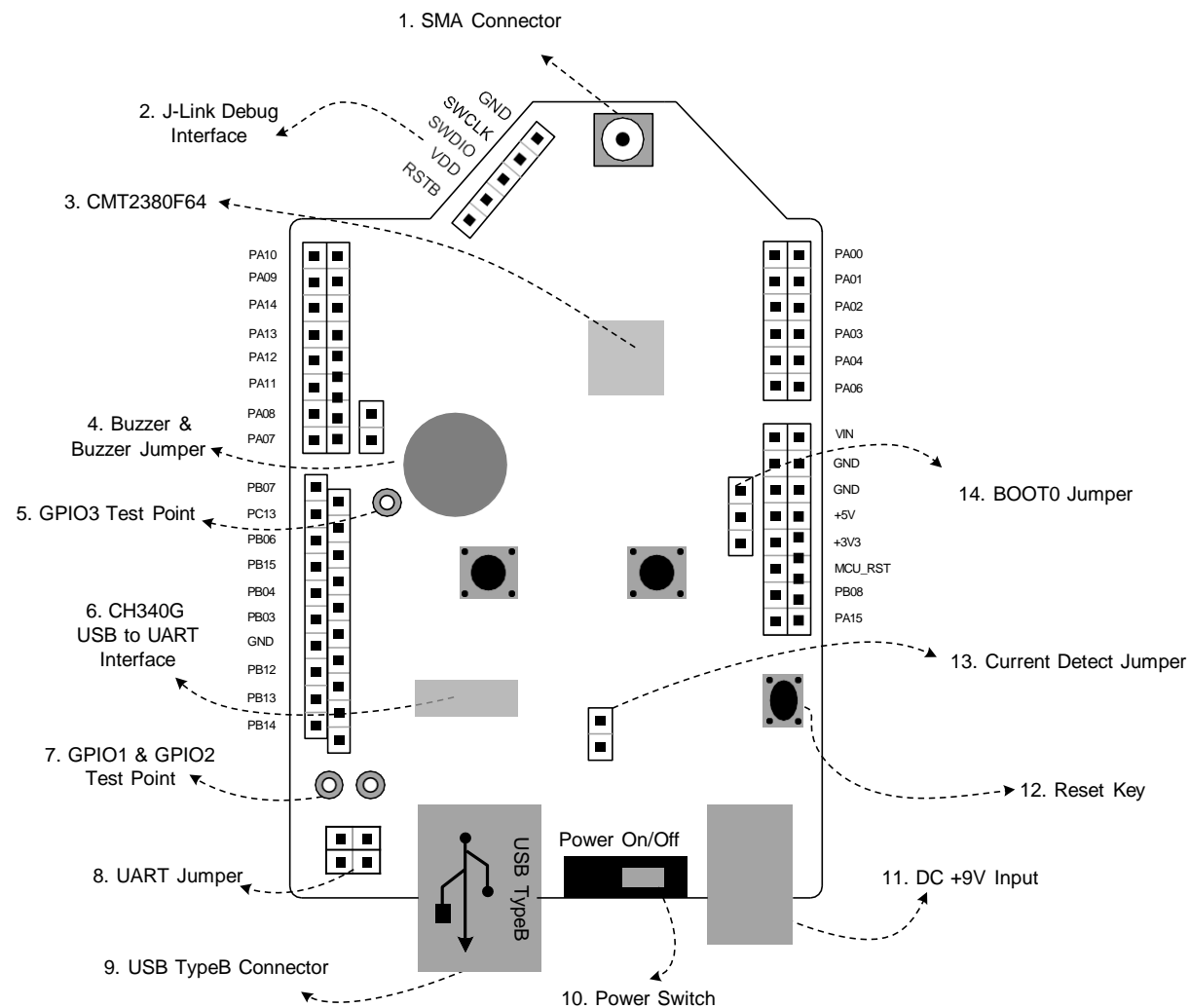




Отладочная плата для SoC (MCU+CMT2300)



CMT2380F64-EQR-EB

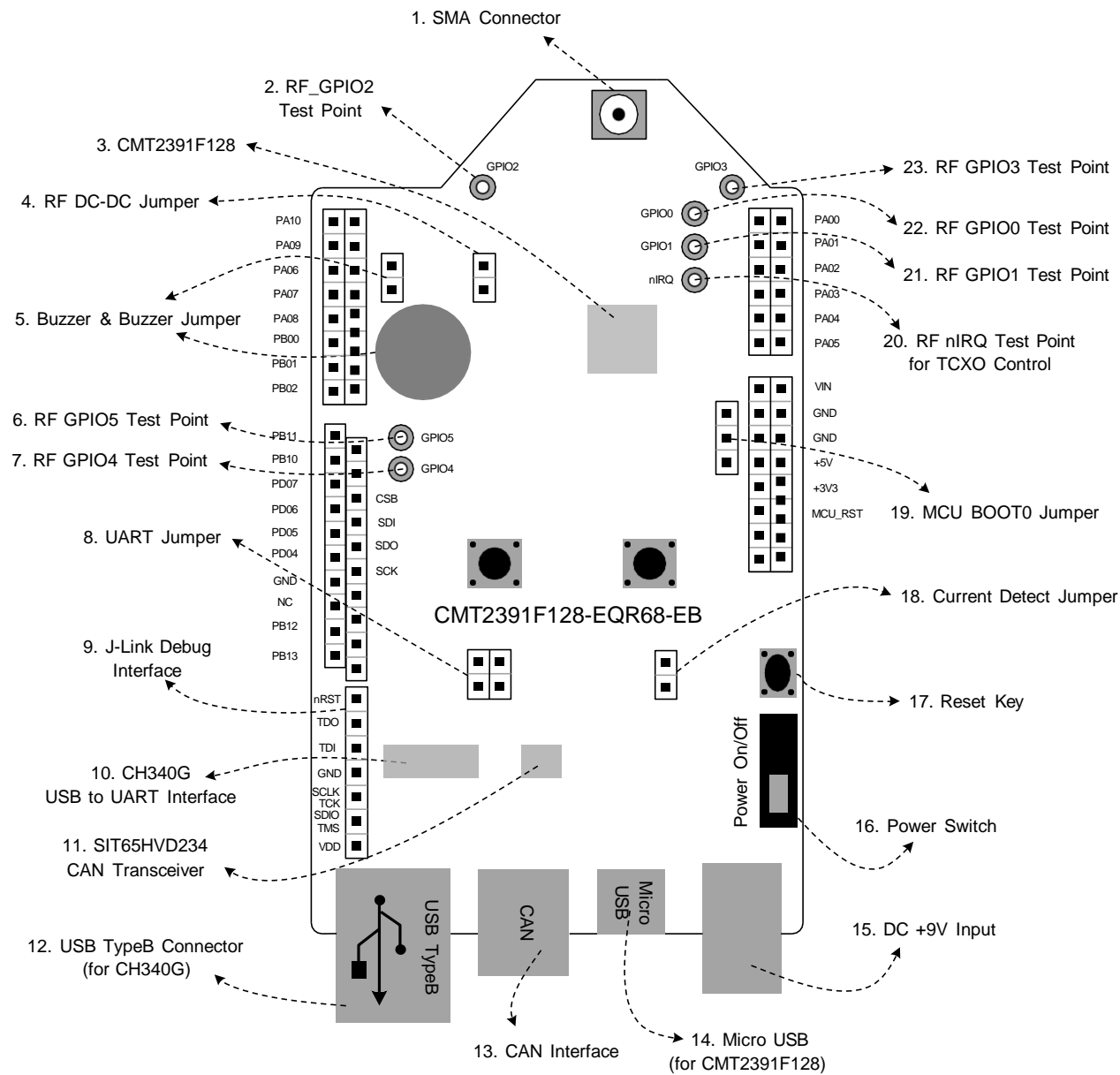
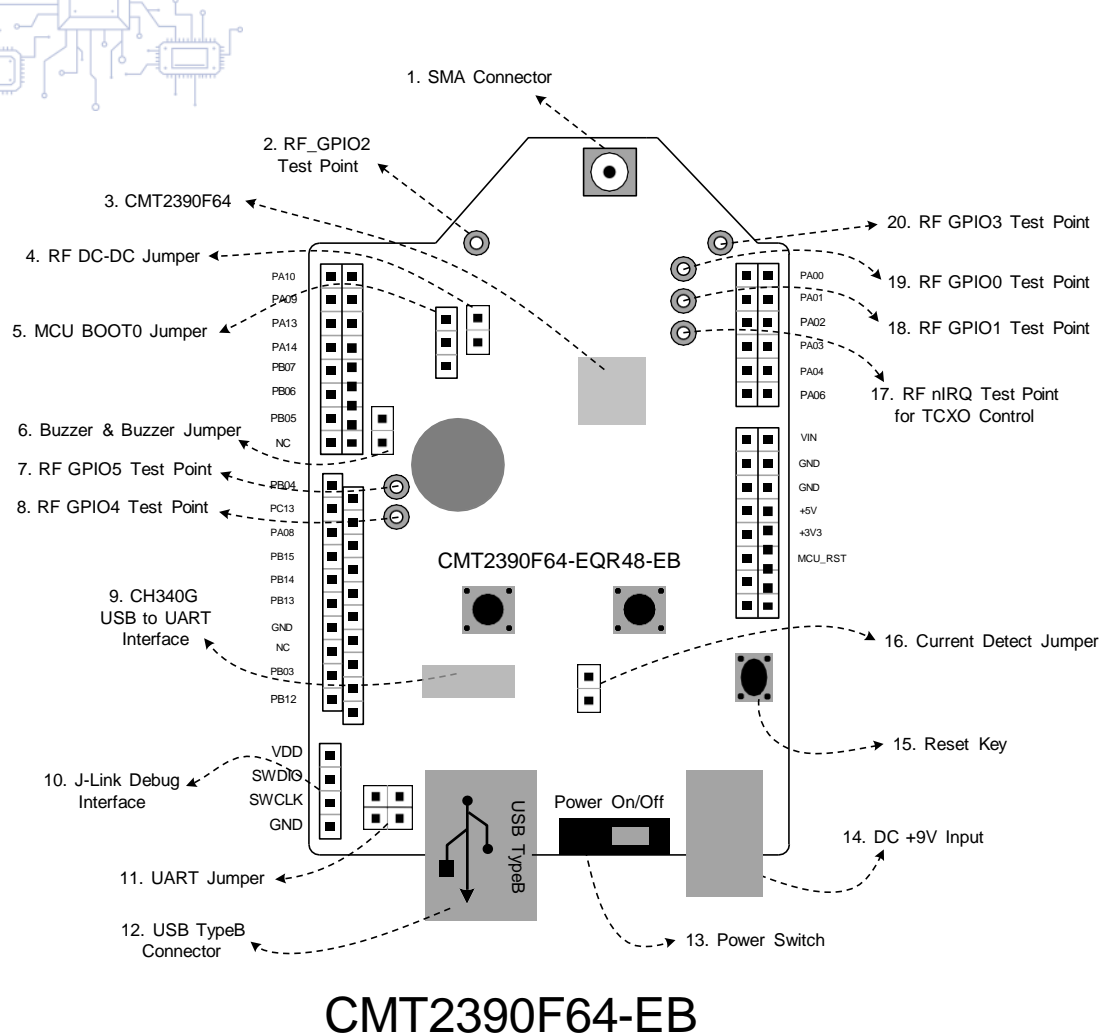


CMT2380F64-EQR48-EB

Note: For more detail, please refer to the AN191



Отладочная плата для SoC (MCU+CMT2310)

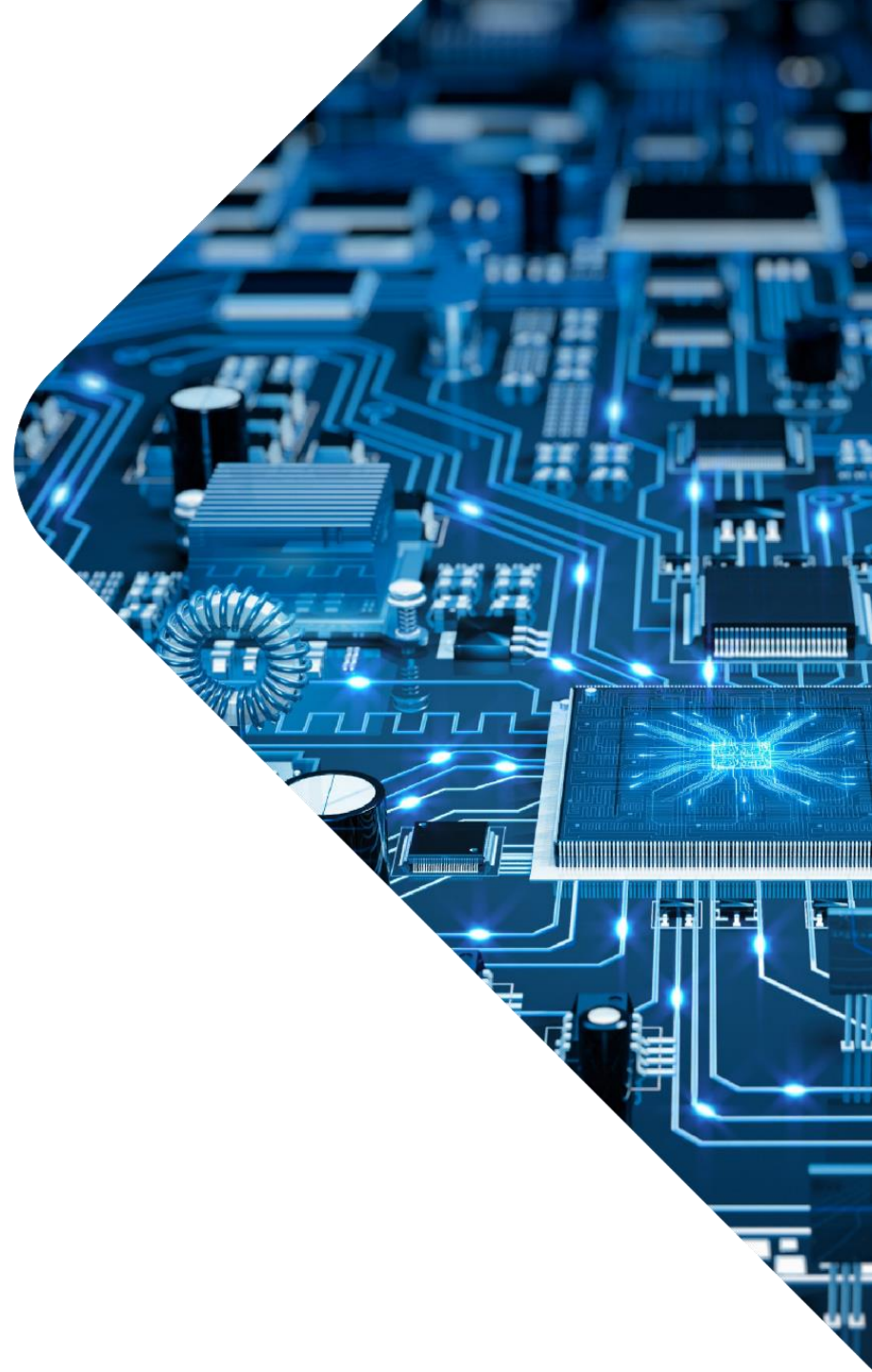


Note: For more detail, please refer to the AN247

CMT2391F128-EB

Радиомодули 433/868 МГц

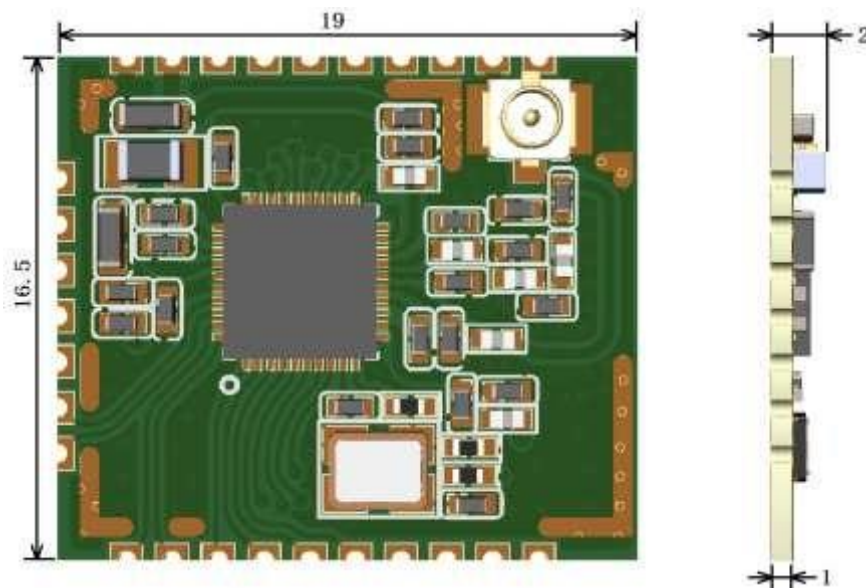
Новинки 2025





RFM23A020 (EFR32FG23)

Наименование	Рабочий диапазон
RFM23A020-433S2	433MHz
RFM23A020-868S2	868MHz



Особенности

- High-performance SUBG SOC wireless transceiver module
- Rich resources, 22 GPIO pins (PC7 not led out), supports secondary development
- CPU: 32-bit ARM Cortex®-M33, main frequency 78MHz
- Storage: 512KB FLASH, 64KB RAM
- CONNECT networking, Sidewalk, **WM-BUS**
- Supports OOK, (G)FSK, (G)MSK, **O-QPSK* DSSS**** (802.15.4 – 2020)
- Maximum transmission power **20dBm**

Применение

- Умный учет (Smart Metering): приборы учета электроэнергии, воды и газа
- Умное освещение: уличное и промышленное
- Автоматизация: промышленные и муниципальные инфраструктурные приложения
- Промышленные датчики и системы управления

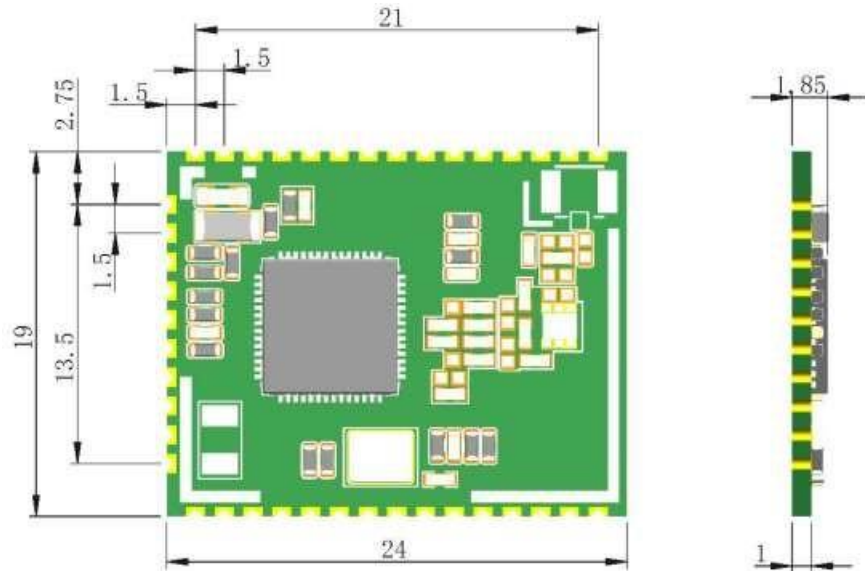
* O-QPSK - Четырехпозиционная фазовая модуляция со сдвигом квадратур

** DSSS – расширение сигнала спектра кодовой последовательностью



RFM25A12 (EFR32MG25)

Наименование	Рабочий диапазон
RFM25A12-470S2	470MHz
RFM25A12-868S2	868MHz

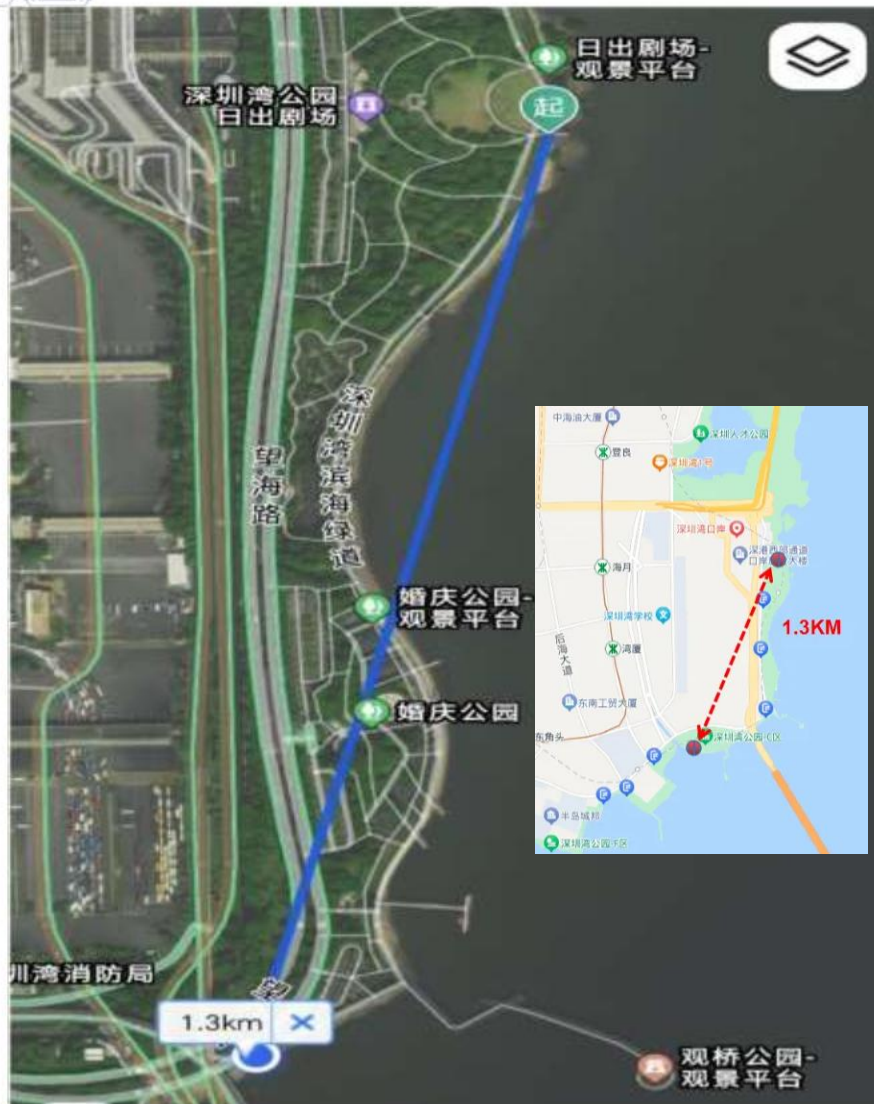


Особенности

- High-performance SUB1G SOC wireless transceiver module
- Rich resources, 35 GPIO pins led out, supports secondary development
- CPU: 32-bit ARM Cortex®-M33, main frequency 97.5MHz
- Storage: **1152KB FLASH, 256KB RAM**
- The module reserves a 32.768KHz low-frequency crystal oscillator soldering point
- Supports 2(G)FSK, **O-QPSK, Wi-SUN OFDM**
- Maximum transmission power 16dBm

Применение

- Умный учет (Smart Metering): приборы учета электроэнергии, воды и газа
- Умное освещение: уличное и промышленное
- Автоматизация: промышленные и муниципальные инфраструктурные приложения
- Промышленные датчики и системы управления



Фактическая измеренная дальность составила 1,3 км

Условия испытаний:

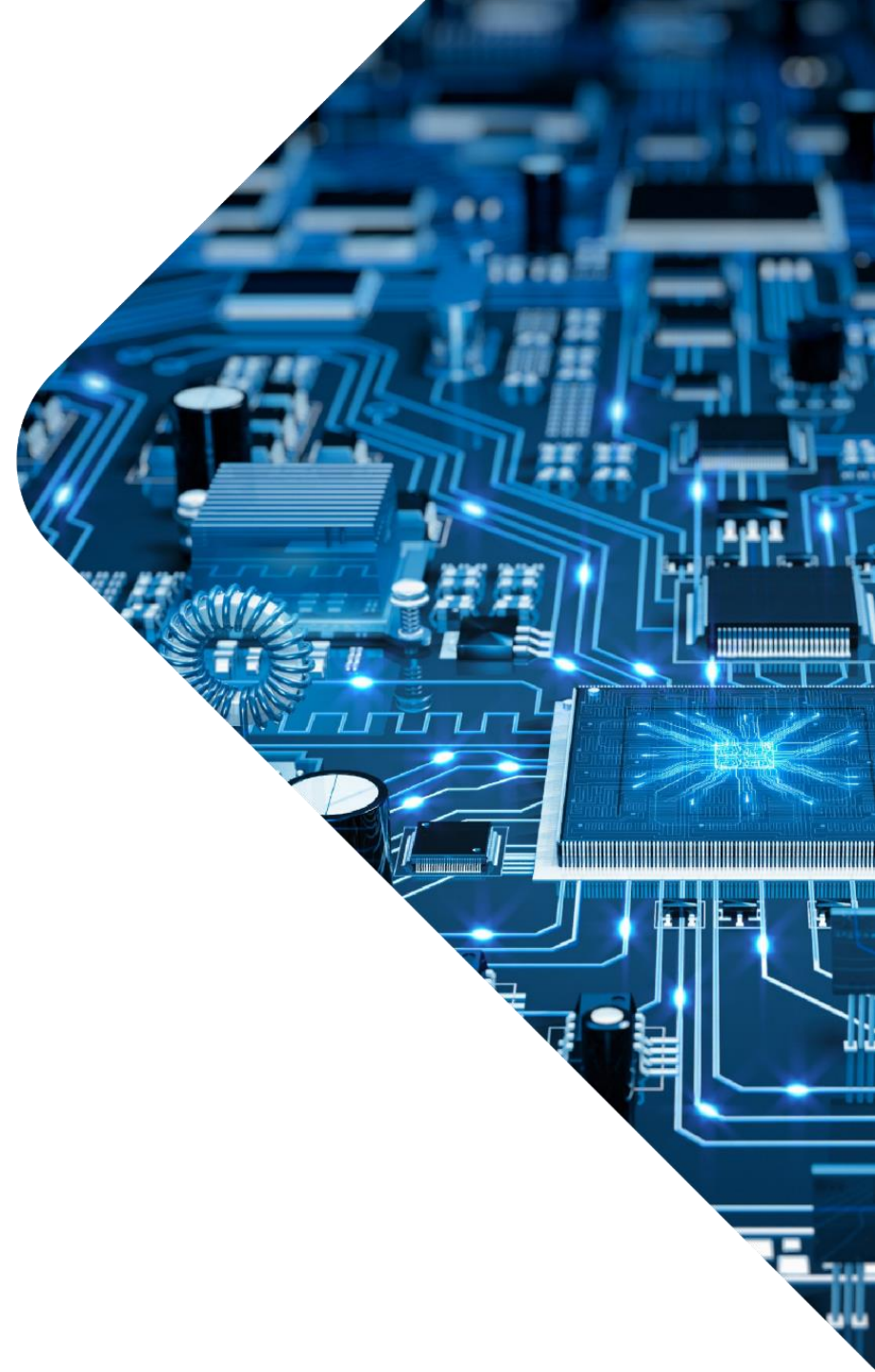
- Рабочее напряжение 3,3 В
- Температура 25 °С, влажность 74 %
- Частота генератора 39 МГц
- Рабочая частота 915 МГц
- Режим модуляции OQPSK*
- Скорость передачи данных 9,6 кбит/с
- Антенна – штыревая 3 дБи



CSDN @华普微HOPERF

*Четырехпозиционная фазовая модуляция со сдвигом квадратур (OQPSK)

Приемопередатчики и модули LoRa





Что такое LoRa



Благодаря использованию модуляции с расширенным спектром и кода с прямым исправлением ошибок, дальность связи LoRa превышает дальность связи с обычной FSK-модуляцией и может достигать 10 и более километров на прямой видимости. Также данный вид сигнала имеет повышенную дальность в городской застройке.



LoRa — это технология модуляции с расширенным спектром, при которой беспроводные сигналы с различными коэффициентами расширения ортогональны. Это важная характеристика. Семь беспроводных сигналов с коэффициентами расширения от SF6 до SF12 на одном канале не конфликтуют друг с другом.



Модуль LoRa имеет функции глубокого сна и пробуждения. Он может переходить в спящий режим, когда связь не требуется, что значительно снижает энергопотребление. При необходимости связи модуль автоматически выходит из спящего режима для передачи данных.

LoRaWAN — это сеть тип звезда с большим радиусом действия и низким энергопотреблением. Она особенно подходит для LPWAN. Для недорогих беспроводных сенсорных сетей (WSN), работающих от аккумуляторов, протокол LoRaWAN оптимизирован для баланса между задержкой сети и сроком службы аккумуляторов.



Продукты LoRa

Продукт

RFM95



RFM96



RFM97



RFM98



RFM90



RFM91



RFM68LC



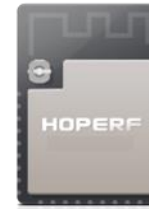
RFM6501



RFM6601



RFM92LR



2014

2016

2018

2020

2024

Semtech

Ген 1

SX1272
SX1276

Ген 2

SX126x
SX1280

Ген 3

LR1120
LLCC68

LR1121

ASR

ASR650X

ASR6601



Радиомодули LoRA на чипах Semtech

	RFM90C	RFM91SC	RFM68LC	RFM95C	RFM95P	RFM98	RFM98P
Chip	<u>SX1262</u>	<u>SX1268</u>	<u>LLCC68</u>	<u>SX1276</u>	<u>SX1276</u>	<u>SX1278</u>	<u>SX1278</u>
Modulation	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>	<u>LoRa/GFSK/FSK</u>
Voltage	<u>1.8-3.7V</u>	<u>1.8-3.7V</u>	<u>1.8-3.7V</u>	<u>1.8-3.7V</u>	<u>5-6V</u>	<u>1.8-3.7V</u>	<u>5-6V</u>
Frequency	<u>150-960MHz</u>	<u>433/470/780MHz</u>	<u>433/470/868/915MHz</u>	<u>915MHz</u>	<u>868/915MHz</u>	<u>169/433/470MHz</u>	<u>169/433/470MHz</u>
SF	<u>5-12</u>	<u>5-12</u>	<u>5-11</u>	<u>6-12</u>	<u>6-12</u>	<u>6-12</u>	<u>6-12</u>
Data rate	<u>62.5Kbps</u>	<u>62.5Kbps</u>	<u>62.5Kbps</u>	<u>37.5Kbps</u>	<u>37.5Kbps</u>	<u>37.5Kbps</u>	<u>37.5Kbps</u>
TX	<u>118mA</u>	<u>135mA</u>	<u>125mA</u>	<u>134mA</u>	<u>650mA(+30dBm)</u>	<u>130mA</u>	<u>650mA(+30dBm)</u>
RX	<u>8.8mA</u>	<u>8.8mA</u>	<u>8.8mA</u>	<u>12.5mA</u>	<u>13mA</u>	<u>10.3mA</u>	<u>13mA</u>
Sensitivity	<u>-137dBm</u>	<u>-137dbm</u>	<u>-129dbm</u>	<u>-138dBm</u>	<u>-136dBm</u>	<u>-140dBm</u>	<u>-136dBm</u>
Tx power	<u>22dBm</u>	<u>22dBm</u>	<u>22dBm</u>	<u>18.3dBm</u>	<u>30dBm</u>	<u>20dBm</u>	<u>30dBm</u>
Dimensions	<u>16*16*2.8mm</u>	<u>16*16*2.8mm</u>	<u>11.5*12*2.3mm</u>	<u>16*16*2.7mm</u>	<u>35.4*18*3.85mm</u>	<u>16*16*1.8mm</u>	<u>35.4*18*3.85mm</u>
P/N	RFM90C-433S2 RFM90C-868S2 <u>RFM90C-915S2</u>	RFM91(SC)-433S2 RFM91(SC)-470S2 <u>RFM91(SC)-780S2</u>	RFM68LC-433S2 RFM68LC-470S2 RFM68LC-868S2 <u>RFM68LC-915S2</u>	<u>RFM95C-915S2</u>	RFM95P-868S2 <u>RFM95P-915S2</u>	RFM98-169S2 RFM98-433S2 <u>RFM98-470S2</u>	RFM98P-169S2 RFM98P-433S2 <u>RFM98P-470S2</u>



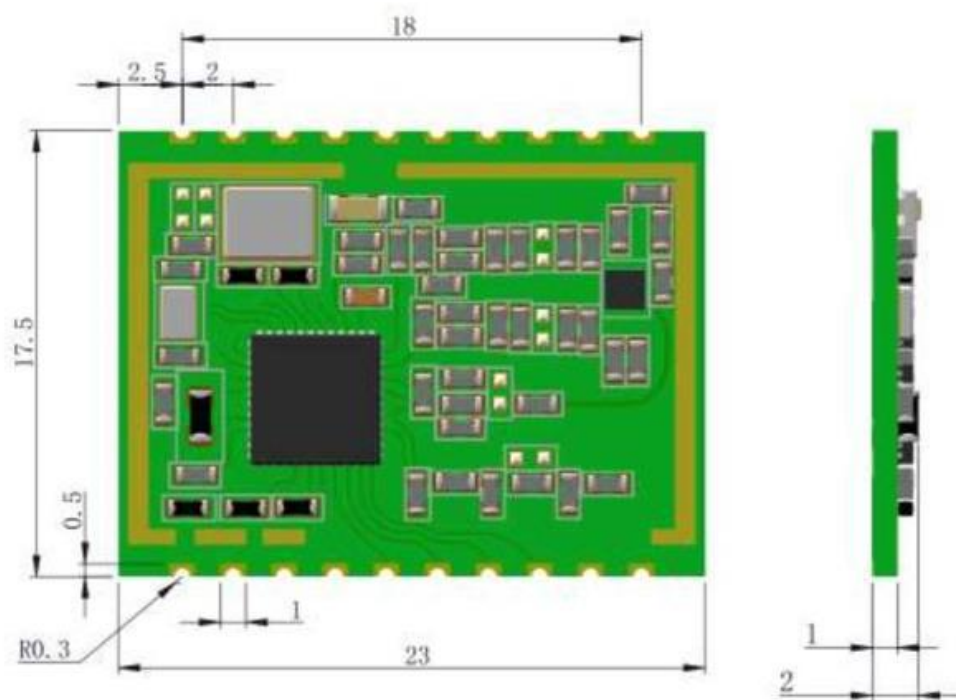
Радиомодули LoRA на чипах ASR

	Cortex-M0 128/16	Cortex-M0 256/64	STM 8-bit MCU 64/4	Arm China STAR-MC1 256/48
				
	RFM6601	RFM6601SE	RFM6505	RFM6501
Chip	ASR6601	ASR6601SE	ASR6505	ASR6501
Modulation	LoRa/(G)FSK/(G)MSK	LoRa/(G)FSK/(G)MSK	LoRa/(G)FSK/(G)MSK	LoRa/(G)FSK/(G)MSK
Voltage	1.7-3.7V	1.7-3.7V	2.4-3.7V	2.4-3.7V
Frequency	433/470/868/915MHz	433/470/868/915MHz	433/470/868/915MHz	433/470/868/915MHz
SF	5-12	5-12	5-12	5-12
Data rate	62.5Kbps	62.5Kbps	62.5Kbps	62.5Kbps
TX	<u>108mA</u>	108mA	105mA(22dBm)	107mA(22dBm)
RX	10mA	9.2mA	10mA	9mA
Sensitivity	-138dBm	-138dBm	-137dBm	-137dBm
TX power	22dBm	22dBm	22dBm	22dBm
Dimensions	18*16*2.8mm	19*19*2mm	16*20*2.8mm	16*16mm
Interface	UART	UART	UART	UART
Class	Class A/B/C	Class A/B/C	Class A/B/C	Class A/B/C



Новинка – модуль RFM92LR на базе LR1121

Module Model	Working Frequency
RFM92LR-434S2	434MHz & 2.4G
RFM92LR-868S2	868MHz & 2.4G
RFM92LR-915S2	915MHz & 2.4G



Особенности

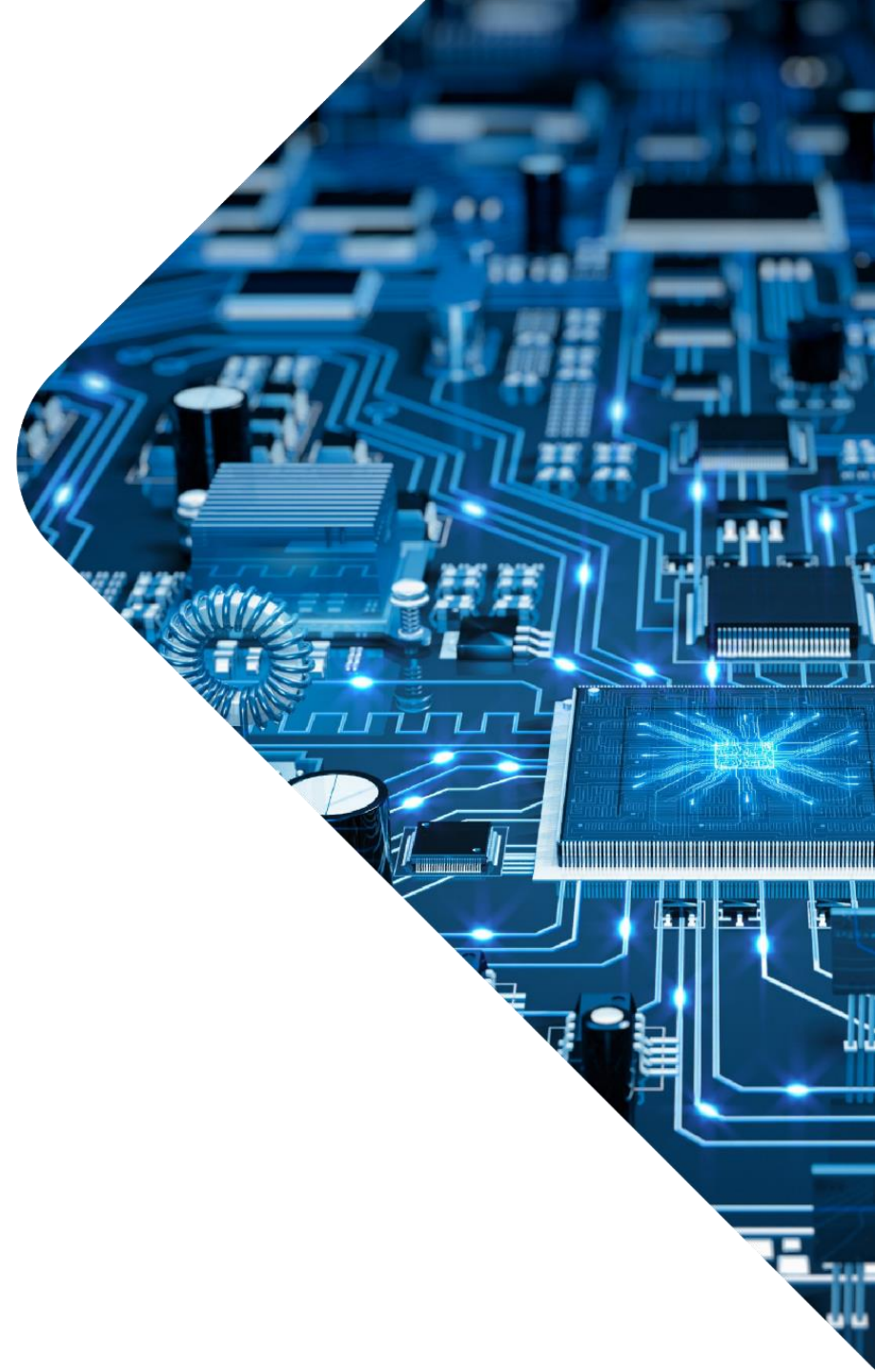
- Работает в диапазоне до 1 ГГц и в диапазоне 2.4 ГГц
- Используется 2 антенны
- Модуляция LoRa и (G)FSK совместима с сериями SX126x и SX127x в диапазоне до 1 ГГц
- Модуляция LoRa и (G)FSK совместима с серией SX128x в диапазоне 2.4 ГГц
- Спутниковая связь S-диапазона (1,9–2,1 ГГц)
- Поддерживает протоколы LoRaWAN, Sigfox
- Выходная мощность +22 dBm

Применение

- Счетчики энергии
- Умный дом
- Системы безопасности зданий
- Умный город, объекты ЖКХ
- Уличное освещение
- Промышленные приложения/автоматизация зданий





Модули Matter

Matter — это новый открытый стандарт (протокол) для устройств умного дома, который позволяет устройствам разных производителей работать вместе в единой сети. Он использует существующие технологии, такие как Wi-Fi, Thread и Ethernet для подключения, и Bluetooth с низким энергопотреблением для настройки. Главная цель — упростить взаимодействие гаджетов и избавить пользователей от проблем с совместимостью между различными экосистемами.





Радиомодули Matter

Module	HM-MT2401	HM-MT2401B	HM-MT2401C	HM-MT5801
				
Protocol type	Matter over Thread	Matter over TThread	Matter over Thread	Matter over Wi-Fi
Chip type	MG24	MG24	MG24	ASR582x
Security Level (Optional)	Secure High	Secure High	Secure High	-
Antenna type	PCB/external antenna	PCB/external antenna	external antenna	PCB/external antenna
Transmit power	19.5 dBm	10 dBm	10 dBm	20 dBm
Dimensions (mm)	15.8 x 22 x 2.6	15.8 x 22 x 2.6	10 x 12.7 x 2.6	15.8 x 20.3 x 2.6
Voltage	1.8-3.6V	1.8-3.6V	1.8-3.6V	3.0-3.6V
Flash size	1536KB	1536KB	1536KB	4MB
External Flash (Optional)	2/4/8 MB	2/4/8 MB	2/4/8 MB	-
RAM size	256KB	256KB	256KB	352KB
Product type applied	Electricians, lighting, Sensors, thermostats, Curtain motor, etc.	Electricians, lighting, Sensors, thermostats, Curtain motor, etc.	Electricians, lighting, Sensors, thermostats, Curtain motor, etc.	Electricians, lighting, Sensors, Curtain motor, etc



ВОПРОС

Какие продукты Hoperf могут быть интересны для ваших задач?

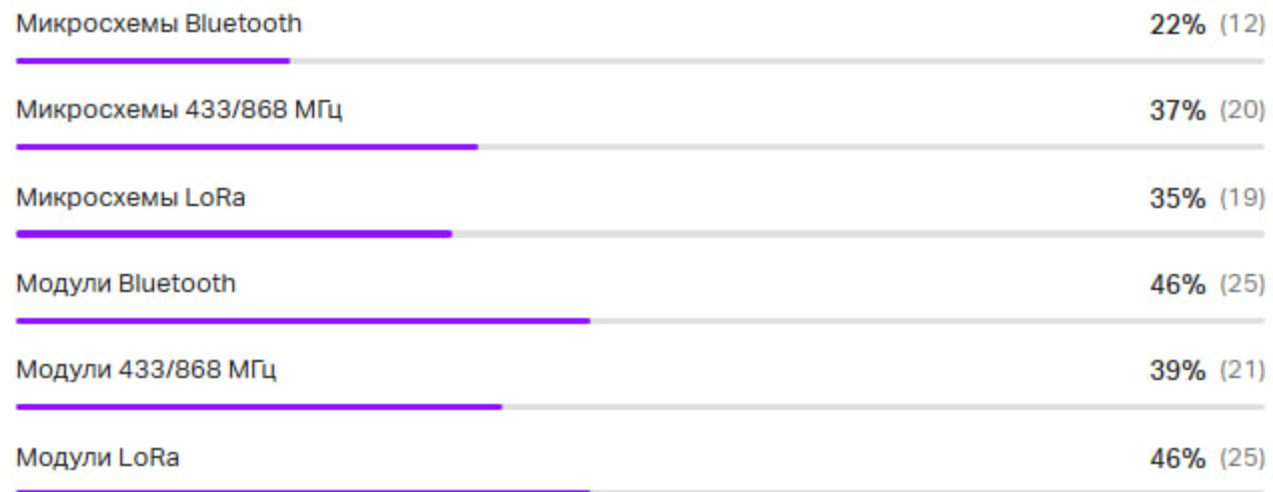
- ☐ Микросхемы Bluetooth
- ☐ Радиомодули Bluetooth
- ☐ Микросхемы Sub1GHz (433/868 МГц)
- ☐ Радиомодули Sub1GHz (433/868 МГц)
- ☐ Микросхемы LoRa
- ☐ Радиомодули LoRa



ОТВЕТЫ

Какие продукты HOPERF могут быть интересны для ваших задач?

54 ответа



СПАСИБО

