

Платформа Freescale Semiconductor для реализации беспроводных решений ZigBee / 802.15.4 / SMAC

Беспроводные решения стандарта
ZigBee/802.15.4 фирмы Freescale Semiconductor

1 декабря 2004

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc.
All other product or service names are the property of their respective owners. © Freescale Semiconductor, Inc. 2004



Создание надежных и дешевых устройств для мониторинга и управления на базе беспроводных сетевых решений, основанных на открытом глобальном стандарте.

Области применения ZigBee / 802.15.4

Безопасность
ОВК

Считывание счетчиков
Управление освещением
Контроль доступа



TB & VCR
DVD/CD
Дистанционное
управление
Интерактивные игры

Диагностика
пациента
Оборудование
для фитнеса



ZigBee
*Беспроводное решение,
которое работает, просто
работает. . .*



Мышь
Клавиатура
Джойстик

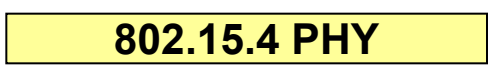
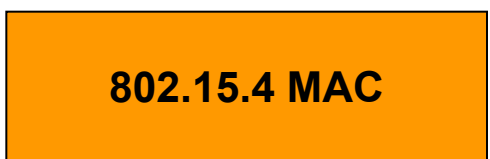
Управление
активами
Контроль
процессов
Оптимизация
энергопотребления



Безопасность
ОВК
Управление освещением
Контроль доступа
Освещение и полив
теплиц, газонов, садов

Реализация беспроводных соединений ZigBee/802.15.4 на базе платформы Freescale Semiconductor

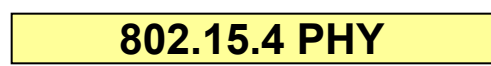
ZigBee (<60K)



802.15.4 MAC

(<32K)

(стек конечного устройства <4K)



Простое Беспроводное Соединение

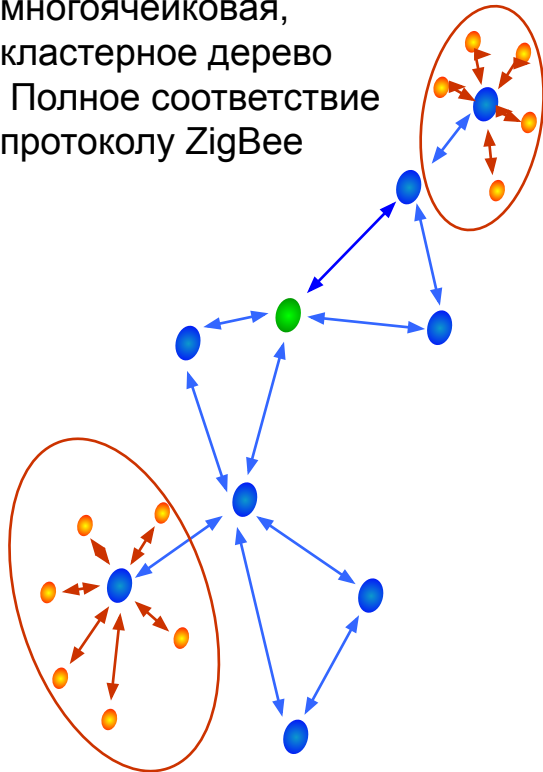
< 2K Flash



Варианты топологий сетей ZigBee/802.15.4 на базе платформы компании Freescale Semiconductor

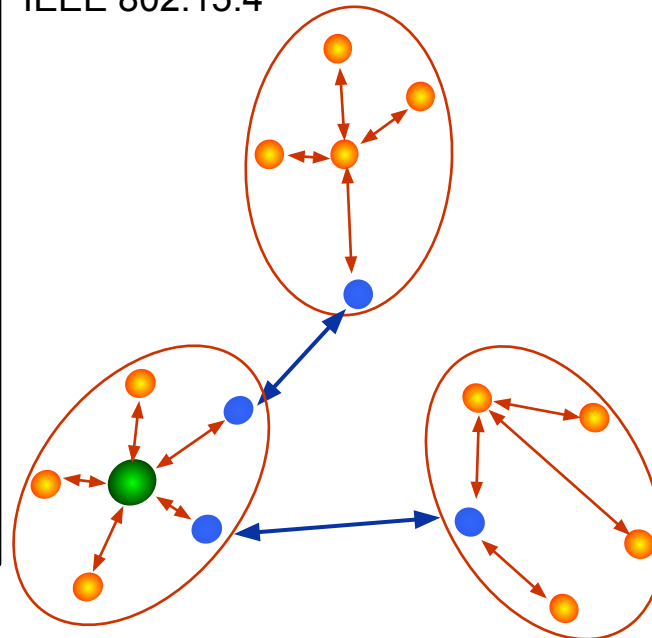
MC13193 + GT60

- 802.15.4 MAC
- Z-Stack сетевой уровень (<60KB), набор инструментария Z-Tools
- Топологии: «звезда», многоячейковая, кластерное дерево
- Полное соответствие протоколу ZigBee



MC13192 + GT32/60

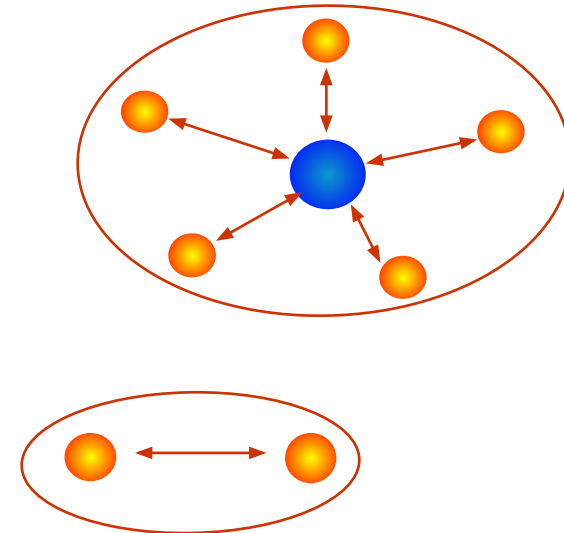
- 802.15.4 MAC (Объектный код <32KB)
- SMAC
- Соединения типа: точка-точка, топологии «звезда» и древовидная
- Оригинальные решения или в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4



MC13191/2 + GT16/32

Простое беспроводное соединение

- Исходный код SMAC (<2.5KB) – распространяется бесплатно
- Соединения типа: точка-точка, топология «звезда»
- Отдельные решения



✓ Класс беспроводных решений:

- *Простое беспроводное решение на базе SMAC*
- *Беспроводное решение на базе MAC 802.15.4*
- *Беспроводное решение на базе ZigBee*

✓ Тип беспроводного решения

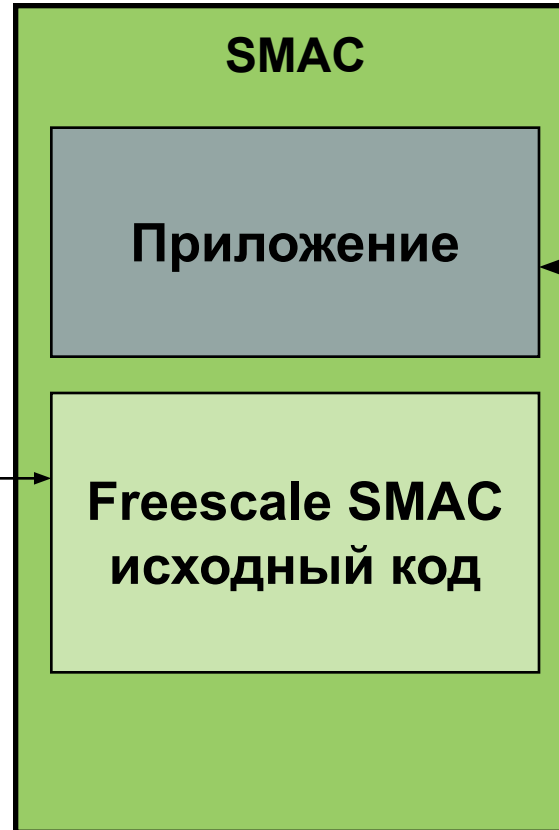
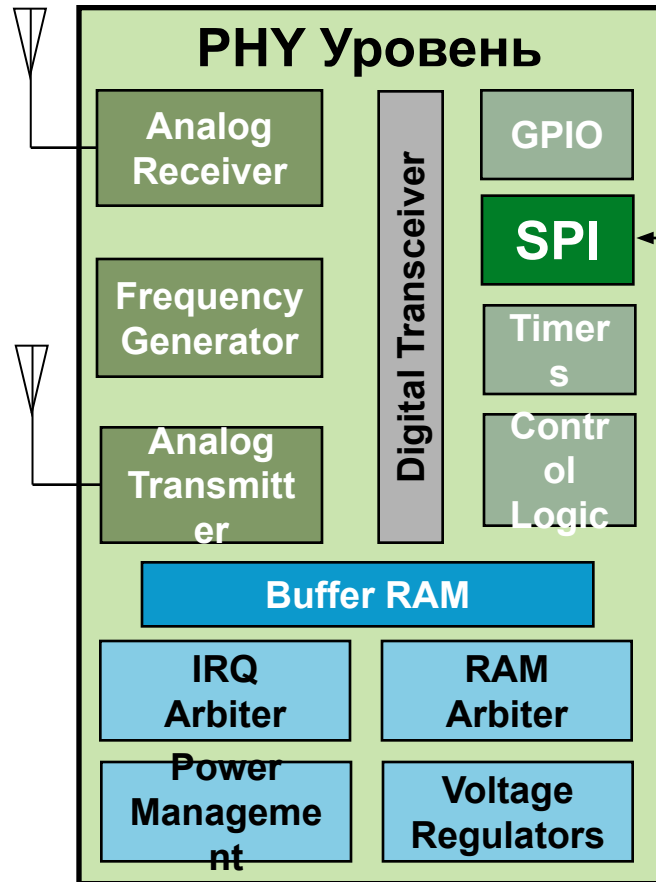
- *Подключаемое к существующей системе*
- *Встраиваемое в новую систему*

Простое беспроводное решение на базе SMAC (1)

Freescale MC13191/2

Freescale MC9S08GT/GB или любой другой МК

Источники сигналов



Преимущества использования отдельного приемопередатчика

- ✓ Простое в использовании беспроводное соединение
- ✓ Крайне низкая стоимость решения
- ✓ Совместим с любым МК
- ✓ Возможность использования трансиверов MC13191 либо MC13192
- ✓ Полный SPI интерфейс к МК
- ✓ Дополнительные возможности расширения зоны покрытия за счет внешних PA/LNA
- ✓ Пакетный режим передачи
- ✓ Необходимый объем памяти: <2.5К
- ✓ Поддержка топологий типа «точка-точка» и «звезда»

Freescale предоставляет:

- ✓ Исходный код SMAC с возможностью использования на любом МК
- ✓ Примеры простых приложений (схемы, описания)
- ✓ Reference Design (Gerber) антенн и согласующих цепей
- ✓ Различные конфигурации антенн
- ✓ Макетная плата

Конфигурация простого соединения типа «точка-точка»

- Размер кода Simple Media Access Controller (SMAC): <2KB
- Объем сетевого уровня стека: 0KB
- 10 Байт RAM
- SMAC код (НЕ совместим с 802.15.4/ZigBee)
- SMAC – для любого МК с SPI

Приложения Code Total

End points:

- | Application | Code | Total |
|------------------|------------|------------|
| Remote controls | 1KB + data | 3KB + data |
| intelligent toys | 2-3KB | 4-5KB |
| Mice | 1-2KB | 3-4KB |
| Keyboards | 1-2KB | 3-4KB |
| Joysticks | 1-2KB | 3-4KB |
| Diagnostics | 2-10KB | 4-12KB |

Notes:

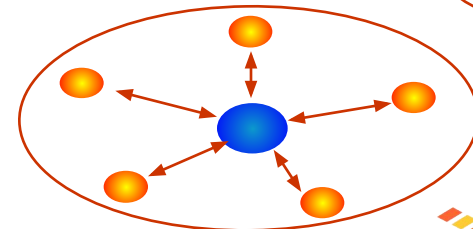
- Размер кода End point: SMAC + Application
- Размер кода Routers: SMAC + Network + Application

Конфигурация простого соединения типа «Звезда»

- Размер кода Simple Media Access Controller (SMAC): <2KB
- Объем сетевого уровня стека: 1-6KB

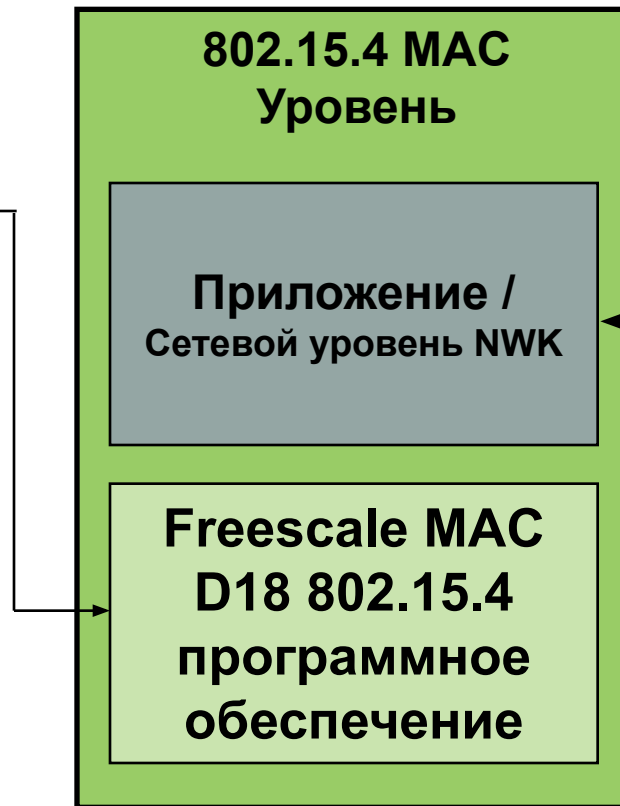
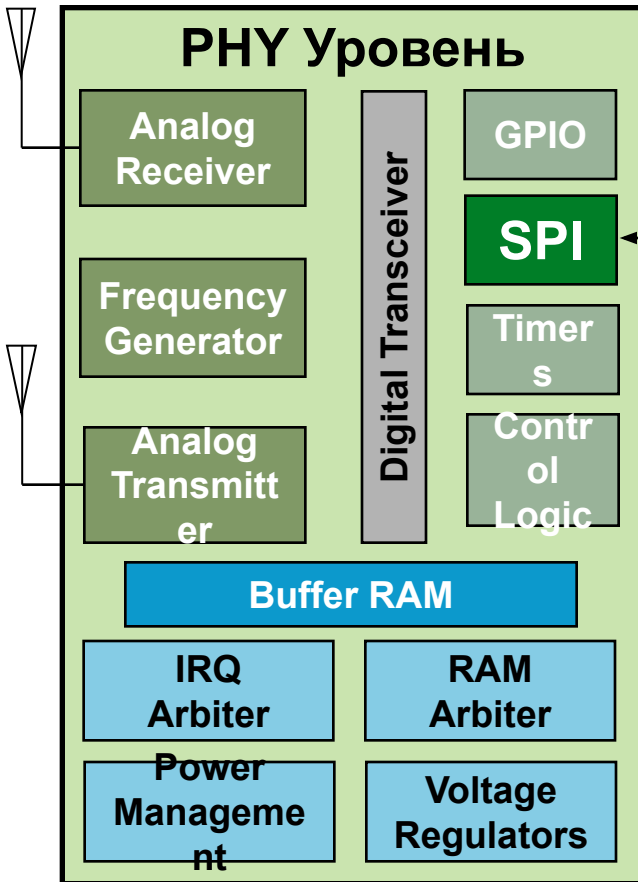
- | Приложения | Code | Total |
|--|--------|--------|
| End Points | 1-10KB | 3-12KB |
| > PC Peripherals, medical monitors, security systems, lighting control, remote controls, metering, diagnostics, automotive | | |

- | Приложения | Code | Total |
|---------------------|---------|---------|
| Routers | | |
| > Star | 1-10KB | 4-18KB |
| > USB Gateways | 20-40KB | 3-48KB |
| > Ethernet Gateways | 40-60KB | 43-68KB |



Freescale MC13192

Freescale MC9S08GT/GB



Источники сигналов



Преимущества беспроводного решения на базе MAC 802.15.4

- ✓ Минимум изменений при подключении к существующей системе
- ✓ Упрощенный переход к однокристальному решению (RF+MAC)
- ✓ Использование трансиверов MC13192, полностью совместимых со стандартом IEEE 802.15.4
- ✓ Полноценный SPI интерфейс к HCS08 МК
- ✓ Дополнительные возможности расширения зоны покрытия за счет внешних PA/LNA
- ✓ Пакетный и потоковый режим передачи
- ✓ Организация сетевых топологий типа «точка-точка», «звезда», «кластерное дерево», сети с сигнальными пакетами, AES 128-битное шифрование, механизм доступа CSMA-CA
- ✓ Позволяет создавать сети с топологией «многоячейковая сеть», возможность создания собственных многоячейковых сетей




Freescalе предоставляет:

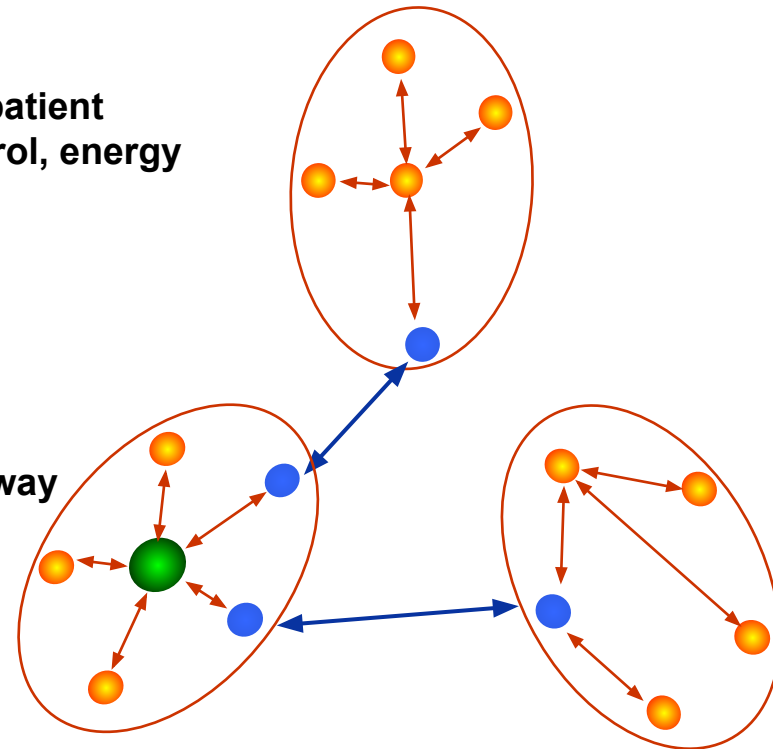
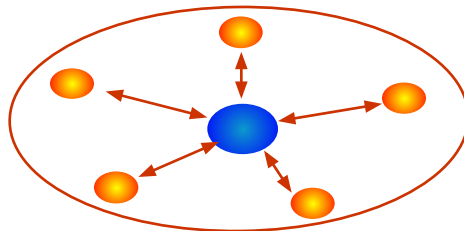
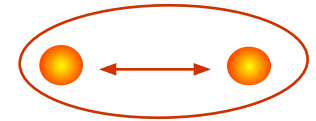
- ✓ Бесплатное программное обеспечение D18 MAC 802.15.4
- ✓ Примеры простых приложений (схемы, описания)
- ✓ Reference Design (Gerber) антенн и согласующих цепей
- ✓ Различные конфигурации антенн

Slide 11 **Макетная плата**

Конфигурация соединения типа «точка-точка», «Звезда», «кластерное дерево»

- Размер кода IEEE 802.15.4 Media Access Controller (MAC): 20-25KB
- Объем сетевого уровня стека: 5-15KB

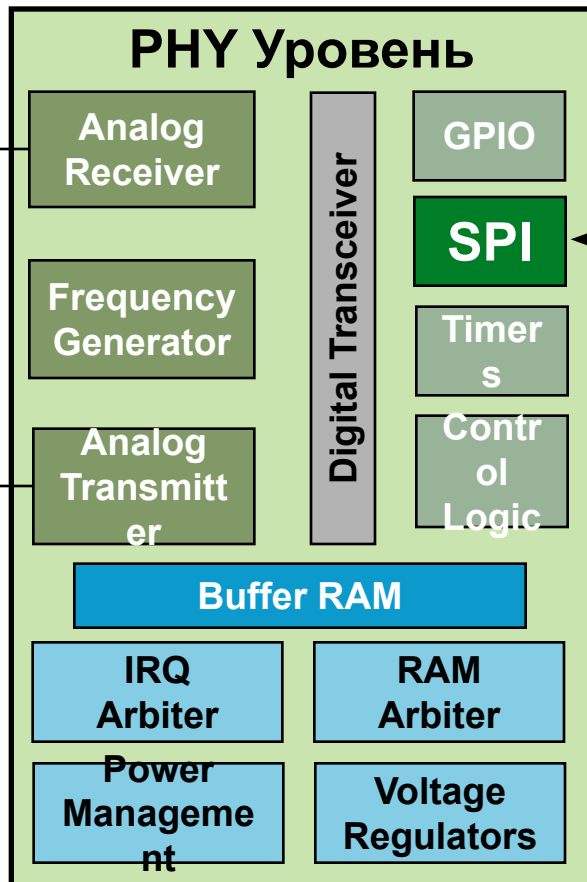
Приложения	Code	Total
 <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>End Points</i> 1-20KB 21-35KB > Metering, security systems, industrial automation, patient monitoring, HVAC, asset management, access control, energy management 		
 <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Routers</i> 1-20KB 27-50KB > Network routers 		
 <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Coordinators</i> 1-75KB 26-115KB > Manages and monitors network, could also be gateway 		



Freescale MC13193

Freescale MC9S08GT/GB

Источники сигналов



Преимущества беспроводного решения на базе ZigBee

- ✓ Полностью законченное и наиболее доступное решение от компании Freescale Semiconductor: МК + RF + Software
- ✓ Использование трансиверов MC13193, полностью совместимых со стандартом IEEE 802.15.4 и позволяющих создавать ZigBee – совместимые приложения
- ✓ Включает протоколы 802.15.4 PHY/MAC и Z-Stack с профилями устройств для обеспечения совместимости с другими ZigBee устройствами
- ✓ Организация сетевых топологий типа «точка-точка», «звезда», «кластерное дерево», «многочейковая сеть»
- ✓ Платформа с наиболее низким суммарным энергопотреблением (МК+RF)
- ✓ Минимум изменений при подключении к существующей системе, совместимо с любым МК на стороне приложения
- ✓ Дополнительные возможности расширения зоны покрытия за счет внешних PA/LNA

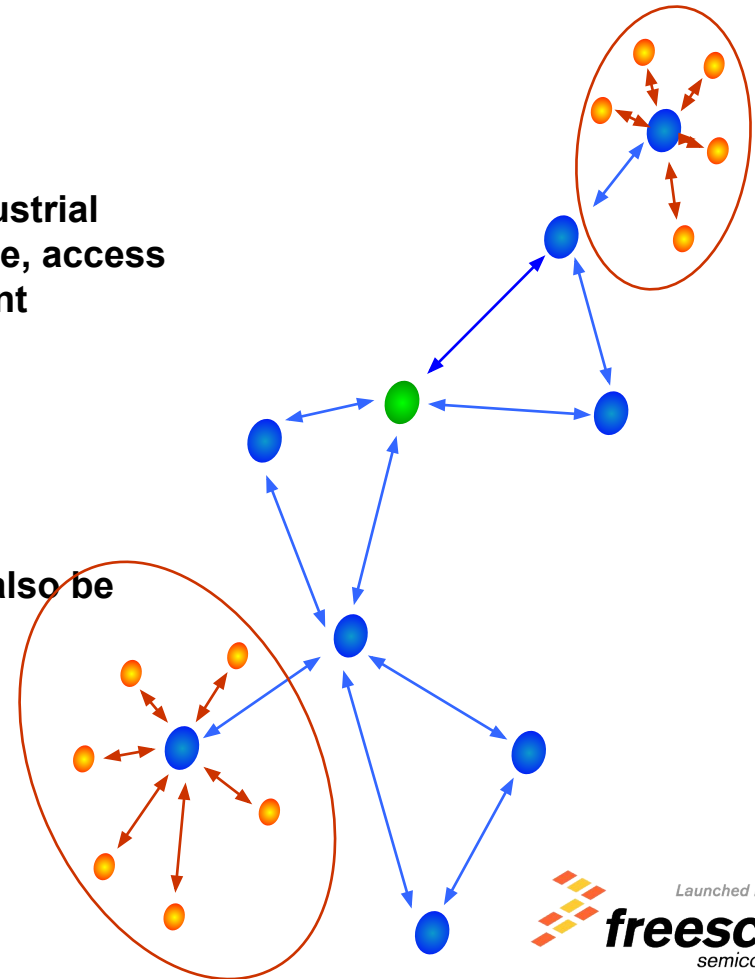
Freescale предоставляет:

- ✓ Бесплатное программное обеспечение D18 MAC 802.15.4
- ✓ Примеры простых приложений (схемы, описания), reference design (Gerber) антенн и согласующих цепей, различные конфигурации антенн
- ✓ Макетная плата
- ✓ Инструментарий разработки ZigBee приложений
- ✓ Программное обеспечение Z-Stack (Figure8 Wireless)

Конфигурация ZigBee соединений

- Размер кода IEEE 802.15.4 Media Access Controller (MAC): 18-25KB
- Объем сетевого уровня стека: 8-20KB
- Объем уровней безопасности: 5-10KB

Приложения	Code	Total
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>End Points</i> <ul style="list-style-type: none"> > Remote controls, HVAC, home automation, industrial automation and control, preventive maintenance, access control, asset management, energy management 	1-15KB	32-70KB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Routers</i> <ul style="list-style-type: none"> > ZigBee network routers 	1-20KB	32-75KB
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Coordinators</i> <ul style="list-style-type: none"> > Manages and monitors ZigBee network, could also be gateway 	1-100KB	26-155KB



Полностью законченное ZigBee/802.15.4 решение от компании Freescale Semiconductor



Полный набор аппаратных средств для реализации платформы ZigBee / 802.15.4

- MC13193/2/1 2.4GHz - QFN32 5x5
- 8-битные МК: MC68HCS908GT60/32 или MC68HCS908GB60/32



Полный набор программного обеспечения

- IEEE 802.15.4 PHY Уровень
- IEEE 802.15.4 MAC Уровень
- ZigBee: Сетевой Уровень и Уровень Приложений



Полный набор инструментария

- Metrowerks CodeWarrior для МК S08
- Z-Tool и Z-Stack для Приложений ZigBee
- Конфигуратор сети
- Набор готовых схемотехнических решений для каждой беспроводной платформы
- Набор разнообразных вариантов антенны (схемотехника согласующих цепей, Gerber файлы разводки печатных антенн совместно с цепями согласования)



Аппаратные средства беспроводной платформы ZigBee / 802.15.4 компании Freescale Semiconductor

- Многофункциональный RF приемопередатчик на одном кристалле
- Два способа передачи данных:
 - пакетная передача
 - потоковая передача
- Поддержка сетевых топологий:
 - *многоячейковая сеть, кластерное дерево (MC13192/3)*
 - *Звезда*
 - *точка-точка*
- Частичное (MC13191) и полное соответствие стандарту IEEE 802.15.4 (MC13192/3)
- Рабочий частотный диапазон: 2.4 ГГц
- Распространение: Метод прямой последовательности на основе несущей с расширенным спектром (Direct Sequence Spread Spectrum DSSS), нет перескоков частоты
- Модуляция: Квадратичная фазовая манипуляция со смещением O-QPSK, 16 каналов с шагом 5 МГц (2 МГц – для MC13191)
- Скорость передачи: 250 кбит/сек
- Настраиваемая выходная мощность: от -30 до 3.6 dBm
- 4-проводной SPI интерфейс с МК (до 8 МГц)
- Оптимизирован для низкопотребляющих приложений с напряжением питания от 2 до 3.4 В, различные энергосберегающие режимы (потребление: от 1мкА до 40мА), встроенный регулятор напряжения
- **Уже в продаже**

MC13193/2/1



Корпус: 32 QFN
Размеры: 5X5 mm

- ✓ Полное кодирование/декодирование сигналов с расширенным спектром в соответствии со стандартом IEEE 802.15.4
- ✓ Совместим с HCS08 МК и датчиками компании Freescale
- ✓ Чувствительность приемника -92 dBm @ 1% PER
- ✓ Настраиваемая выходная мощность от 3.6 dBm до -30 dBm
- ✓ Четыре блока по 64Кбайт памяти данных ОЗУ
- ✓ Энергосберегающие режимы с потреблением ниже 1 мкА
- ✓ Настраиваемая частота тактирования внешнего МК
- ✓ Поточковый и пакетный режимы передачи данных
- ✓ Модуль обработки событий
- ✓ Четыре/два 16-Bit таймера общего назначения
- ✓ Простой 4-х проводной SPI интерфейс с МК
- ✓ Определение качества связи и уровня напряженности поля
- ✓ Увеличение дальности действия за счет внешних PA/LNA усилителя
- ✓ Аппаратная реализация преамбулы, CRC, SFD
- ✓ 7 портов ввода/вывода общего назначения



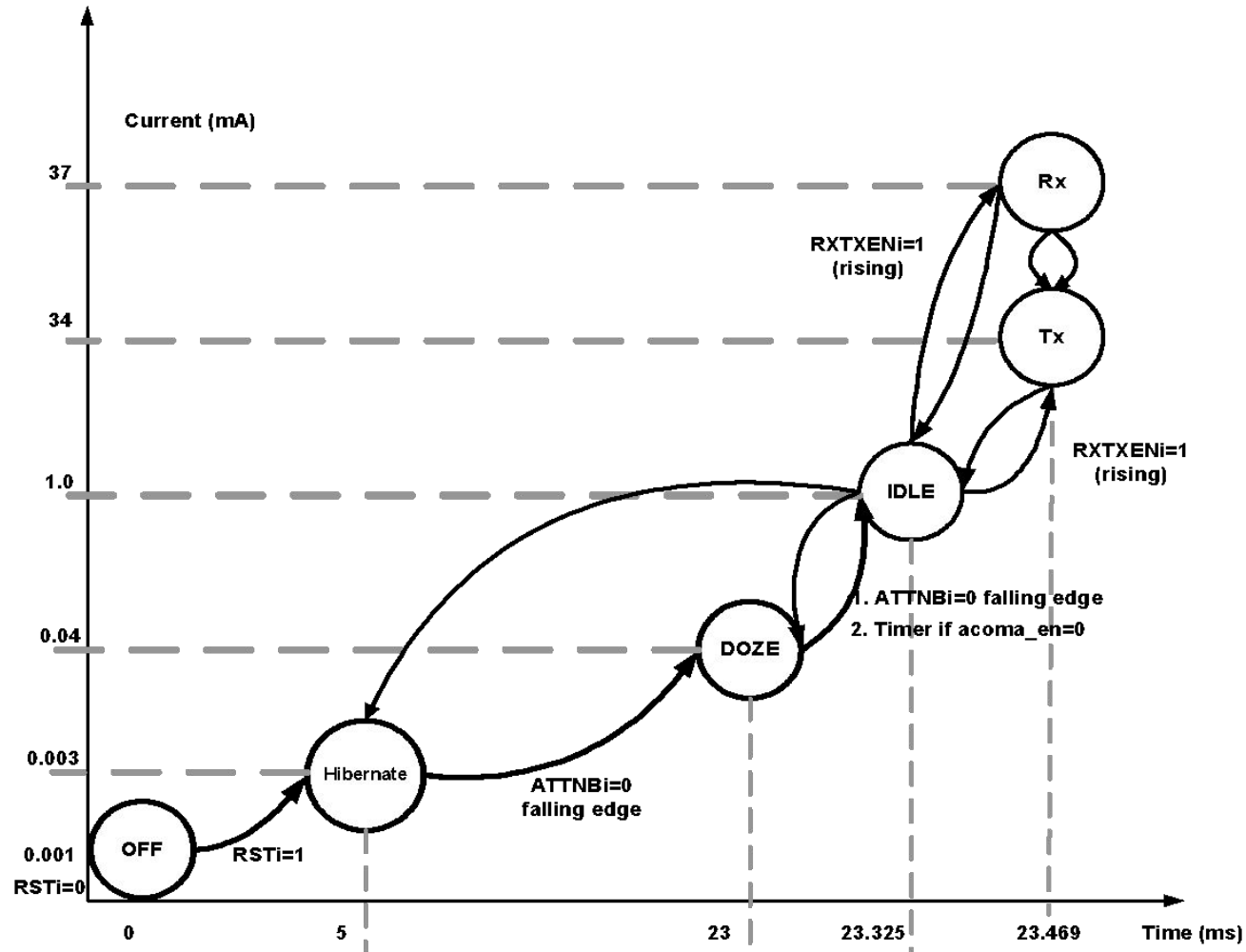
Сравнение микросхем радиомодемов MC13191 и MC13192/3 компании Freescale Semiconductor

Параметр	MC13191	MC13192/3
Способ передачи	Пакетная	Пакетная, потоковая
Поддержка сетевых топологий	Точка-точка, звезда	Точка-точка, звезда, кластерное дерево, многоячейковая сеть
<u>Соответствие стандарту IEEE 802.15.4</u>	<u>Частичное</u>	<u>Полное</u>
Рабочий частотный диапазон	2.4ГГц	2.4ГГц
Скорость передачи	До 250 кбит/с	До 250 кбит/с
Выходная мощность	Настраиваемая, от -30 dBm до 3.6 dBm	Настраиваемая, от -30 dBm до 3.6 dBm
Чувствительность	-91 dBm @ 1% PER	-92 dBm @ 1% PER
Модуляция	O-QPSK	O-QPSK
Число каналов, шаг	16 каналов с шагом 2 МГц	16 каналов с шагом 5 МГц
Интерфейс с МК	4-проводной SPI, 8МГц	4-проводной SPI, 8МГц
Напряжение питания	От 2В до 3.6В	От 2В до 3.6В
Поддержка энергосберегающих режимов	Да	Да
Память	4x64Кбайт ОЗУ	4x64Кбайт ОЗУ
Настраиваемая частота тактирования внешнего МК	Есть, от 16МГц до 16.393кГц	Есть, от 16МГц до 16.393кГц
Таймеры	2 канала 24-битного таймера событий	4 канала 24-битного таймера событий
Аппаратная реализация преамбулы, CRC, SFD	Да	Да
Определение качества связи, уровня напряженности поля, состояния канала	Да	Да
Возможность подключения внешних PA/LNA	Да	Да
Рабочий температурный диапазон	От -40 ⁰ С до +85 ⁰ С	От -40 ⁰ С до +85 ⁰ С
Корпус	QFN32	QFN32
Доступность	Уже в продаже	Уже в продаже

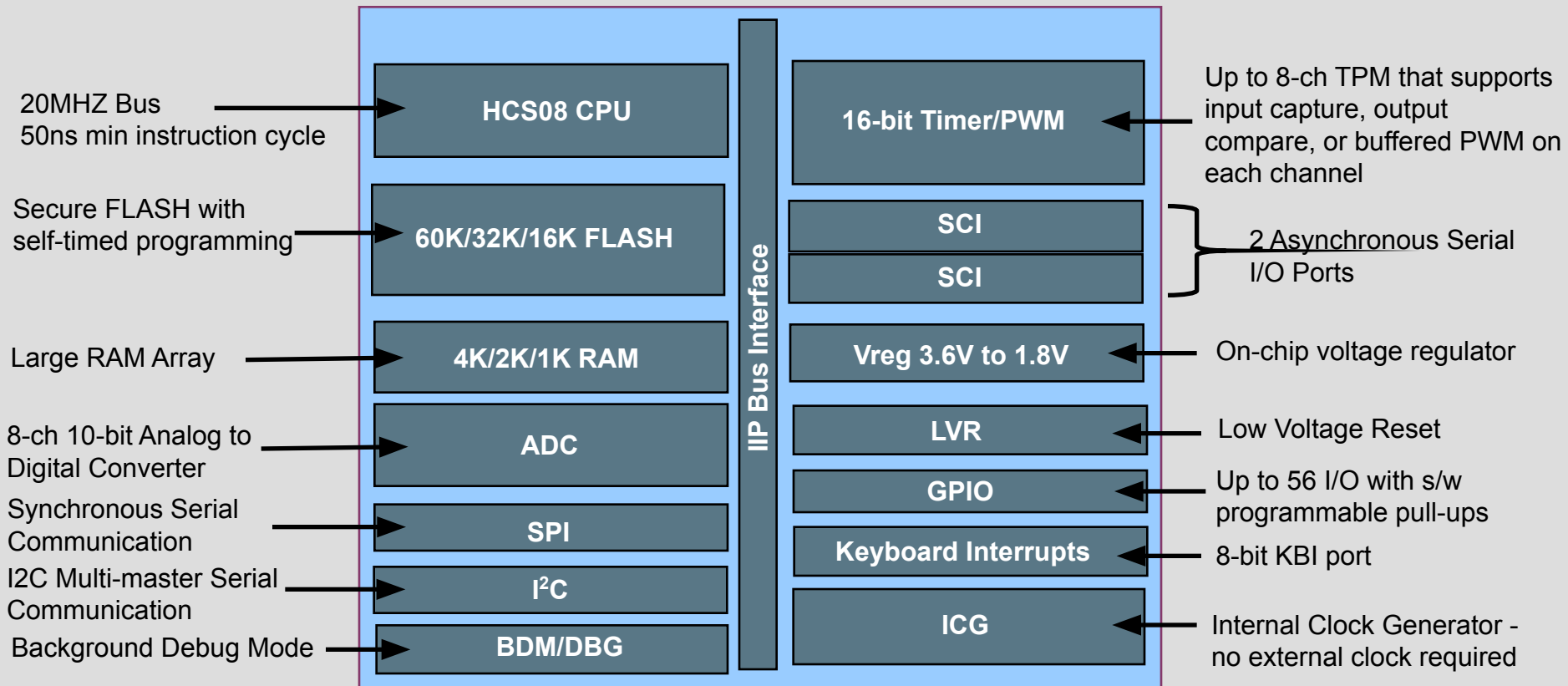
Режимы работы RF модема MC13193/2/1		Ток	Время перехода
Off	Отключены все функции MC, только ток утечки	<1мкА	23.332 мс to Idle
Hibernate	Отключен генератор тактовой частоты. Активация – по уровню сигнала в цепи антенны	3 мкА	18.332мс to Idle
Doze	Генератор тактовой частоты активен, нет внешнего выхода тактовой частоты	40 мкА	332мкс to Idle
Idle	Генератор тактовой частоты активен, тактовая частота подается на вход МК, SPI интерфейс активен	500 мкА	
Receive	Активны: генератор тактовой частоты, преамп, SPI интерфейс приостановлен	37 мА	144мкс from Idle
Transmit	Активны: генератор тактовой частоты, передатчик, SPI интерфейс	34 мА	144мкс from Idle

Doze – уникальный режим 802.15.4/ZigBee, обеспечивающий быстрый переход в активное состояние для оптимизации энергопотребления в системе.

Диаграмма состояний



Архитектура микроконтроллеров семейства HCS08



64 lead 10x10mm LQFP, 44 lead 7x7mm QFP, 42 SDIP
 First HCS08 Devices: MC9S08GB60, GB32, GT60, GT32, GT16

Development Tools

M68DEMO908GB60
 M68EVB908GB60

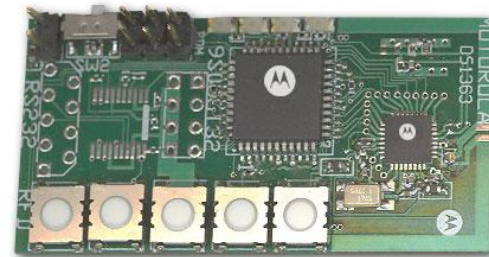
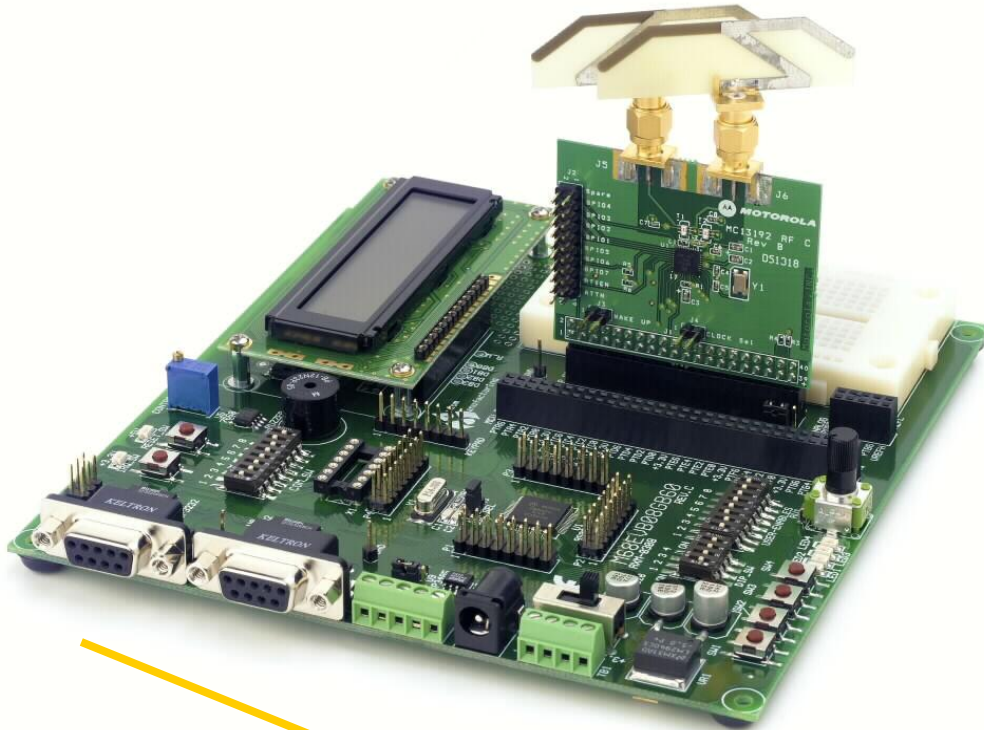


Особенности микроконтроллеров серии HCS08 для применения в приложениях ZigBee

- ✓ Спроектированы с учетом требований приложений с автономным питанием
- ✓ Высокая производительность, частота внутренней шины 20 МГц
- ✓ Разнообразие режимов энергопотребления с крайне низкими токами потребления (<20нА при T=25°C в режиме Stop)
- ✓ Работа при низких напряжениях питания от 1.8В
- ✓ Объем Flash-памяти 16...60 кБ
- ✓ Широкий выбор периферийных модулей для создания как недорогих конечных устройств, так и сложных систем
- ✓ SPI интерфейсы для подключения трансиверов семейства 802.15.4/ZigBee
- ✓ BDM – интерфейс для внутрисхемного программирования и отладки
- ✓ Уже в продаже

Отладочные средства
ZigBee / 802.15.4
КОМПАНИИ
Freescale Semiconductor

Отладочные комплекты Zigbee



Отладочный комплект Application Reference Design (ARD)

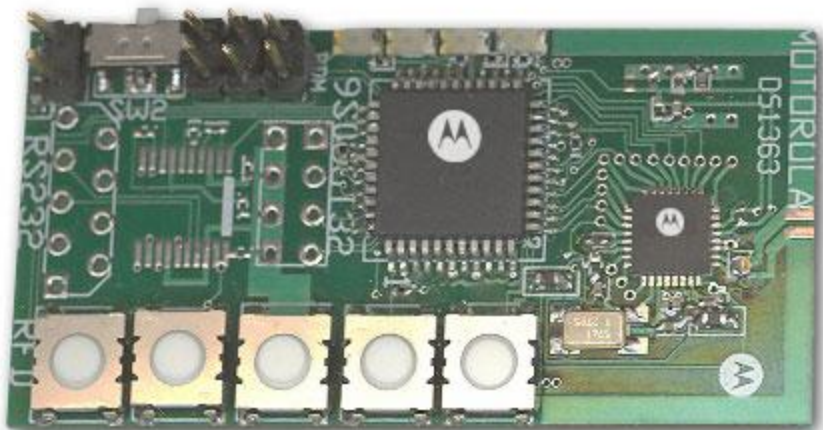
Двухслойная демо – плата имеет компактные размеры, содержит HCS908GT60 МК, приемопередатчик MC13192, интерфейс UART/RS-232 и всю необходимую обвязку. Плата может программироваться через BDM интерфейс, использует один кварц 16MHz для тактирования МК и MC13192.

Состав:

- 2 платы ARD (MC13192, HCS08GT32, антенна – диполь, Gerber - файлы)
- Исходный код SMAC с примерами
- Документация

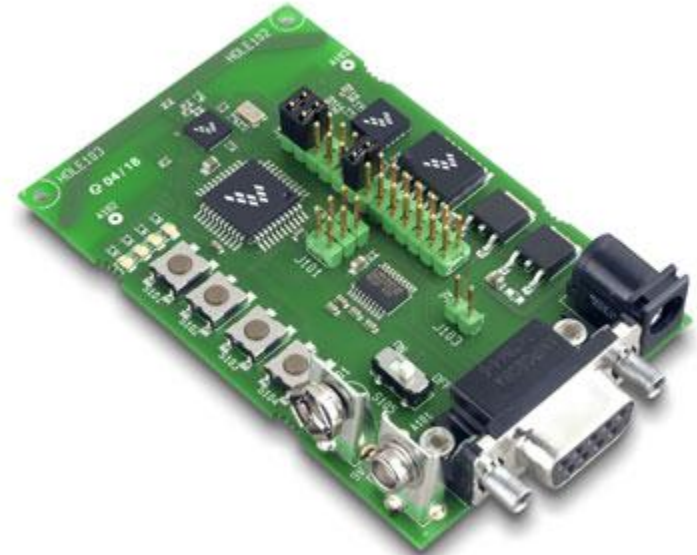
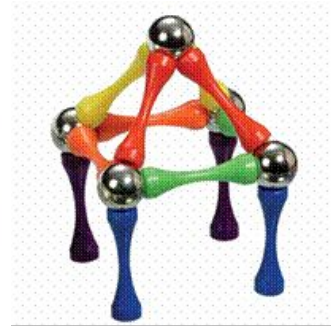
Свойства:

- Крайне компактная радиочасть платы
- Питается от 2-х батарей типа 2-АА или 2-ААА, или от сетевого источника питания.
- BDM интерфейс для программирования и отладки.
- 4 тактовых кнопки (клавиатура прерываний), кнопка сброса.
- 4 светодиода.
- UART/RS-232
- Печатная антенна на плате.
- Один кварц 16MHz.
- Выводы МК доступны на разъеме 2x4.
- Минимум внешних компонентов.



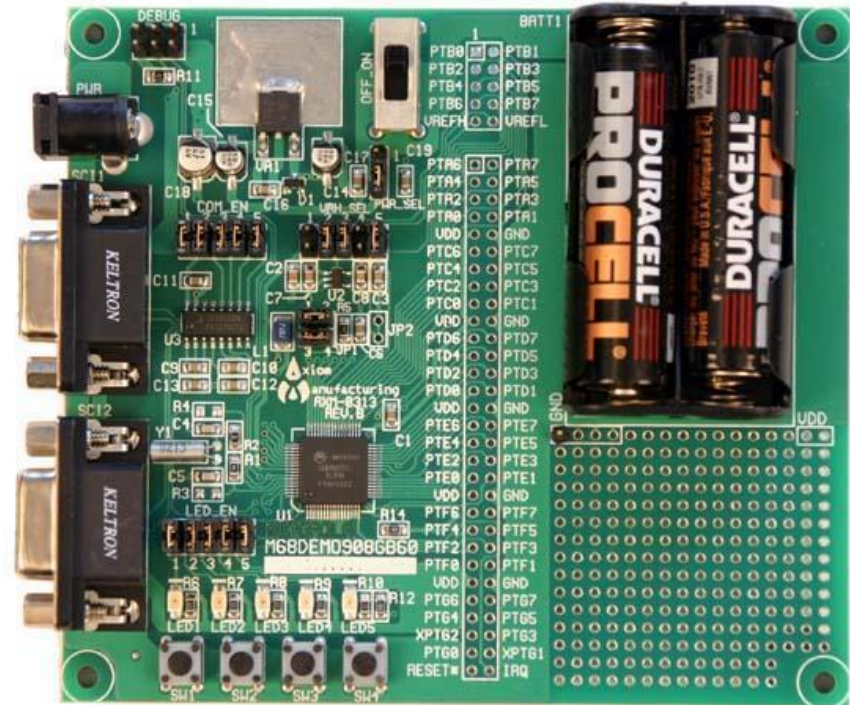
Состав комплекта

- 2 SARD boards
 - MC13192
 - MC9S08GT60
 - Датчик ускорения X,Y 1.5g MMA6261Q
 - Датчик ускорения Z 1.5g MMA1260D
 - Двойная печатная антенна
 - BDM разъем
 - RS232
 - 4 светодиода, 4 кнопки
- 2 9V батареи
- 1 COM/RS232 кабель
- Футболка
- Игрушка в виде сетевой модели
- Документация на CD, SMAC, D18 802.15.4 MAC
- Includes Metrowerks CodeWarrior™ Development Studio for HCS08 Special Edition
- Пластиковый контейнер
- Рекламные буклеты и описание демонстрации

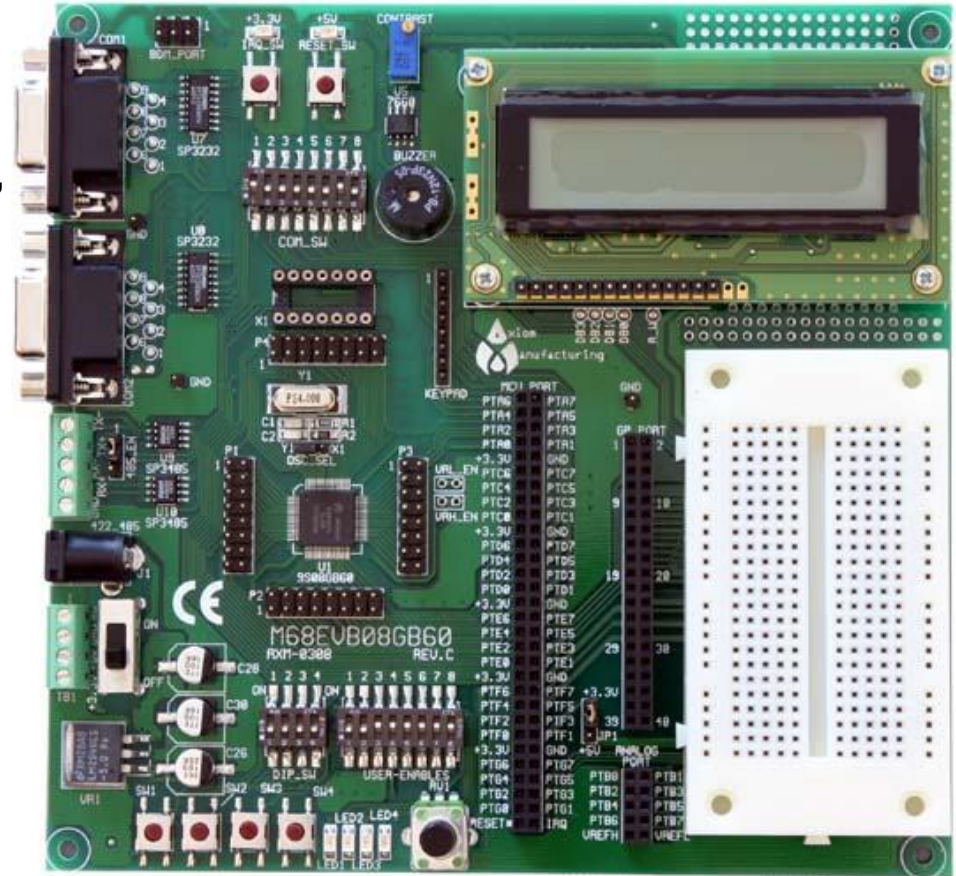


Отладочный комплект M68DEMO908GB60 Demonstration Board

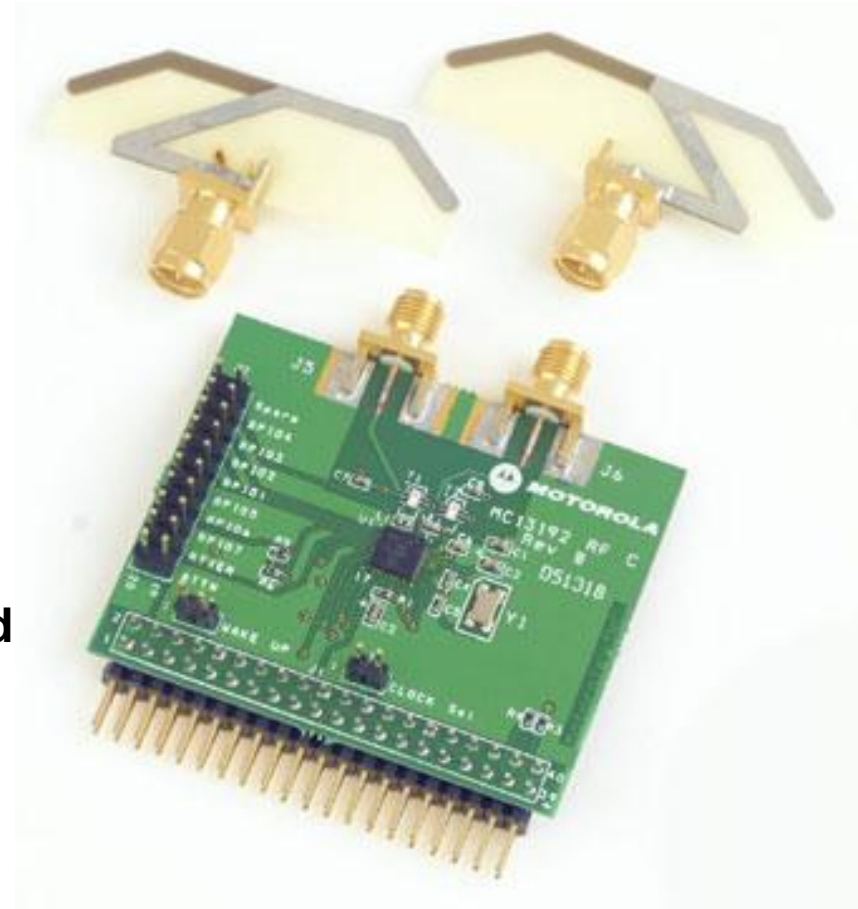
- Отладочная плата с 60K Flash MC9S08GB60 МК, двумя последовательными портами DB9 RS232, кнопки, светодиоды, разъем, дублирующий выводы МК
- Питание от двух батарей типа «AA» либо от внешнего источника питания
- Демонстрационные программы по работе с АЦП, таймером, PWM и обработкой прерываний
- CodeWarrior Development Suite for HCS08, Special Edition
- Программирование и отладка с помощью CodeWarrior Development Studio for HCS08, Special Edition, через последовательный порт DB9 RS232 или BDM – адаптер (опция)



- Отладочная плата с 60K Flash MC9S08GB60 МК, ЖКИ, два последовательных порта DB9 RS232, кнопки, светодиоды, разъем, дублирующий выводы МК
- Демонстрационные программы по работе с АЦП, таймером, PWM и обработкой прерываний
- CodeWarrior Development Suite for HCS08, Special Edition
- Программирование и отладка с помощью CodeWarrior Development Studio for HCS08, Special Edition, через последовательный порт DB9 RS232 или BDM – адаптер (опция)
- Универсальное питание



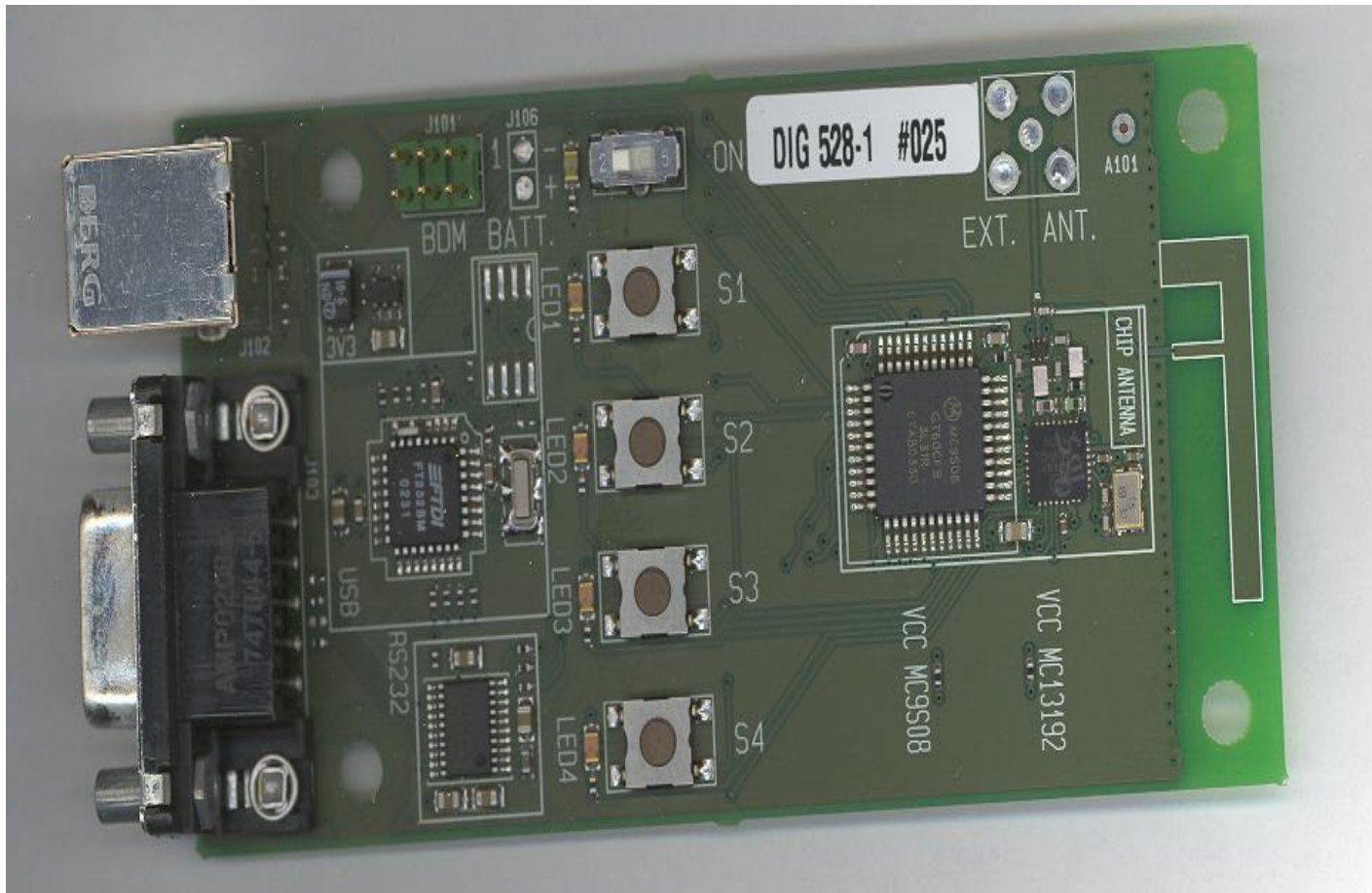
- **MC13192 RF Daughter Card**
 - MC13192 2.4ГГц
 - 802.15.4 PHY совместима
 - Использование сдвоенных антенн
- **Идеальна для всестороннего изучения особенностей стандарта 802.15.4**
- **Подключается напрямую к отладочным платам M68EVB908GB60 Development Kit и M68DEMO908GB60 Demonstration Board**
- **В набор входят 1 отладочная дочерняя плата и 2 платы антенн**
- **Совместима со стандартом IEEE 802.15.4/ZigBee**
- **Минимум внешних компонентов**



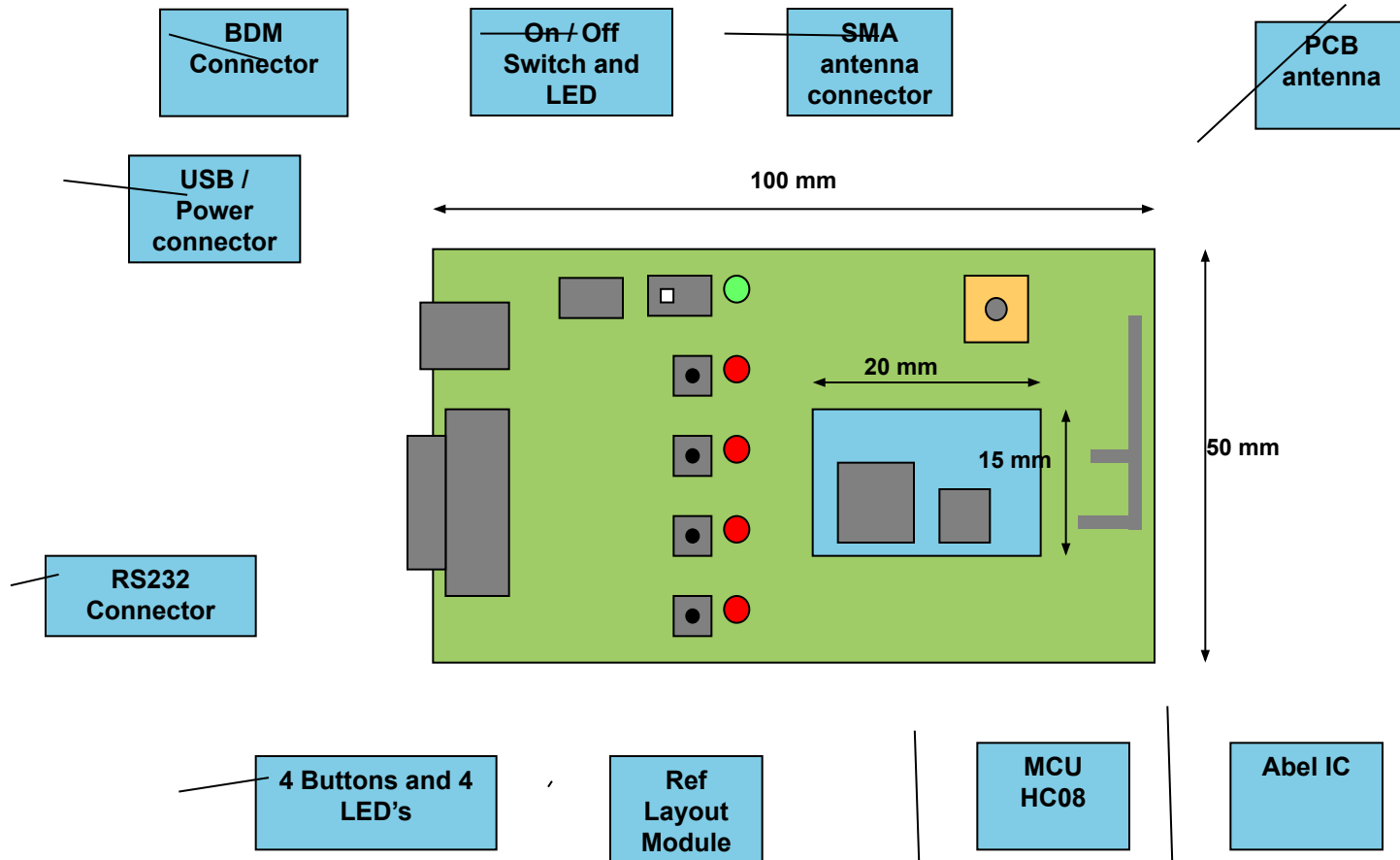
- Набор разработчика ZigBee/802.15.4, включающий все необходимые программные и аппаратные средства отладки
- Содержит 5 плат с 2.4ГГц радиотрансиверами, построенных на базе ZigBee платформы компании Freescale
- Печатная F-антенна, дополнительный LNA, SMA разъем для подключения внешней антенны на платах EVB
- Встроенные датчики X,Y,Z ускорений на платах SARD
- BDM-порт для перепрограммирования и отладки
- Порт RS-232 для перепрограммирования и обмена
- Freescale's 802.15.4 сетевой Sniffer
- Сетевые источники питания, батареи и кабели
- Metrowerks CodeWarrior™ Development Studio for HCS08 Special Edition
- Simple MAC исходный код и примеры
- 802.15.4 ПО и Test Tools
- Figure 8 Wireless ZigBee стек протоколов



Отладочная плата EVK РСВ (1)



Отладочная плата EVK РСВ (2)



Developer's Starter Kit (DSK)

- SMAC and IEEE 802.15.4 network development
- 2 Sensor Applications Reference Boards (SARD)
- Suggested resale: \$199
- Orderable part number: 13192DSK-A00

MCU M68DEMO908GB60 : Demonstration Board

- Suggested resale: \$49
- Orderable part number: M68DEMO908GB60

MCU M68EVB908GB60 : MC9S08GB60 Evaluation Board (EVB)

- Suggested resale: \$249.10
- Orderable part number: M68EVB908GB60

RF Daughter Card

- Plug-in directly to M68EVB908GB60 Development Kit or M68DEMO908GB60 Demonstration Board
- 1 per kit
- Suggested resale: \$150
- Orderable part number: 13192RFC-A00

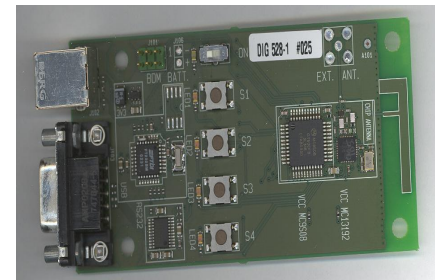
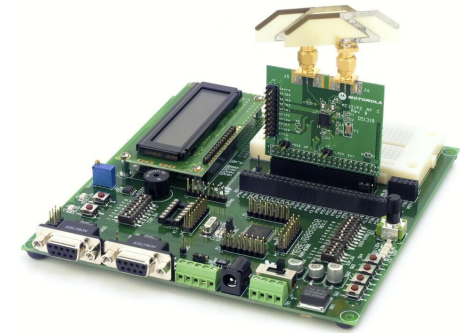
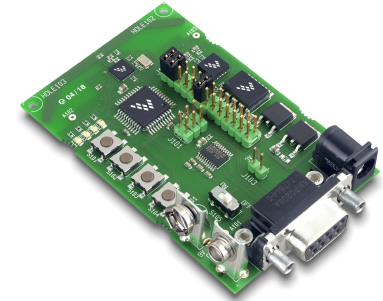
BDM Multilink

- USB adaptor/cable for programming and debugging (Computer <-> MCU Board)
- Suggested resale: \$198.80
- Orderable part number: USBMULTILINKS08

Evaluation Kit (EVK)

- ZigBee network development system
- 3 EVB boards, 2 SARD boards
- 802.15.4 packet sniffer
- D18 MAC 802.15.4 SW
- PC tools, Demo Apps., documentation, cables, etc.
- USB BDM cable

- Suggested resale: \$1499
- Orderable part number: 13193EVK-A00



Вся необходимая документация доступна на сайте:

www.freescale.com/zigbee

Brochures

- ZigBee Brochure
- MC1319x Family Brochure

Fact Sheets/Ref. Designs

- Developer's Starter Kit
- EVK
- RF Daughtercard
- MC13191
- MC13192

Datasheets

- MC13191
- MC13192

Free Software libraries

- C Source code for SMAC
- Libraries for IEEE 802.15.4 MAC (D18 MAC)

Bootloader (Freescale Test Tool)

- Инструментарий для загрузки ПО (S19) через UART/RS232 интерфейс.
- Инструментарий для создания собственных приложений с измененными параметрами (например MAC adr., Xtal freq, GPIO, и т.д.), описание допустимых изменений параметров
- Документация по использованию загрузчика в своей системе

Reference Manuals

- MC13191
- MC13192
- IEEE 802.15.4 MAC (D18 MAC)

Users Guides

- SARD
- EVK
- RF Daughtercard
- SMAC

Applications Notes

- SMAC
- Antenna Design Examples (Dipole, Chip + Balun, "C", 180°, F + Balun, Omni-directional, Loop/Folded Dipole)
- ARD, SARD App. Notes и многое другое

HCS08 MCU's

www.freescale.com

HCS08 MCU development tools (Codewarrior 3.0/3.1)

www.metrowerks.com

ZigBee network stack partner:

<http://www.figure8wireless.com>

ZigBee standardization:

www.zigbee.org

Freescale ZigBee portal:

<http://www.freescale.com/zigbee>

**Московское представительство
Freescale Semiconductor в России**

<http://www.motorola.ru>

<http://www.freescale.com/russia>

Панфилов Дмитрий Иванович

Генеральный директор, менеджер по развитию рынка

rdp001@freescale.com

Чепурин Илья Николаевич

Инженер по поддержке продукции

ric001c@freescale.com

Соколов Михаил Александрович

Инженер по применению

rms001c@freescale.com