

Александр Калачев (г. Барнаул)

## ДЛЯ RFID С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИЕЙ: ПАМЯТЬ С ДВОЙНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ ОТ STM



Выпускаемая компанией **STMicroelectronics EEPROM M24LRxxx** с параллельным взаимодействием по двум независимым каналам (I<sup>2</sup>C и радиointерфейс) и значительными объемами хранимых данных идеальна для использования в современных устройствах **радиочастотной идентификации**.



Одной из последних тенденций современности является становление так называемого «Интернета вещей» (Internet of things) — совокупности устройств, способных взаимодействовать друг с другом, выполняя при этом определенные функции. Иногда это кажется излишеством, но во многих случаях небольшие автоматизированные или автоматические устройства способны составить элегантное решение многих прикладных задач — сбор показаний датчиков, фиксация событий, мониторинг состояния объектов, управление приборами и устройствами. Популярность и сфера применения небольших автономных устройств с сетевыми возможностями постоянно растет. Этому немало способствует уменьшение их размеров и стоимости, а также — развитие программной инфраструктуры в виде стеков протоколов и библиотек приложений.

Интересной разновидностью мобильных беспроводных систем является класс устройств, не требующих для своего функционирования собственного источника питания. Их питание осуществляется за счет получения энергии от внешнего электромагнитного поля. Они становятся активными в некоторой области вблизи источника радиоволн определенной частоты. Вероятно когда-нибудь они достигнут возможностей, описанных в романе В. Винджа «Глубина в небе» (создание полноценной сети с возможностью передачи звука и изображения). На данный момент устройства с питанием от радиоимпульсов, так называемые радиочастотные, или RFID-метки, способны передавать в ответ на запрос некоторую идентифицирующую информацию с возможностью записи новых данных.

### RFID-устройства

Идентификационные данные и показатели работы, передаваемые RFID-

устройствами в зависимости от объекта автоматизации и решаемых задач могут использоваться как самостоятельно, так и совместно с информационными ресурсами внешних информационных систем.

На территории Российской Федерации разрешены для свободного использования следующие диапазоны рабочих частот:

- НЧ — 125...134 кГц;
- ВЧ — 13,56 МГц;
- УВЧ — 865...868 и 915...921 МГц;
- микроволны — 2,4 ГГц.

Рабочая частота выбирается из диапазонов, разрешенных к свободному использованию частот, с учетом следующих факторов:

- максимального расстояния считывания:
    - для НЧ — несколько сантиметров;
    - для ВЧ — 0,5...0,6 м;
    - для УВЧ — до нескольких метров;
    - для микроволн — до 200...300 метров;
  - типа прикладной системы идентификации;
  - условий эксплуатации;
  - цены устройств.
- Основные области применения RFID лежат в системах:
- обеспечения безопасности:
    - идентификация личности;

- ключ допуска в помещение;
- отслеживание перемещений товара или оборудования;
- системы «антивор»;
  - сбора данных (т.н. «дatalogгеры»);
  - логистики.

Можно также выделить и новые тенденции, такие как смена режима работы мобильных вычислительных устройств в зависимости от окружения. В частности, появляются приложения для устройств на платформе Android с поддержкой NFC (Near Field Communications), позволяющие активировать те или иные приложения в зависимости от расположенной рядом метки. Данную идею вполне можно распространить и на более серьезные задачи, например, запрет или разрешение доступа к данным или приложениям в зависимости от окружения — офис, удаленный офис, конференц-зал, дом.

В нашей стране пока наиболее распространены RFID-системы, использующие диапазоны НЧ и ВЧ (125...134 кГц и 13,56 МГц соответственно), считается, что в системах контроля доступа, отслеживания выноса товара и т.п. они менее чувствительны к попыткам блокировки работы.

### Семейство EEPROM с двойным интерфейсом доступа

Обычно RFID-устройства представляют собой электрически стираемую

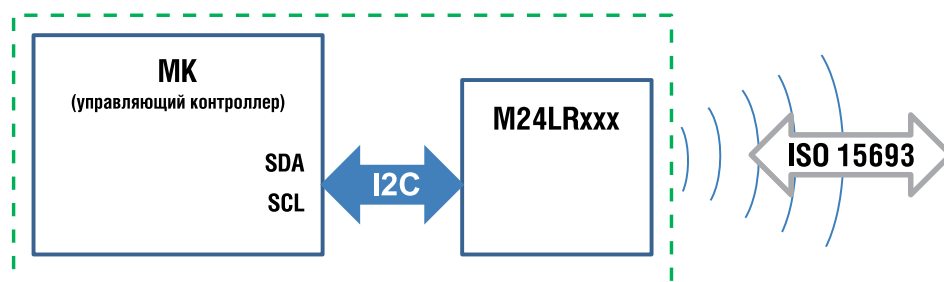


Рис. 1. Типовая структура системы, использующей память с двойным интерфейсом

Таблица 1. Семейство микросхем EEPROM с двойным интерфейсом M24LRxxx

Наименование	Емкость, кбит	Корпус
<b>M24LR04E-R</b>	4096	SO-8; TSSOP8; UDFDFPN 8 2x3x0,6
<b>M24LR16E-R</b>	16384	SO-8; TSSOP8; UDFDFPN 8 2x3x0,6
<b>M24LR64-R</b>	65536	SAWN WAFER F 8; SO-8; TSSOP8; UDFDFPN 8 2x3x0,6
<b>M24LR64E-R</b>	65536	SO-8; TSSOP8; UDFDFPN 8 2x3x0,6

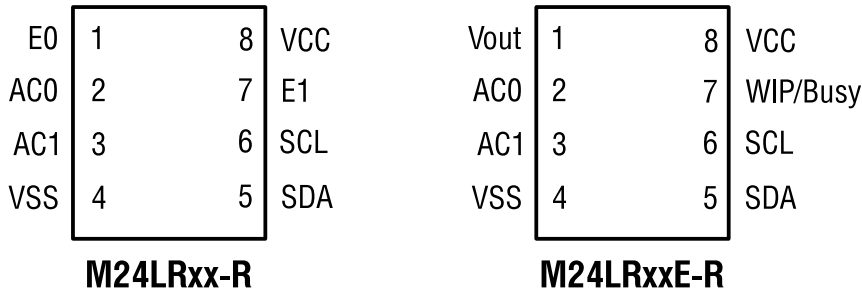


Рис. 2. Отличия в выводах между сериями M24LRxx и M24LRxxE

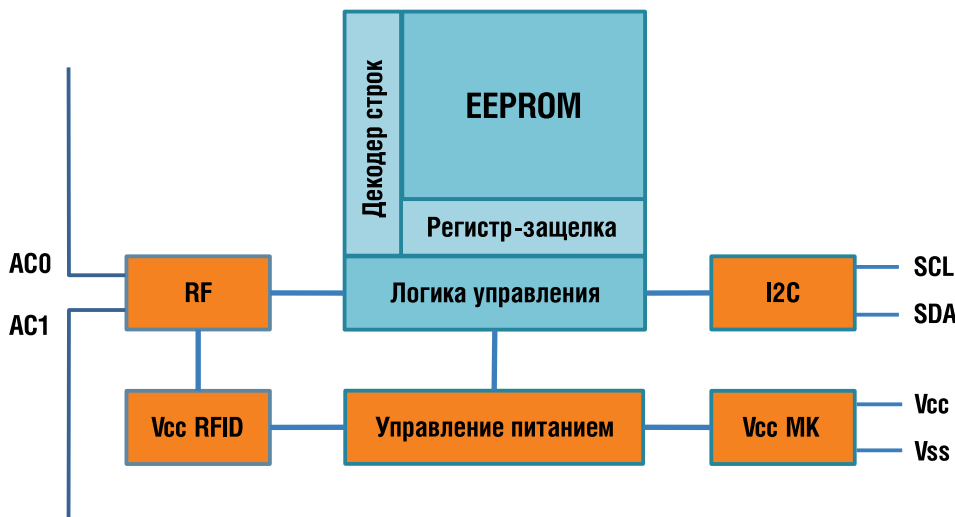


Рис. 3. Структурная схема EEPROM M24LRxxx

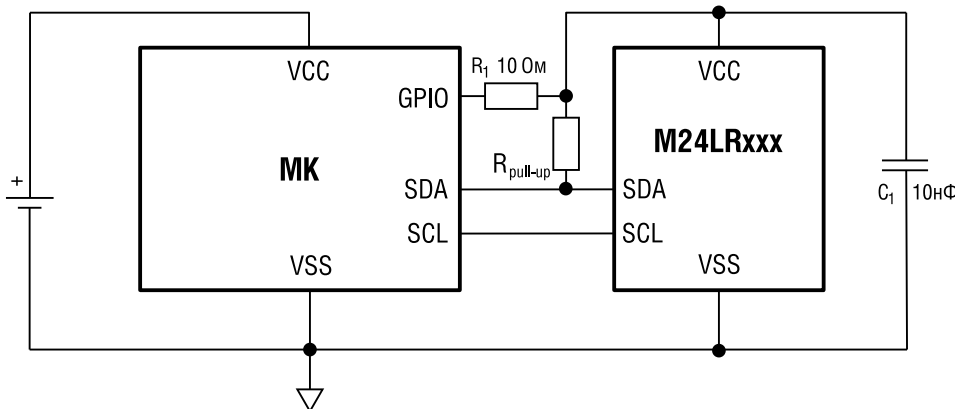


Рис. 4. Типовая схема включения M24LRxxx

энергонезависимую память с доступом по радиоканалу. STMicroelectronics предлагает оригинальное семейство EEPROM **M24LRxxx** с двойным интерфейсом доступа – данные доступны по интерфейсу I<sup>2</sup>C и по радиointерфейсу стандарта ISO 15693, работающему

на частоте 13,56 МГц [1, 2]. По каждому из интерфейсов данные защищены 32-битным паролем доступа – один пароль для I<sup>2</sup>C-шины и четыре пароля для доступа по радиоканалу. Данные, записанные в EEPROM по интерфейсу I<sup>2</sup>C, могут быть прочитаны либо смартфо-

ном со встроенным ISO 15693-совместимым NFC-интерфейсом, либо обычным RFID-считывателем.

Память с двойным интерфейсом, хотя и проигрывает в размерах обычным RFID-устройствам, не имеющим корпуса, но открывает целый спектр новых возможностей (рис. 1), сочетая достоинства внешней энергонезависимой памяти и памяти с бесконтактным доступом.

В семействе M24LRxxx входят микросхемы EEPROM емкостью от 4 до 64 кбит (таблица 1) [1]. Серии **M24LRxxE** имеют выход индикации наличия поля и выход индикации обращения к памяти по радиоканалу, в серии **M24LRxx** вместо данных выводов расположены выводы выбора адреса (рис. 2) [2].

Структурная схема M24LRxxx представлена на рисунке 3.

**Основные характеристики:**

- диапазон напряжений питания 1,8...5,5 В;
- ток потребления (при питании со стороны I<sup>2</sup>C-интерфейса):
  - в режиме чтения 50 (V<sub>cc</sub> = 1,8; f<sub>scl</sub> = 100 кГц)...400 (V<sub>cc</sub> = 5,5; f<sub>scl</sub> = 400 кГц) мкА;
  - в режиме записи 220 мкА;
  - в режиме ожидания 30...40 мкА.
- режимы одиночного чтения и чтения последовательных блоков;
- рабочие тактовые частоты I<sup>2</sup>C-интерфейса 25...400 кГц;
- со стороны I<sup>2</sup>C-интерфейса доступ к данным осуществляется побайтно, со стороны радиointерфейса – блоками по 32 бита;
- более 1 миллиона циклов перезаписи;
- время записи – по I<sup>2</sup>C < 5 мс, по радиоканалу 5,75 мс;
- время хранения данных до 40 лет.

Для разрешения конфликтов одновременного доступа к памяти по I<sup>2</sup>C и по радиоканалу семейство M24LRxxx имеет встроенную схему арбитража.

В схему арбитража входит:

- менеджер питания, отслеживающий наличие питания от внешнего источника или поля;
- арбитр доступа, отслеживающий режим доступа к памяти со стороны радиоканала и шины I<sup>2</sup>C.

Основные правила арбитража следующие:

- при отсутствии питания на линии VCC доступ к памяти возможен только по радиоканалу;
- при наличии и поля считывателя, и проводного питания выполняется первая из распознанных команд, пришедшая или по радиоканалу, или по шине I<sup>2</sup>C, и до завершения ее выполнения остальные команды игнорируются.

Типовая схема включения памяти M24LRxxx представлена на рисунке 4 [3].

Представленная схема включения является одной из оптимальных с точки зрения применения в системах с ограниченными ресурсами энергии (необходимость длительной автономной работы, батарейное питание). Низкий ток потребления позволяет питать EEPROM непосредственно от выходной линии порта микроконтроллера. При необходимости для серий M24LRxxE приложение может использовать выходы индикации наличия поля считывателя и доступа к EEPROM по радиоканалу. В случае применения контроллера с ультранизким энергопотреблением, к примеру, одного из контроллеров STMicroelectronics линейки **STM8L**, общее потребление устройства будет лежать в пределах 1 мкА (потребление STM8L в режиме Acitve-Alt).

Дополнительно:

- в режиме ожидания также отключается питание M24LRxxx и нет утечки тока через подтягивающий резистор на линии SDA;
- в активном режиме работы контроллера приложение полностью управляет питанием EEPROM, подавая его только при необходимости обращения к памяти по I<sup>2</sup>C.

Индуктивность антенны, подключаемой к выводам AC0, AC1, рассчитывается таким образом, чтобы резонансная частота параллельного колебательно-контурного контура, образованного индуктивностью антенны и встроенной емкостью (параметр Stuning) была равна 13,65 МГц. В зависимости от требуемого форм-фактора конечного устройства возможно применение печатных петлевых антенн (примеры таких антенн также доступны на сайте STMicroelectronics; кроме того, в ряде старых справочников по радиотехнике приводятся расчетные формулы для печатных индуктивностей различных конфигураций) или SMD-индуктивностей [4].

Серии M24LRxx допускают параллельное подключение для наращивания емкости памяти [4]. Это достигается путем параллельного подключения M24LRxx к одной шине I<sup>2</sup>C, параллельного подключения к одной антенне и задания разных уровней на линиях выбора адреса (E0, E1). Таким образом, возможно объединение до четырех микросхем M24LRxx, что при использовании, например, микросхем серии **M24LR64-R** позволяет получить объем суммарной памяти до 256 кбит (32 кбайта) — см. рис. 5. В данном включении со стороны считывателя параллельно включенные EEPROM будут видны как несколько отдельных микросхем, и доступ к ним будет осуществляться по их уникальным серийным номерам. Со стороны I<sup>2</sup>C доступ к отдельным микросхемам осуществляется по различным адресам шины I<sup>2</sup>C.

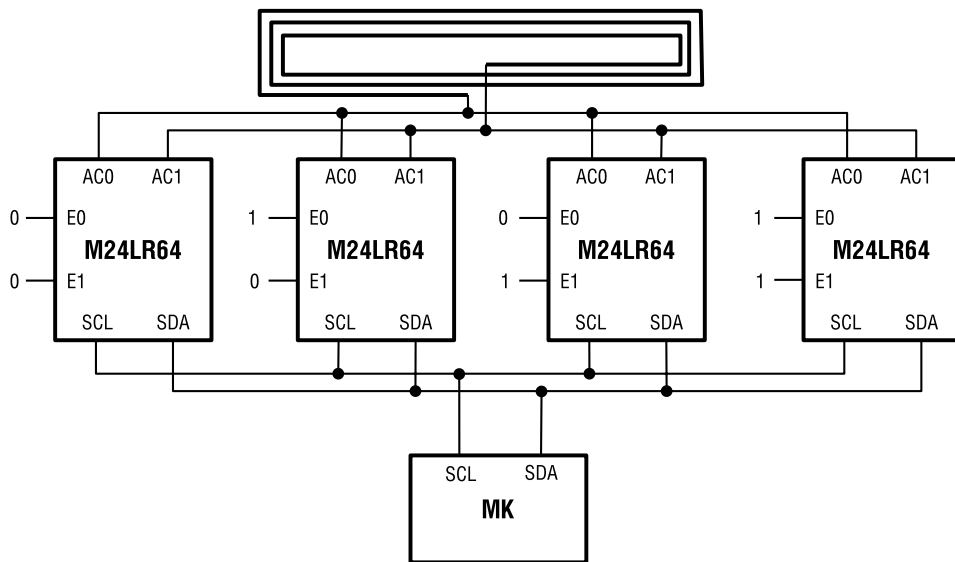


Рис. 5. Объединение M24LR64-R для увеличения суммарного объема памяти

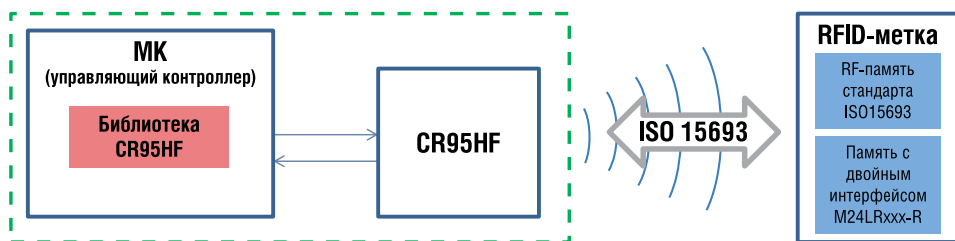


Рис. 6. Типовая структура RFID-считывателя на базе CR95HF

При параллельном подключении EEPROM на одну антенну следует помнить, что их встроенные емкости Stuning будут суммироваться, и требуемая индуктивность антенны будет меньше в количество раз, равное количеству параллельно включенных микросхем памяти.

**Основные области применения EEPROM с двойным интерфейсом:**

- промышленная автоматика, системы сбора данных, медицинское оборудование — обеспечение обновления/

актуализации калибровочных данных, обновление параметров конфигураций, считывание диагностических показаний;

- периферийные устройства, телекоммуникационное оборудование, бытовая электроника — обновление параметров конфигураций, считывание диагностических показаний, активация оборудования, запись настроек локализации, отслеживание перемещений;
- RFID-системы — регистраторы данных, идентификационные карточки, регистраторы передвижения/перемещения персонала или объектов.

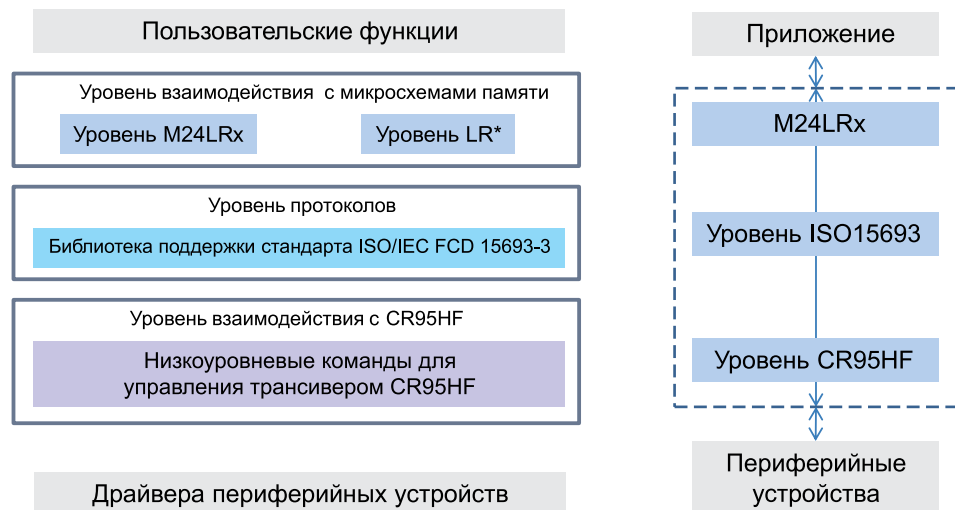


Рис. 7. Структура библиотеки для работы с трансивером CR95HF

Таблица 2. Доступные отладочные наборы и оценочные платы EEPROM с двойным интерфейсом

Наименование	Описание	Микросхема EEPROM, лежащая в основе
<b>Оценочные платы EEPROM с антеннами различных типов, мм</b>		
<a href="#"><u>ANT1-M24LR-A</u></a>	Плата с M24LR64-R с петлевой печатной антенной, размер 45x75	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT1-M24LR16E</u></a>	Плата с M24LR64E-R с петлевой печатной антенной, 45x75	<a href="#"><u>M24LR16E-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT2-M24LR-A</u></a>	Плата с M24LR64-R с петлевой печатной антенной, 20x40	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT2-M24LR16E</u></a>	Плата с M24LR64E-R с петлевой печатной антенной, 20x40	<a href="#"><u>M24LR16E-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT3-M24LR-A</u></a>	Демонстрационная плата с M24LR64-R с SMD-индуктивностью в качестве антенны	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT4-M24LR-A</u></a>	Демонстрационная плата с двумя параллельно включенными M24LR64-R (общая емкость EEPROM 128 кбит)	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT5-M24LR-A</u></a>	Демонстрационная плата с четырьмя параллельно включенными M24LR64-R (общая емкость EEPROM 256 кбит)	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>ANT7-M24LR16E</u></a>	Демонстрационная плата с M24LR16E-R с двухслойной печатной антенной 15x15	<a href="#"><u>M24LR16E-R</u></a>
<a href="#"><u>FLEX-M24LR04E</u></a>	Демонстрационная плата с M24LR04E-R на гибкой основе с антенной 45x75	<a href="#"><u>M24LR04E-R</u></a>
<a href="#"><u>ROBOT-M24LR16E-A</u></a>	Демонстрационная плата с M24LR16E-R, выполненная в виде силуэта робота, с печатной антенной 20x40	<a href="#"><u>M24LR16E-R</u></a>
<b>Демонстрационные и отладочные платы с приемопередатчиком CR95HF</b>		
<a href="#"><u>DEMO-CR95HF-A</u></a>	Демонстрационная плата трансивера CR95HF	<a href="#"><u>CR95HF</u></a>
<a href="#"><u>PLUG-CR95HF-B</u></a>	Демонстрационная плата трансивера CR95HF	<a href="#"><u>CR95HF</u></a>
<b>Регистраторы данных</b>		
<a href="#"><u>DATALOG-M24LR-A</u></a>	Регистратор данных на базе M24LR64-R с управляющим контроллером SMT8L и датчиком температуры STTS75	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>STEVAL-IPR002V1</u></a>	Регистратор данных на базе M24LR64-R с управляющим контроллером STM8L, датчиками температуры, влажности, вибрации, свободного падения, освещенности	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<b>Отладочные наборы</b>		
<a href="#"><u>DEMOKIT-M24LR-A</u></a>	Демонстрационный набор для работы с EEPROM M24LRxx-R (RFID-считыватель, антенна считывателя, I <sup>2</sup> C-программатор)	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>DEVKIT-M24LR-A</u></a>	Отладочный набор для работы с EEPROM M24LRxx-R (RFID-считыватель, антенна считывателя, I <sup>2</sup> C-программатор, плата ANT1-M24LR-A)	<a href="#"><u>M24LR64-R</u></a>
<a href="#"><u>M24LR-DISCOVERY</u></a>	Отладочный набор для работы с M24LR04E	<a href="#"><u>M24LR04E-R</u></a>

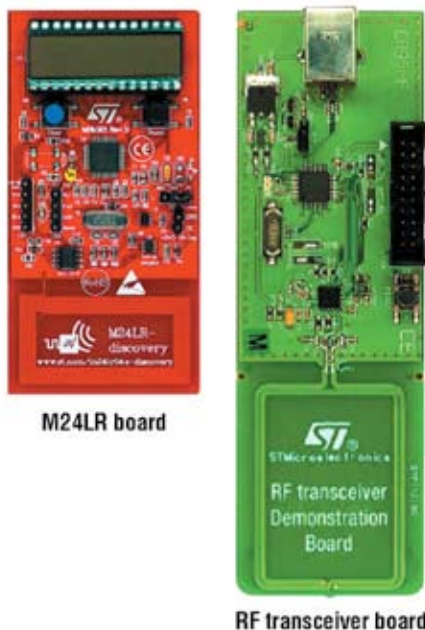


Рис. 8. Отладочный набор M24LR- DISCOVERY

### Считыватель RFID-меток CR95HF

Для работы с RFID-устройствами, в частности, с EEPROM с двойным интерфейсом, STMicroelectronics предлагает приемопередатчик **CR95HF** [5, 6]. CR95HF поддерживает стандарты ISO 14443A/B, ISO 15693, а также протокол NFC (ISO/IEC 18092).

Трансивер CR95HF работает в режиме ведомого устройства, управляемого внешним хост-контроллером (рис. 6). Для работы с трансивером доступна библиотека, позволяющая достаточно просто взаимодействовать с ним посредством SPI- или UART-интерфейса.

Библиотека доступна для скачивания с официального сайта STMicroelectronics в вариантах как для 32-разрядных контроллеров **STM32**, так и для бюджетных энергоэффективных 8-битных STM8L [6].

В состав библиотеки входит три уровня (рис. 7):

- нижний уровень – CR95HF LL, содержащий низкоуровневые команды для непосредственного управления трансивером CR95HF;
- средний уровень – уровень протоколов, отвечающий за поддержку и выполнение протокола стандарта ISO/IEC FCD 15693-3;
- верхний уровень – уровень взаимодействия с микросхемами памяти, содержащий команды управления памятью семейств **M24LRxxx** и **L1Rxxx**.

Для пользовательского приложения все три уровня являются прозрачными и представляются только функции самой библиотеки.

### Ознакомительные и отладочные платы

STMicroelectronics предлагает широкий выбор отладочных средств и ознакомительных плат для начала работы с EEPROM с двойным интерфейсом [7]. Данные инструменты позволяют разра-

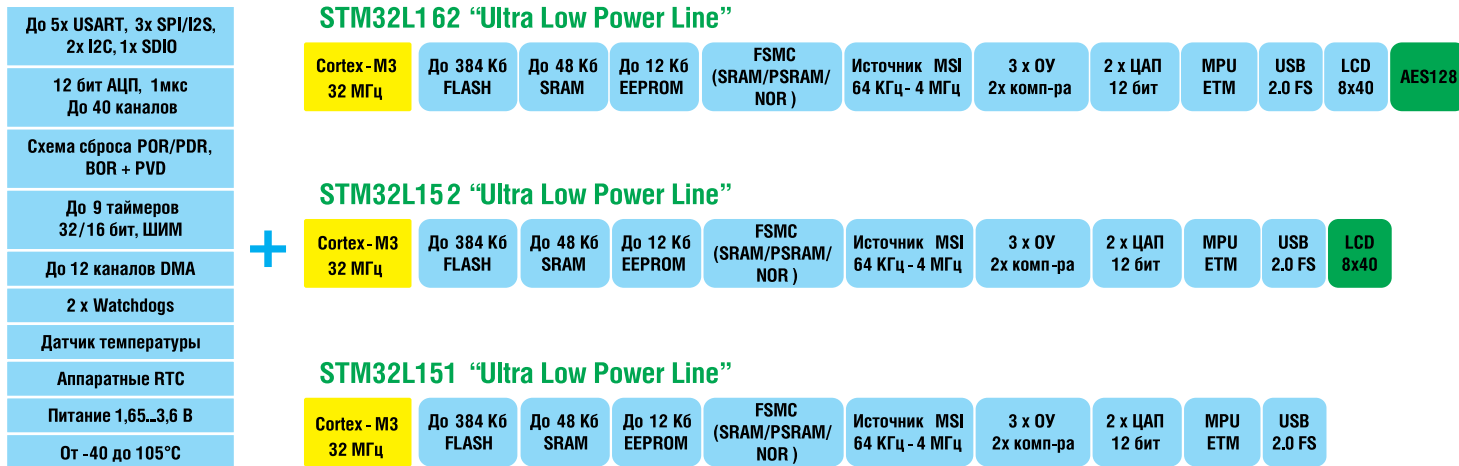


Рис. 9. Семейство STM32L

ботчику оценить расстояния, на которых возможно успешное считывание по радиоканалу, влияние типа антенн считывателя и памяти на условия совместной работы. Отладочные наборы позволяют:

- работать с EEPROM в режиме доступа по шине I<sup>2</sup>C и в режиме доступа по радиоканалу;
- исследовать работу механизмов разделения памяти на блоки, защиты отдельных блоков, работы механизмов парольной защиты.

Доступные отладочные наборы и оценочные платы EEPROM с двойным интерфейсом представлены в таблице 2.

Одним из наиболее простых, но функциональных отладочных наборов является набор **M24LR-DISCOVERY** [8], включающий в себя две платы (рис. 8): M24LR board с памятью и плату с приемопередатчиком CR95HF:

Плата **M24LR board** содержит микросхему памяти с двойным интерфейсом **M24LR04E-RMN6T/2** (4 кбит, корпус SO8N), контроллер **STM8L152C6T6** с 8 кбайт флеш-памяти, датчик температуры **STTS751-0WB3F**, печатную антенну 20x40 мм, ЖК-индикатор. Имеет разъемы EEPROM (I<sup>2</sup>C) для программирования и отладки программ контроллера (SWIM).

M24LR board также может работать с телефонами и коммуникаторами на базе Android с поддержкой NFC. Соответствующее приложение NfcV-Reader доступно в репозитории приложений Google Play и позволяет при помощи телефона, просматривать данные, зафиксированные платой.

Плата приемопередатчика (RF transceiver board) включает в себя трансивер **CR95HF-VMD5T** 13,56 МГц, контроллер **STM32F103CB** с 128 кбайт флеш-памяти, печатную антенну 47x34 мм. Интерфейс с хост-компьютером и питание платы осуществляется через USB.

Программные продукты для работы с отладочным набором доступны по адресу [www.st.com/m24lr04e-discovery](http://www.st.com/m24lr04e-discovery),

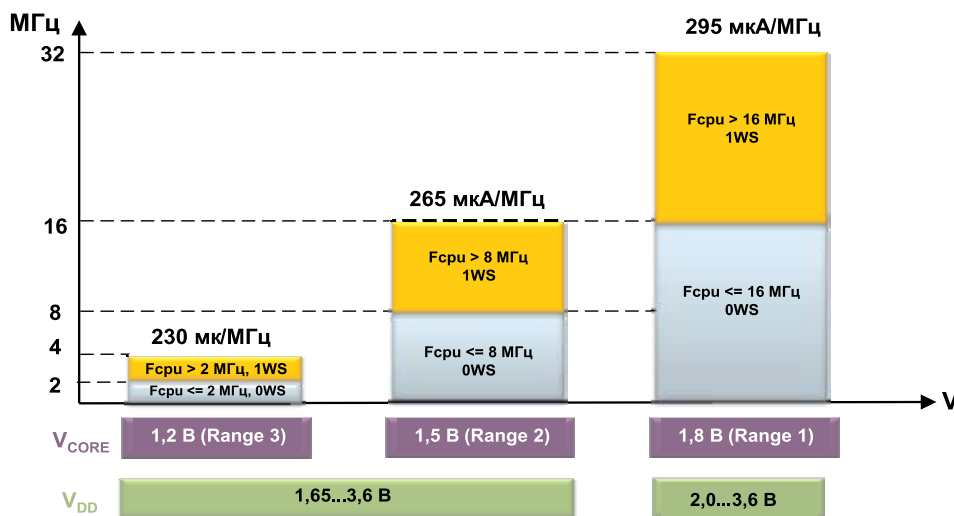


Рис. 10. Зависимость производительности от напряжения питания ядра

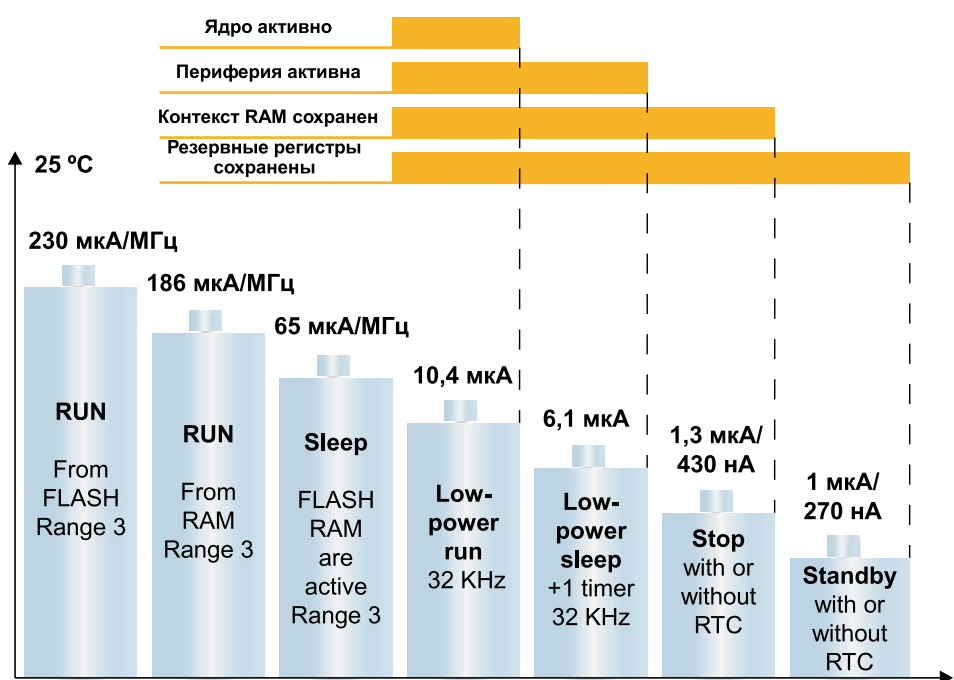


Рис. 11. Режимы энергопотребления STM32L

они включают в себя программу для хост-компьютера и скомпилированный образ приложения для STM8L. Отла-

дочные платы набора также содержат запрограммированные образы демонстрационных приложений.

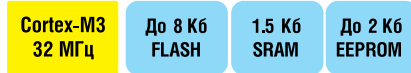
**STM8L162 “Additional Performance Level”**



**STM8L151/152 “Performance Level”**



**STM8L101 “Entry Level”**



**STM8L05 “Value Line Level”**



\* - только в STM8L152

Периферия обмена данными USART, SPI, I2C
Многофункциональные 16-бит таймеры
Встроенные источники тактирования 16 МГц и 38 кГц
Компараторы
Схема сброса POR/PDR
2 x Watchdogs
От -40 до 105°C

Рис. 12. Номенклатура микроконтроллеров STM8L

**Микроконтроллеры с низким энергопотреблением от STMicroelectronics**

Зачастую для работы с памятью с двойным интерфейсом необходим микроконтроллер, и желательно, чтобы он потреблял как можно меньше энергии. Для таких задач STMicroelectronics предлагает две линейки микроконтроллеров — **STM32L** и **STM8L**.

Линейка STM32L является отличным компромиссом между высоким быстродействием, свойственным архитектуре Cortex-M3, и низким энергопотреблением. Последнее достигнуто за счет специальной технологии производства и оптимизированной периферии. Обзор линейки STM32L приведен на рисунке 9.

Производительность микроконтроллера измеряется в DMIPS/МГц и зависит от функциональной составляющей ядра, интерфейса памяти и периферии. Само же энергопотребление мА/DMIPS в процессе работы может быть макси-

мизировано с помощью регулирования напряжения питания. Именно метод, динамической адаптации напряжения питания в зависимости от необходимой частоты тактирования микроконтроллера был применен в STM32L. При работе МК на максимальной частоте (для полного использования всех его возможностей — производительности, периферии) обычно необходимо, чтобы верхняя граница питающего напряжения составляла 3...3,3 В. Если контроллеру необходимо переключиться в режим низких частот тактирования, это напряжение является избыточным и приводит к лишним затратам энергопотребления. Для устранения этого в линейке STM32L реализовано динамическое изменение напряжения ядра микроконтроллера. STM32L предоставляет возможность динамического изменения напряжения питания ядра в трех диапазонах: 1,8 В (Range 1); 1,5 В (Range 2) и 1,2 В (Range 3) (рис 10).

Такая особенность позволяет добиться общего снижения энергопотребления более чем на 25%. Таким образом, конфигурирование напряжения питания ядра в совокупности с режимами ультранизкого энергопотребления позволяет подходить к регулированию потребления более гибко. Общие режимы энергопотребления микроконтроллеров наглядно продемонстрированы на рисунке 11.

Несмотря на большую популярность семейства **STM32L**, компания не оставляет без внимания и младшую линейку **STM8L**, расширяя и дополняя ее номенклатуру. Семейство STM8L состоит из четырех линеек (рис. 12).

Отличительные особенности линейки STM8L — это улучшенная аналоговая периферия: быстрый 12-битный АЦП на 24 канала, 12-битный ЦАП, компараторы. Отметим, что микроконтроллеры данной линейки в отличие от большинства своих конкурентов имеют встроенный DMA-контроллер, что позволяет при грамотном подходе к проектированию программного обеспечения значительно повысить производительность.

Во второй половине 2012 года на рынке появилась линейка микроконтроллеров STM8L “Value Line”, основным принципом которой является хорошее соотношение цена/функциональность. Снижение цены достигнуто, прежде всего, благодаря техническим новшествам при производстве, снижению затрат за счет параллелизма тестирования конечной продукции. Сама технология производства осталась без изменений, включая технологию производства кристаллов. Основные ограничения — более узкий температурный диапазон -40...85°C; меньший, чем обычно, объем EEPROM-памяти; нет уникального идентификатора и сервиса

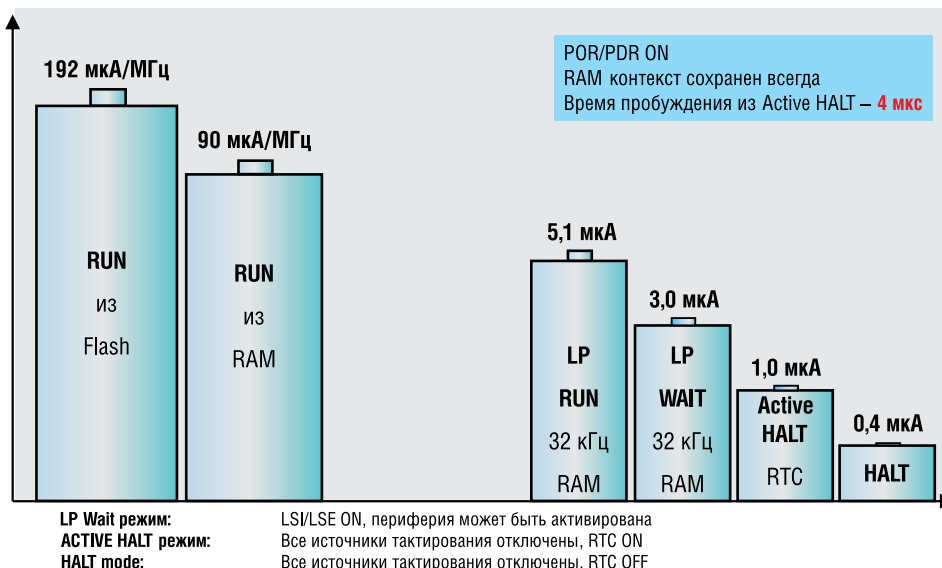


Рис. 13. Режимы снижения энергопотребления микроконтроллеров STM8L

программирования прошивки микроконтроллера на мощностях производителя. Также снижено количество циклов записи/стирания flash- и EEPROM-памяти. Для flash-памяти данный параметр равен 100 во всем температурном диапазоне, для EEPROM это соотношение равно 100 000 циклов.

В остальном микроконтроллеры серии «Value Line» аналогичны по функциональности своим старшим собратьям и также имеют полную выводимость (pin-to-pin) и программную совместимость внутри своих линеек. Например, разработчик может легко и без каких-либо изменений использовать в своем проекте STM8L051F3P6 вместо STM8L151F3P6, и наоборот. Ему лишь требуется поменять в свойствах проекта тип микроконтроллера и пересобрать проект заново.

Для низкопотребляющей линейки STM8L, помимо вышеперечисленных ограничений, также снижен набор периферийных модулей — нет компараторов, 12-битного ЦАП, датчика температуры, дизайн портов ввода-вывода не предусматривает подключение сенсорных кнопок.

Для снижения энергопотребления контроллеры имеют несколько специальных режимов работы (рис. 13). Более подробную информацию по всем режимам можно посмотреть в документации на микроконтроллер, отметим лишь, что в самом экономичном режиме «HALT» содержимое оперативной памяти SRAM сохраняется и время восстановления в полностью рабочее состояние составляет порядка нескольких микросекунд.

### Заключение

Учитывая возможности EEPROM M24LRxxx по параллельному взаимодействию по двум независимым каналам и значительные для RFID-памяти объемы хранимых данных, можно рассмотреть возможность применения ее в системах безопасности, нацеленных на обеспечение конфиденциальности и целостности информации.

В частности, объем памяти позволяет хранить достаточно большое количество событий (например, доступ в те или иные помещения), что может помочь при расследовании инцидентов. Возможно также использование связки контроллер+CH95HF и M24LRxxx в качестве:

- аппаратных ключей для активации оборудования или приложений на рабочем месте сотрудника, чтобы предотвратить несанкционированный доступ во время его отсутствия;
- хранилища ключей шифрования, исключающего возможность перехвата или копирования информации;
- хранилища контрольных сумм важных документов или системных

файлов для отслеживания нежелательной программной активности или контроля целостности документов.

Наличие интерфейса I<sup>2</sup>C позволяет создавать интеллектуальные регистраторы событий на основе микроконтроллеров, фиксирующие, в зависимости от периферийных датчиков, различный набор параметров или событий. Кроме того, данная возможность имеет большие перспективы в области отслеживания движения грузов и товара, благодаря возможности фиксации температурного режима, условий перевозки, отслеживания перемещений по складу или территории магазина. Снятие этих данных при приеме товара от перевозчика позволит разрешить ряд вопросов, связанных с выявлением дефектов товара (их появление при производстве, погрузке или транспортировке).

### Литература

1. Dual Interface EEPROM//<http://www.st.com/internet/mcu/class/1766.jsp>.
2. Андрей Никитин. Двухпортовая память M24LR64 с интерфейсами I<sup>2</sup>C и RFID//Новости электроники, 2010, №8, с. 20-22.
3. How to manage simultaneous I<sup>2</sup>C and RF data transfers with the M24LRxx-R and M24LRxxE-R devices//[http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL\\_RESOURCES/TECHNICAL\\_LITERATURE/APPLICATION\\_NOTE/CD00247968.pdf](http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/APPLICATION_NOTE/CD00247968.pdf).

*LITERATURE/APPLICATION\_NOTE/CD00247968.pdf.*

4. M24LR64-R Multi-bank reference design description and settings//[http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL\\_RESOURCES/TECHNICAL\\_LITERATURE/APPLICATION\\_NOTE/CD00280653.pdf](http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/APPLICATION_NOTE/CD00280653.pdf).

5. CR95HF library for ISO15693 and Dual Interface EEPROM products//[http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL\\_RESOURCES/TECHNICAL\\_LITERATURE/APPLICATION\\_NOTE/DM00025202.pdf](http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/APPLICATION_NOTE/DM00025202.pdf).

6. Using the CR95HF library with STM8L microcontrollers//[http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL\\_RESOURCES/TECHNICAL\\_LITERATURE/APPLICATION\\_NOTE/DM00039049.pdf](http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/APPLICATION_NOTE/DM00039049.pdf).

7. Eval boards for Memory ICs//<http://www.st.com/internet/evalboard/subclass/1444.jsp>.

8. M24LR-DISCOVERY — STMicroelectronics//<http://www.st.com/internet/evalboard/product/253360.jsp>.

Получение технической информации,  
заказ образцов, поставка —  
e-mail: [memory.vesti@compel.ru](mailto:memory.vesti@compel.ru)

**EEPROM память с радиointерфейсом**

**M24LRxxx**

- От 4 до 64 Кбит EEPROM
- RFID + I<sup>2</sup>C доступ
- Малое потребление
- Более 1М циклов
- 1,8...5,5 В напряжение питания

Поддержка разработчиков:  
E-mail: [st@compel.ru](mailto:st@compel.ru)  
[www.compel.ru/projects-support](http://www.compel.ru/projects-support)

**Компэл**  
[www.compel.ru](http://www.compel.ru)