

# Системы бесконтактной идентификации для складских приложений и логистики

Геннадий ЕФИМОВ  
gennady.efimov@microem.ru

**В настоящее время технологии RFID применяются все шире, что привело к формированию разных требований к системам на основе радиоиентификационных меток. В результате появилось нескольких категорий меток и считывателей, обладающих разными возможностями. Задача этой статьи — познакомить читателей со стандартами для RFID-систем и рассказать о продукции компании NXP.**

## Стандартизация RFID

Многообразие приложений, использующих RFID, а также бурный, сверх всяких ожиданий, рост спроса на теги приводит к появлению различных типов компонентов RFID, предназначенных для использования в соответствующих областях. Этот рост вывел технологию RFID на принципиально новый уровень и сделал и без этого важную задачу стандартизации компонентов для RFID более актуальной. При этом массовость продукта заставляет перейти от стандартов предприятий к глобальной стандартизации — поскольку вполне очевидно, что компании, использующие технологию RFID и вкладывающие в это большие ресурсы, не хотят быть зависимыми от какого-либо одного производителя. Поэтому вполне закономерным стало появление организации EPCglobal.

## Немного истории. EPCglobal

В 1999 году был создан Центр Auto-ID (Auto-ID Center), чтобы донести до общества преимущества технологии RFID. В настоящее время Центр передал эту обязанность организации EPCglobal. Помимо продвижения идеи бесконтактной идентификации EPCglobal занимается разработкой общедоступных универсальных стандартов.

Первой разработкой EPCglobal в сфере стандартизации стала в 2004 году спецификация EPC Класс 1 — Поколение 1, предназначенная для того, чтобы создать основу для сети EPCglobal (товарные коды, технологии и программная поддержка). Чтобы создать по-настоящему глобальную инфраструктуру, в начале 2005 года EPCglobal представила на рассмотрение свою спецификацию EPC Класс 1 — Поколение 2 для включения ее в ISO18000 — международный стандарт для

управления изделиями методом радиочастотной идентификации.

Спецификация 1-го поколения EPC Класс 1 была специально разработана Центром Auto-ID для США, с учетом только этой страны регулирующих норм и положений, тем самым ограничивая возможность глобального использования этих технологий. Спецификация EPC Класс 1 — Поколение 2, наоборот, полностью учитывает разнообразие местной специфики по рабочей мощности и диапазону используемых частот, что является необходимым условием для создания в полном смысле слова глобальной сети и универсального стандарта.

Хотя EPCglobal включила в спецификацию EPC Класс 1 — Поколение 2 свою структуру данных, стандарт ISO 18000, устанавливая радиointерфейсный протокол для различных частот, на которых работают RFID этикетки и считыватели, не требует совместимости с какой-то определенной структурой данных. Пользуясь стандартом ISO 18000, компании, работающие в различных отраслях промышленности, могут устанавливать свою собственную, характерную для их области применения, систему нумерации. Без сомнения, любая совместимая со стандартом ISO 18000 инфраструктура сможет читать все этикетки, отформатированные в соответствии со структурой данных EPCglobal, что, несомненно, является ключевым этапом в создании действительно глобального рынка радиочастотной идентификации.

Не дожидаясь включения спецификации в стандарт ISO 18000, ведущие розничные компании и их поставщики уже используют EPCglobal-совместимые этикетки, главным образом, в управлении каналами поставок для розничной торговли (на уровне контейнеров и поддонов). Среди них такие как Wal-Mart Stores, Hewlett Packard, Министерство обороны США и Metro Group — третья

по величине мировая розничная торговая сеть. Metro уже на протяжении долгого времени оказывает финансовую поддержку EPCglobal и входит в состав правления, а также в состав ассоциации развития EPCglobal. Как убежденный сторонник методов радиочастотной идентификации, Metro внедрила RFID в свой канал поставок на уровне поддонов и к концу года планирует внедрение на уровне контейнеров.

Очевидно, что от стандартизации ISO выигрывает не только розница. RFID-маркировка на уровне изделия поможет открыть и другие рынки, в том числе фармацевтический и рынок моды. Этим рынкам нужно огромное количество наклеек, и поэтому они являются весьма крупной категорией потенциальных потребителей этой категории продуктов.

Итак, подведем итоги сказанному. EPCglobal — это некоммерческая организация, куда входят ведущие мировые розничные сети и разработчики высоких технологий, такие как Hewlett-Packard, Procter & Gamble, Массачусетский технологический институт и, конечно, NXP. Как пионер и лидер в RFID, принимающий активное участие в работе консорциума, Philips также является одним из основных поставщиков самых современных RFID-микросхем, отвечающих самым высоким запросам потребителей.

Пожалуй, сегодня NXP — один из основных производителей и поставщиков полупроводниковых компонентов на рынке радиочастотной идентификации. NXP играет важную роль, входя в состав ассоциации развития EPCglobal и ее технической рабочей группы. NXP является поставщиком таких крупных розничных сетей, как Wall-Mart, Ahold and Tesco, что дает этой компании ясное представление об актуальных коммерческих вопросах и технологических требованиях и запросах потребителей.

## Компоненты RFID компании NXP для транспортных, логистических и складских приложений

Как указывалось ранее, поначалу компоненты для RFID получили широкое распространение в платежных транспортных системах, муниципальных социальных карточных системах, в системах оплаты услуг в спортивных центрах, гостиницах, на автомобильных парковках. Почти все они базируются на стандарте Mifare, разработанном компанией Philips Semiconductors. Этот стандарт обеспечивает максимальную защиту данных самыми современными технологиями шифрования и обеспечения секретности. Благодаря этому именно микросхемы Mifare используются для хранения биометрической информации в гражданских паспортах и персональных данных в водительских удостоверениях.

Другим не менее важным применением RFID-систем являются транспорт, логистика и организация складской деятельности. Для подобных систем компания Philips Semiconductor разработала два семейства продуктов ICode (с рабочей частотой 13,56 МГц) и UCode (работающие в диапазоне частот UHF — 900 МГц). В настоящее время все RFID-продукты, разработанные компанией Philips Semiconductor, производятся компанией NXP. Подробнее они будут рассмотрены ниже. Особенно важно, что эти устройства соответствуют стандартам международной организации EPCglobal. Метки стандарта EPC обеспечивают быструю и прозрачную логистику благодаря своим техническим свойствам, высокой скорости разрешения коллизий, большой рабочей дистанции и соответствию международным стандартам, что дает возможность чтения и записи информации в любой точке земного шара.

Все предприятия, работающие на ранке RFID-систем, можно условно разделить на три основные группы:

- производители специализированных электронных компонентов (интегральных схем считывателей, транспондеров);
- производители компонентов RFID (считывателей, бесконтактных карт и этикеток);
- системные интеграторы.

### ICode — семейство RFID-меток с рабочей частотой 13,56 МГц

Метки ICode идеально подходят для использования в системах бесконтактной идентификации в различных складских приложениях, а также в устройствах идентификации, применяемых в логистике. Семейство ICode применяется в качестве электронных этикеток для идентификации багажа в аэропортах, посылок, книг в библиотеках, одежды в магазинах и т. п. Семейство включает в себя четыре основные группы продуктов — ICode 1, ICode SLI, ICode UID и ICode EPC. Микросхемы ICode 1 и ICode SLI содержат встроенную память EEPROM, которая обеспечи-

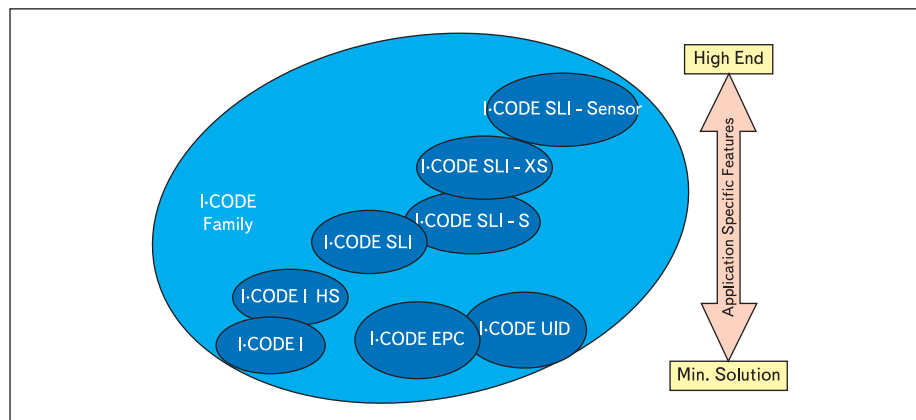


Рис. 1. Состав RFID-меток семейства NXP ICode

вает время хранения данных не менее 10 лет, при этом обеспечивается более 100 000 циклов перезаписи. ИС ICode 1 имеет память EEPROM объемом 512 бит с организацией 16 блоков по 4 байта каждый, ИС ICode SLI имеет 1024 бит встроенной EEPROM с организацией 32 блока по 4 байта. Все микросхемы семейства ICode имеют 8-байтный уникальный серийный номер, блокировку записи и поддерживают алгоритм антиколлизии. ICode SLI полностью поддерживает стандарт ISO 15693. Новые микросхемы ICode EPC и ICode UID предназначены для замены стандартного штрих-кода. ICode EPC имеют 96 бит однократно программируемой пользовательской памяти (OTP — One Time Programming), а микросхемы ICode UID — 96 бит EEPROM и 40-битный уникальный серийный номер. Они имеют 16 бит памяти для сохранения CRC и защищенную паролем команду уничтожения содержимого метки. Производительность систем, построенных на базе микросхем ICode EPC и ICode UID, позволяет идентифицировать до 200 меток в секунду. Компания NXP производит ИС считывателей для семейства ICode: SLRC400 с поддержкой ICode1 и ICodeSLI и CLRC632 с поддержкой ICode1, ICodeSLI и Mifare. В 2007 году компания NXP планирует выпустить ИС считывателя CLRC660 в миниатюрном корпусе HVQFN32 (5×5×0,85 мм), который ориентирован в основном на мобильные

считывающие устройства и платежные терминалы с рабочей дистанцией менее 50 мм. CLRC660 аппаратно поддерживает ИС транспондеров ICode 1/SLI/EPC/UID и Mifare, связь с внешним контроллером осуществляется через интерфейсы RS232, I<sup>2</sup>C и SPI.

В качестве средств разработки для семейства ICode компания «МикроЭМ» предлагает считыватель CLRD701 с компакт-диском собственного производства, который содержит документацию, терминальные программы для Mifare и ICode и примеры исходных текстов программ на языке Си.

На рис. 1 графически представлен состав семейства ICode, а в таблице 1 приведены четыре серийно производимые на данный момент метки, входящие в это семейство, а также новая ИС ICode SLI-S.

Рассмотрим немного подробнее каждый продукт в семействе ICode. RFID-метки ICode I имеют следующие отличительные особенности:

- двунаправленная пассивная радиочастотная связь на частоте 13,56 МГц;
- размер встроенной памяти 512 бит;
- уникальный серийный номер 64 бит;
- программируемая пользовательская память 384 бит;
- максимальная дистанция для операций чтения и записи 1,2 м;
- высокая производительность — до 30 меток/с;
- наличие функции EAS (повторное использование EAS-меток);

Таблица 1. Состав семейства меток ICode

Свойства	IoCODE 1	IoCODE SLI	IoCODE SLI-S	IoCODE UID	IoCODE EPC
Рабочая частота, МГц	13,56	13,56	13,56	13,56	13,56
Память	512 бит (EEPROM)	1024 бит (EEPROM)	1280 бит (EEPROM), 96 бит (OTP)	96 бит (EEPROM)	96 бит (OTP)
Уникальный серийный номер	64 бит	64 бит	64 бит	64 бит	64 бит
Скорость обмена, кбод	26,5	53	53	53	53
Защита данных	Поблочная защита записи	Поблочная защита записи	Поблочная защита записи, 32 бит пароль чтение/запись страниц	да	да
Рабочая дистанция, м	1,5	1,5	2	1,5	1,5
Рабочая температура, °С	-25...+70	-25...+70	-25...+70	-25...+70	-25...+70
Антиколлизия	30 этикеток/с	60 этикеток/с	60 (ISO), 200 (EPC) этикеток/с	200 этикеток/с	200 этикеток/с
Поставка в виде кремниевых пластин	да	да	да	да	да
Поставка в виде микромодулей	MOA2	MOA2, FCP	MOA2, FCP	FCP	FCP
Стандарт	ICode 1	ISO15693, ISO18000-3	ISO15693, EPC, ISO18000-3	EPC	EPC

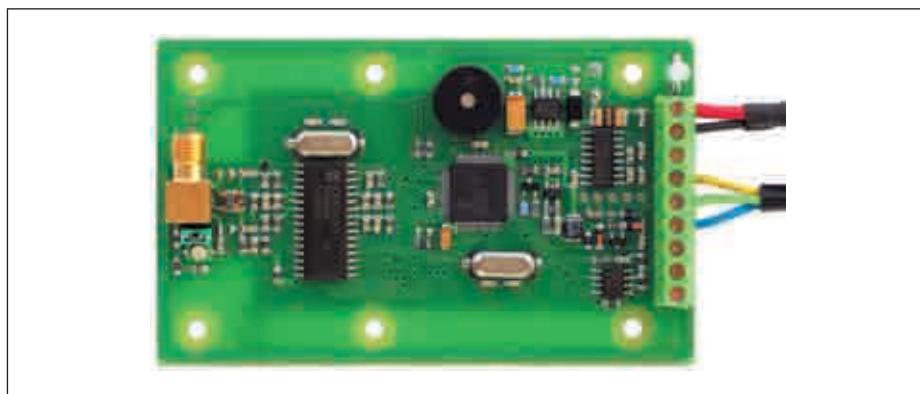


Рис. 2. Внешний вид модуля RFID-считывателя «МикроЭМ» с интерфейсом UART/RS232

- дистанция обнаружения EAS: до 1,5 м;
- совместимость с FCC47, часть 15, а также с ETSI 300-330 и ETSI 300-683;
- возможность установки в миниатюрные зазоры и отверстия (метки ICode I HC). Основные характеристики меток семейства ICode SLI:

- двунаправленная пассивная радиочастотная связь на частоте 13,56 МГц;
- интерфейс соответствует стандартам ISO 15693 и ISO 18000-3;
- объем встроенной памяти 1024 бит;
- доступная для программирования пользователем память 896 бит;
- радиус действия до 1,5 м;
- используют детерминированный алгоритм антиколлизий;
- высокая производительность и одновременное считывание до 60 меток/с;
- наличие функции EAS;
- совместимы с FCC47, часть 15, а также с ETSI 300-330 и ETSI 300-683.

Среди основных возможностей RFID-меток семейства ICode EPC и ICode UID выделим следующие:

- двунаправленная пассивная радиочастотная связь на частоте 13,56 МГц;
- архитектура меток совместима со стандартами ISO;
- диапазон функционирования до 1,5 м;
- усовершенствованная система антиколлизий позволяет добиться уникальной производительности 200 меток/с;
- имеется команда разрушения метки;
- наличие механизмов, обеспечивающих устойчивую работу меток в сложной полевой обстановке;
- метки совместимы с FCC47, часть 15, а также с ETSI 300-330 и ETSI 300-683.

Базовые параметры меток семейства ICode SL-S:

- интерфейс соответствует стандартам ISO 15693/ISO 18000-3;
- общий объем памяти 2048 бит;
- уникальный серийный номер 64 бит;
- EPC-номер 96 бит;
- EPC-антиколлизия (200 меток/с);
- функция EAS;
- рабочая дистанция до 2 м;

- высокая резонансная емкость;
- 32-битный пароль на уничтожение метки;
- 32-битный пароль для функций чтения-записи.

#### **Считыватели для RFID-меток с рабочей частотой 13,56 МГц**

Для меток с рабочей частотой 13,56 МГц, среди которых и семейство ICode компании NXP, наиболее функциональными и недорогими являются считыватели с интерфейсом UART/RS232 и USB производства компании ЗАО «МикроЭМ», а также считыватель RI03M компании ООО «Ридер». Рассмотрим эти устройства подробнее.

Для работы с метками семейства ICode с рабочей частотой 13,56 МГц инженерами компании «МикроЭМ» были разработаны два модуля считывателей: один из них с интерфейсом UART/RS232, а другой — с интерфейсом USB. Первый носит название UEM Mifare/ICode RS reader и показан на рис. 2.

Считыватель имеет небольшие размеры (95×55×12 мм) и поддерживает метки следующих стандартов:

- ISO 14443 (части 1-4);
- ISO 15693;
- EPC;
- ISO 18000-3.

При этом поддерживаются следующие типы RFID-карт:

- Mifare 1K/4K/Ultralight/DesFire/ProX/SmartMX;
- любые типы карт формата T=CL;
- ICode SLI/EPC/UID;
- Tag-it HF-I.

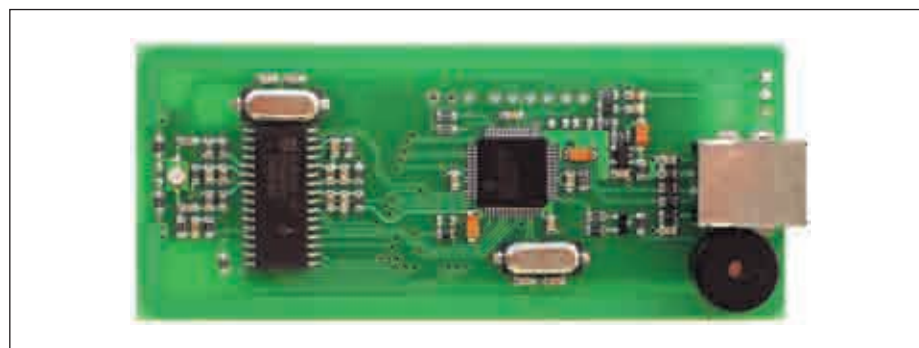


Рис. 3. Внешний вид модуля RFID-считывателя «МикроЭМ» с интерфейсом USB

Скорость обмена данными с картами стандарта ISO 14443 составляет 106–848 кбод, а для карт стандарта ISO 15693/EPC равна 53 кбод. Как указывалось выше, считыватель имеет интерфейсы UART/RS232, а также имеет возможность подключения к шине RS-485 (до 32 устройств одновременно). Для удобства работы модуль снабжен внутренней антенной, а также имеет возможность подключения внешней (через SMA-разъем) для увеличения дальности работы: при использовании встроенной антенны дистанция составляет 80 мм, а при использовании внешней достигает 300 мм (для стандарта ISO 15693). Считывателю требуется постоянное напряжение 6–12 В. При подключении к персональному компьютеру программное обеспечение считывателя, поставляемое вместе с ним, может работать в операционных системах Windows 2000/XP, Linux. Кроме программного обеспечения, позволяющего работать со всеми типами карт, поддерживаемыми считывателем, поставляется также библиотека DLL с подробным описанием функций и руководство для программиста, а также пример программы чтения серийного номера с исходным кодом на языке программирования C++. Доступны следующие версии продукта:

- поддержка ISO 14443A;
- поддержка ISO 14443A и B;
- поддержка ISO 14443A и B, ISO 15693.

USB-считыватель RFID-меток производства компании «МикроЭМ» показан на рис. 3.

UEM Mifare/ICode USB reader поддерживает следующие стандарты:

- ISO 14443 (части 1–4);
- ISO 15693;
- EPC;
- ISO 18000-3.

Поддерживаемые считывателем типы карт:

- Mifare 1K/4K/Ultralight/DesFire/ProX/SmartMX;
- любые типы карт формата T=CL;
- ICode SLI/EPC/UID;
- Tag-it HF-I.

Скорость обмена информацией для карт стандарта ISO 14443 равна 106–848 кбод, а для карт ISO 15693/EPC достигает 53 кбод. Считыватель имеет встроенную антенну, которая обеспечивает рабочую дистанцию до 50 мм. Для работы считывателя не требуется внешний источник напряжения, поскольку устройство питается напряжением 5 В от интер-



Рис. 4. Внешний вид считывателя RI03M производства компании «Ридер»



Рис. 5. Внешний вид считывателя Feig

фейса USB. Поставляемое программное обеспечение может работать в операционных системах Windows 2000/XP, Linux. Как и для вышеописанного устройства, для этого прибора поставляется хорошо документированная библиотека DLL и пример работы. Кроме того, вместе с устройством поставляются дополнительные PC/SC-драйверы для карт формата T=CL.

Считыватели средней дальности с интерфейсом RS-485 RI03M (рис. 4) компании «Ридер» предназначены для применения в системах, использующих бесконтактные метки стандартов I-CODE1, ISO 15693 и EPC. Они могут быть использованы в системах контроля товаров, ограничения доступа, а также в других системах, требующих применение бесконтактных радиочастотных меток.

Основные технические характеристики считывателей RI03M:

- рабочая частота: 13,56 МГц;
- диапазон расстояний гарантированного считывания меток с размерами антенны 45×76 мм при параллельном и соосном расположении метки относительно антенны считывателя: 0–800 мм;
- интерфейс связи с персональным компьютером RS-485;
- функция антиколлизии;
- ток потребления: не более 750 мА;
- габаритные размеры 710×470×34 мм;
- масса (без кабелей) 7,2 кг.

Условия эксплуатации:

- рабочее напряжение питания (от стабилизированного источника): 12 В±5%;
- диапазон рабочих температур: +1...+35 °С;
- допустимая амплитуда синусоидальных вибраций при частотах 5–200 Гц: 20 м/с<sup>2</sup> (2g);
- пиковое ускорение (в транспортной таре) при многократных механических ударах длительностью 2–20 мс: 147 м/с<sup>2</sup> (15g).

В заключение хотелось бы сказать о пополнении семейства ICode еще одной меткой — ICode SLI S, которая еще не вышла на этап массового производства. Это семейство будет представлено тремя метками: ICode SLI-S и ICode SLI-XS с объемом памяти 256 и 1024 байт и по-

вышенной секретностью, ICode SLI-XS с объемом памяти 1024 байт и встроенным датчиком температуры. Подробнее о новых метках мы расскажем в следующих публикациях.

#### Ucode — семейство RFID-меток с рабочими частотами UHF и 2,4 ГГц

Семейство UCode (табл. 2) было создано компанией NXP в рамках программы глобальной идентификации грузов (GTAG) и применяется в качестве электронных этикеток для идентификации поддонов, контейнеров, железнодорожных вагонов и т. п. Основными функциональными отличиями семейства UCode от ICode являются уверенная работа в окружении металла и большая рабочая дистанция (до 7 м при излучаемой мощности считывателя 4 Вт в UHF-диапазоне). Семейство UCode включает в себя две основные группы продуктов — UCode HSL и UCode EPC Gen2.

ИС UCode EPC G2 выпускаются компанией с января 2006 года в трех различных исполнениях: на кремниевой пластине, в корпусе TSSOP8 и в виде модуля FCP2. Рабочие дистанции ИС UCode EPC Gen2 зависят от разрешенной мощности излучения на соответствующих частотах в различных регионах и от условий окружающей среды (табл. 3).

Семейство продуктов Ucode EPC Gen2 является наиболее перспективным для задач логистики благодаря высокой скорости разре-

Таблица 3. Разрешенная мощность и соответствующая ей дальность связи

Диапазон частот	Регион	Разрешенная мощность	Рабочая дистанция
869,4–869,65 МГц	Европа	0,5 Вт ERP	3,3 м
865,6–867,6 МГц	Европа	2 Вт ERP	6,6 м
902–928 МГц	Америка	4 Вт EIRP	7,0 м

шения коллизий (до 600 меток/с для Европы и до 1600 меток/с для США), высокой скорости обмена данными и, главное, полной поддержке спецификации EPCglobal поколения 2. **Считыватели высокочастотных меток UHF-диапазона**

Наиболее функциональным и надежным устройством чтения-записи меток UHF диапазона является считыватель компании Feig (рис. 5). Он может с успехом использоваться для чтения информации с меток семейства NXP UCode. ID ISC.LRU1000 представляет собой RFID-считыватель для больших дистанций (вплоть до 7 м) и предназначен для получения информации из транспондеров UHF-диапазона 865–928 МГц. Основные области использования — розничные торговые сети, системы логистики и др. Среди главных особенностей считывателя следует отметить поддержку нескольких стандартов протоколов: ISO 18000-6-A/B, EPC UHF Class 1, Gen1 и Gen2, возможность подключения до четырех внешних антенн, наличие функций BRM (фильтрация и буферизация данных). Считыватель помещен в прочный цельный корпус, имеет несколько интерфейсов обмена данными с компьютером, выполняется в различных вариантах для использования в Европе и Северной Америке. Еще одной важной особенностью является крайне простое и бесперебойное обновление встроенного микропрограммного обеспечения (firmware) считывателя.

Основные технические характеристики считывателя:

- напряжение питания 12–24 В;
- рассеиваемая мощность: не более 30 В;
- скорость приема данных 40–320 кбит/с;
- интерфейсы: RS232, RS-485, Ethernet, WIFI;
- рабочий диапазон температур: –25...+55 °С;
- габаритные размеры: 180×320×110 мм. ■

Таблица 2. Технические параметры меток семейства UCode

Свойства	UCODE HSL	UCODE EPC Gen2
<b>Память</b>		
Объем, бит	2048	512
EPC	–	да
Циклов перезаписи	100 000	100 000
Хранение данных, лет	10	10
<b>RF-интерфейс</b>		
Стандарты	ISO 18000	UHF EPC Gen2, ISO 18000
Частота	UHF / 2,45 ГГц	UHF
Скорость обмена, кбит/с	До 40	До 640
Антиколлизия, меток/с	До 100	До 600
Рабочая дистанция, м	7,0	7,0
<b>Защита</b>		
Уникальный серийный номер, байт	8	8
Защита записи	Побайтно	Поблочно