

# Беспроводные системы ПД

## Лекция 09 Технология NFC

Near field communication (NFC) — технология беспроводной высокочастотной связи малого радиуса действия, которая дает возможность обмена данными между устройствами, находящимися на расстоянии около 10 сантиметров. Анонсирована в 2004, когда Nokia, Philips (NXP Semiconductor) и Sony объявили о создании форума NFC с целью разработки и стандартизации интерфейса взаимодействия различных устройств, основанного на касании.

Центральная частота NFC равна 13,56 МГц. Скорость передачи данных достигает 424 кбит/с на расстоянии примерно 10 см. В отличие от существующих технологий бесконтактной связи на данном диапазоне частот, которые позволяют передавать информацию только от активного устройства пассивному, NFC обеспечивает обмен между двумя активными (равноправными) устройствами. Таким образом, NFC можно использовать для доступа к устройствам RFID.

NFC является расширением стандарта бесконтактных смарт-карт (ISO 14443) и соответственно обратно совместима с широко используемым стандартом смарт-карт на основе ISO/IEC 14443 A (например, Mifare) и ISO/IEC 14443 B, а также JIS X 6319-4 (FeliCa). Для обмена между двумя устройствами разработан новый протокол ECMA-340 и ISO/IEC 18092. Устройство NFC может поддерживать связь и с существующими смарт-картами, и со считывателями стандарта ISO 14443, и с другими устройствами NFC, и, таким образом, — совместимо с существующей инфраструктурой бесконтактных карт, уже использующейся в общественном транспорте и платежных системах. NFC нацелена прежде всего на использование в цифровых мобильных устройствах.

Для обеспечения совместимости между мобильным телефоном и картами RFID различных производителей необходимо выполнить тестирование цифрового протокола и провести измерение параметров РЧ-сигнала: временных характеристик, частоты несущей, амплитуды сигнала слушателя, а также амплитуды и чувствительности приемника в активном режиме.

### **Принцип работы**

В основе NFC лежит индуктивная связь. Частота работы — 13,56 МГц, скорость передачи — 106 кбит/с (возможны 212 кбит/с и 424 кбит/с). Для передачи данных NFC использует два различных вида кодирования. Если активное устройство передает данные со скоростью 106 кбод, тогда используется модифицированный код Миллера со 100% АМн (ASK). Во всех других случаях используется манчестерское кодирование с коэффициентом АМн 10%.

Коэффициент АМн — основная характеристика амплитудной модуляции — отношение разности между максимальным и минимальным значениями амплитуд модулированного сигнала к сумме этих значений, выраженное в процентах $m = (A_{\max} - A_{\min}) / (A_{\max} + A_{\min})$ .
---

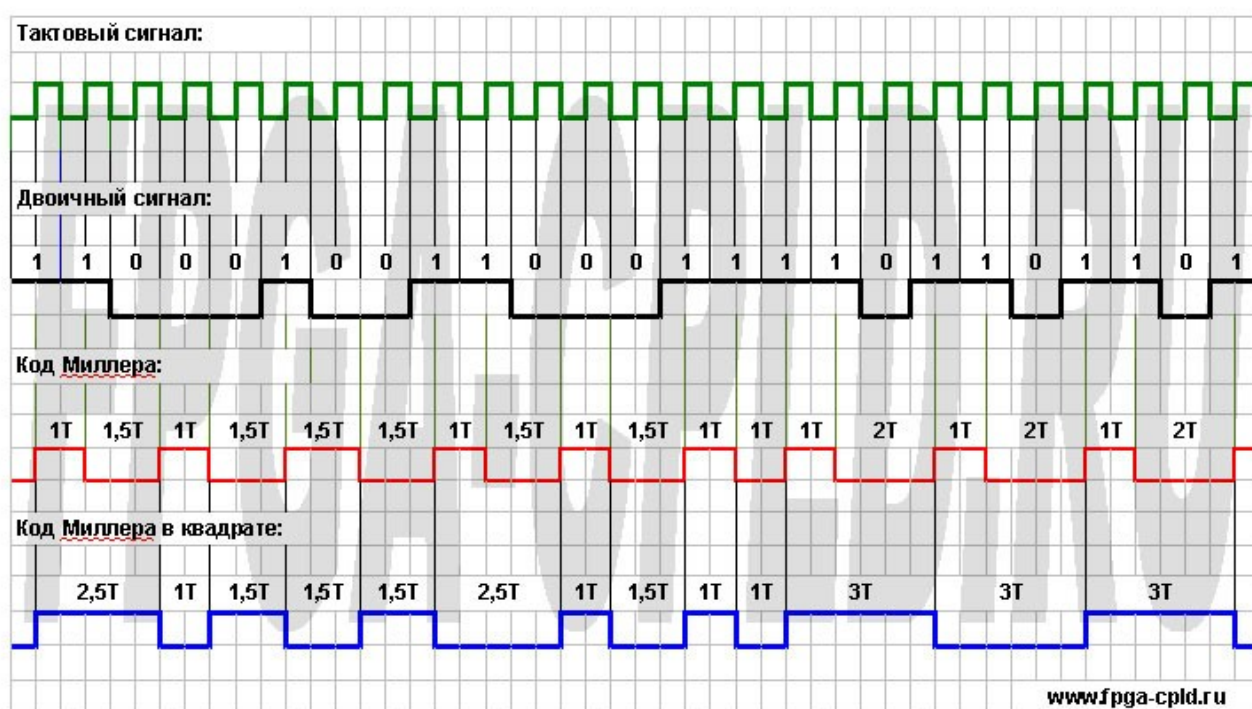
## Код Миллера — Модифицированная Частотная Модуляция (МЧМ).

Данный код относится к классу трехканальных кодов, так как в нем используются три различных интервала для передачи бита относительно исходного сигнала — 1 (одинарный), 1,5 (полуторный) и 2 (двойной) .

При этом используется следующий алгоритм кодирования:

- 1 передается изменением полярности в середине тактового периода;
- при передаче последовательно двух нулей полярность меняется в конце тактового интервала;
- в комбинации 0 и следующая за ним 1 — полярность остается неизменной.

### ДИАГРАММА СИГНАЛОВ КОДИРОВАНИЯ ПО КОДУ МИЛЛЕРА И КОДУ МИЛЛЕРА В КВАДРАТЕ:



Основная особенность кода Миллера — использование импульсов одной и той же длительности для передачи различных символов. Импульсы тактовой длительности  $T$  передают 0, и 1, а импульс  $1.5T$  — символы 01 и 10. По этой причине могут возникать сбои в канале синхронизации, что ведет к появлению ошибок. Защита от таких сбоев основана на привязке синхроимпульсов к комбинации символов 101 — единственной, для которой выделен импульс  $2T$ .

Недостатком кода Миллера является присутствие постоянной составляющей, при этом достаточно велик и низкочастотный компонент.

Отмеченный недостаток кода Миллера удалось преодолеть в модифицированном коде, названном Миллер в квадрате. В коде Миллера постоянная составляющая появляется при передаче четного числа единиц между двумя нулями. Модификация данного кода исправляет данный недостаток. В подобных комбинациях попросту вычеркивается последний перепад полярностей.

Сильной стороной кода Миллера и его модификации является высокая эффективность, хорошая способность к самосинхронизации. Однако надо учитывать, что за время, когда передается один символ исходной последовательности, надо принять решение — 0 это или 1, что приводит к снижению помехозащищенности, а следовательно для избежания этого надо расширять, как минимум вдвое, полосу частот.



При передаче информации пассивному устройству используется амплитудная манипуляция ASK. При обмене с активным устройством оба устройства равноправны. Каждое устройство имеет собственный источник питания, поэтому сигнал несущей отключается сразу после окончания передачи.

За счет индуктивной связи между опрашивающим и прослушивающим устройствами пассивное устройство влияет на активное. Изменение импеданса прослушивающего устройства вызывает изменение амплитуды или фазы напряжения на антенне опрашивающего устройства, которое он обнаруживает.

Электрический импеданс (комплексное сопротивление, полное сопротивление) — это комплексное сопротивление двухполюсника для гармонического сигнала. Импеданс — это аналог понятия сопротивления для постоянного тока в приложении к синусоидальному току.

Этот механизм называется модуляцией нагрузки. Она выполняется в режиме прослушивания с применением вспомогательной несущей 848 кГц. В зависимости от стандарта применяется амплитудная (ASK для 14443 А) или фазовая манипуляция (BPSK для 14443 В). Еще один пассивный режим, совместимый с FeliCa, осуществляется без вспомогательной поднесущей с манипуляцией АМн (ASK) на частоте 13,56 МГц.

## Режимы работы

В NFC определено три основных режима работы:

- Пассивный (эмуляция смарт-карты). Пассивное устройство ведет себя как бесконтактная карта одного из существующих стандартов.
- Передача между равноправными устройствами. Производится обмен между двумя устройствами. При этом за счет собственного источника питания у прослушивающего устройства можно использовать NFC даже при выключенном питании опрашивающего устройства.
- Активный режим (чтение или запись).

В каждом режиме может применяться один из трех способов передачи: NFC-A (14443 А), NFC-B (14443 В), NFC-F (JIS X 6319-4). Для распознавания способа передачи инициирующее устройство посылает запрос.

Стандарт	Тип устройства	Кодирование	Модуляция	Скорость ПД, кб/с	Несущая, МГц
NFC-A	Опрашивающее	Модиф. код Миллера	ASK 100%	106	13,56
	Прослушивающее	Манчестер	ASK	106	13,56±848 кГц
NFC-B	Опрашивающее	NRZ-L	ASK 10%	106	13,56
	Прослушивающее	NRZ-L	BPSK	106	13,56±848 кГц

NFC-F	Опрашивающее	Манчестер	ASK 10%	212/424	13,56
	Прослушивающее	Манчестер	ASK	212/424	13,56 (без поднесущей)

В пассивном режиме используются метки NFC — пассивные устройства, предназначенные для обмена с активными NFC-устройствами. Как и метки RFID, метки NFC применяются для хранения небольшого количества данных. Всего определено 4 типа меток.

Тип	1	2	3	4
Стандарт	14443 A	14443 B	JIS 6319-4	14443 A/B
Совместимый продукт	Innovision Topaz	NXP Mifare	Sony FeliCa	NXP DESFire, SmartMX-JCOR, др.
Скорость ПД, кб/с	106	106	212, 424	106, 212, 424
Объем памяти	96 б, расширение до 2 кб	48 б, расширение до 2 кб	До 1 Мб	До 32 кб
Защита от коллизий	Нет	Есть	Есть	Есть

## **Использование**

Сам по себе интерфейс NFC не дает никаких реальных практических сценариев использования или решений. В отличие, например, от Bluetooth, профили которого четко описывают, как передать файл, как подключить гарнитуру или обеспечить сетевой доступ, NFC является только базой, а непосредственные сценарии работы обеспечиваются дополнительным программным обеспечением, которое работает через него. С одной стороны, это открывает широкие возможности для разработчиков, а с другой — является для них же проблемой при обеспечении взаимодействия разных приложений и устройств.

Для устранения неопределенности Форум NFC предлагает стандартизировать протоколы для определенных сценариев (в частности NDEF — для хранения коротких сообщений на метках; SNEP — Simple NDEF Exchange Protocol — для обмена информацией между устройствами), однако практическое определение совместимости конкретных устройств обычно затруднено отсутствием детальной информации от производителя и средств диагностики. Еще одним помощником выступает здесь компания Google, которая предложила в последних версиях Android собственную разработку Android Beam. Она позволяет обмениваться некоторыми типами информации между совместимыми устройствами.

## **Источники:**

1. Near Field Communication. <https://ru.wikipedia.org>
2. Технология NFC в смартфонах и ее практическое использование. <http://www.ixbt.com>
3. Технология NFC — связь на близком расстоянии. <http://www.russianelectronics.ru>