

ТЕХНОЛОГИЯ LORA

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сабко А.Н., Грудковский Н.А

Лагутин А.Е. – к.т.н., доцент

Технология LoRa появилась на свет под эгидой некоммерческой организации LoRa Alliance, основанной такими компаниями, как IBM, Semtech, Cisco и др., с целью принятия и продвижения протокола LoRaWAN в качестве единого стандарта для глобальных сетей с низким энергопотреблением (LPWAN — от англ. Low Power Wide Area Network).

Собственно, аббревиатура LoRa объединяет в себе метод модуляции LoRa в беспроводных сетях LPWAN, разработанный Semtech, и открытый протокол LoRaWAN.

Разработчики LoRa Alliance позиционируют LoRa как технологию, имеющую значительные преимущества перед сотовыми сетями и WiFi благодаря возможности развертывания межмашинных (M2M) коммуникаций на расстояниях до 20 км. и скоростях до 50 Кбит/с., при минимальном потреблении электроэнергии, обеспечивающем несколько лет автономной работы на одном аккумуляторе типа AA.

LoRa позволяет демодулировать сигналы на уровне 20dB ниже уровня шумов, тогда как большинство систем с частотной манипуляцией (frequency shift keying, FSK) могут корректно работать с сигналами на уровне не ниже 8-10dB над уровнем шумов. Модуляция LoRa определяет физический уровень (physical layer, PHY, OSI level 1), который может использоваться в сетях с различной архитектурой – mesh-сети, звезда, точка-точка и другие.

Благодаря своей высокой чувствительности (-148dbm) LoRa идеально подходит к устройствам с требованиями низкого потребления электроэнергии и высокой устойчивости связи на больших расстояниях.

Диапазон применений данной технологии огромен: от домашней автоматизации и интернета вещей (Internet of Things, IoT) до промышленности и умных городов.

Архитектура LoRaWAN сетей.

Рассмотрим архитектуру LoRaWAN сетей. Типичная сеть LoRaWAN состоит из следующих элементов: конечные узлы, шлюзы, сетевой сервер и сервер приложений. Конечный узел (End Node) предназначен для осуществления управляющих или измерительных функций. Он содержит набор необходимых датчиков и управляющих элементов. Шлюз LoRa (Gateway/Concentrator) — устройство, принимающее данные от конечных устройств с помощью радиоканала и передающее их в транзитную сеть. В качестве такой сети могут выступать Ethernet, WiFi, сотовые сети и любые другие телекоммуникационные каналы. Шлюз и конечные устройства образуют сетевую топологию типа звезда. Обычно данное устройство содержит многоканальные приёмопередатчики для обработки сигналов в нескольких каналах одновременно или даже, нескольких сигналов в одном канале. Соответственно, несколько таких устройств обеспечивает зону покрытия сети и прозрачную двунаправленную передачу данных между конечными узлами и сервером. Сетевой сервер (Network Server) предназначен для управления сетью: заданием расписания, адаптацией скорости, хранением и обработкой принимаемых данных. Сервер приложений (Application Server) может удаленно контролировать работу конечных узлов и собирать необходимые данные с них.

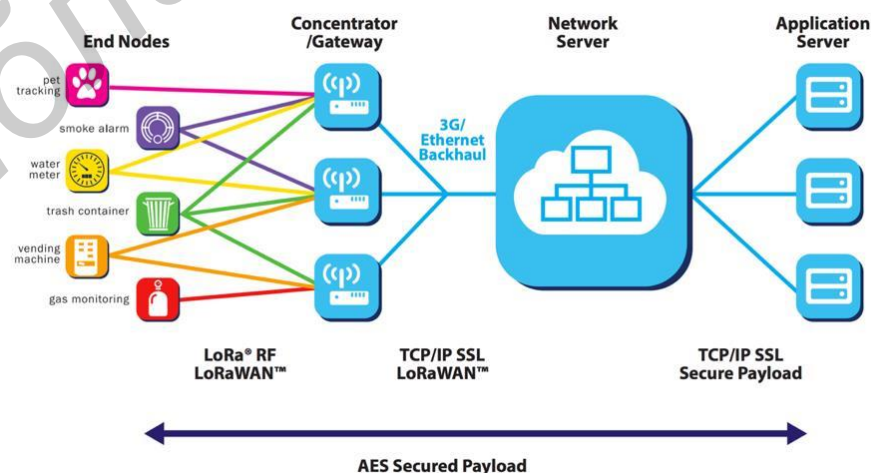


Рис. 1 - Архитектура LoRaWAN сети.

В конечном итоге, LoRaWAN сеть имеет топологию звезда из звёзд, имеет конечные узлы, которые через шлюзы, образующие прозрачные мосты, общаются с центральным сервером сети. При таком подходе обычно предполагается, что шлюзами и центральным сервером владеет оператор сети, а конечными узлами – абоненты. Абоненты имеют возможность прозрачной двунаправленной и

защищенной передачи данных до конечных узлов.

Т.к. LoRaWAN образуют глобальную сеть, то разработчики уделили особое внимание безопасности и конфиденциальности передаваемых данных, которые обеспечиваются шифрованием AES на нескольких уровнях:

- 1) На сетевом уровне с использованием уникального ключа сети (Unique Network key, EUI64).
- 2) Сквозную безопасность на уровне приложений с помощью уникального ключа приложения (Unique Application key, EUI64).
- 3) И специального ключа устройства (Device specific key, EUI128).

Для решения различных задач и применений в сети LoRaWAN предусмотрено три класса устройств:

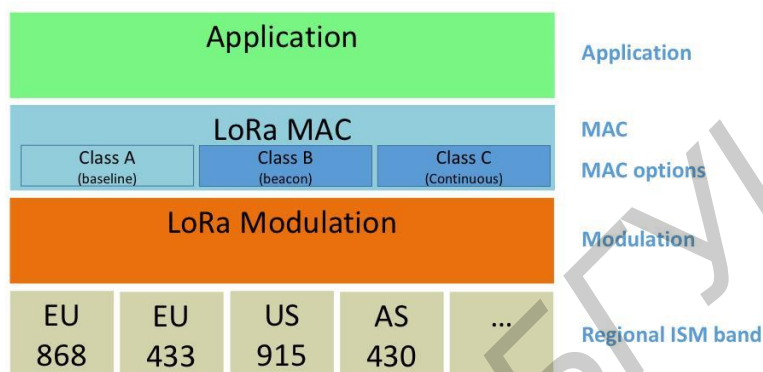


Рис. 2 - Классы устройств в сетях LoRaWAN.

А) Двухнаправленные конечные устройства «класса А» (Bi-directional end-devices, Class A). Устройства этого класса применяются, когда необходима минимальная потребляемая мощность при преобладании передачи данных к серверу. В качестве инициатора сеанса связи выступает конечный узел, отправляя пакет с необходимыми данными, а затем выделяет два окна, в течении которых ждёт данных от сервера. Таким образом, передача данных от сервера возможна только после выхода на связь конечного устройства.

Б) Двухнаправленные конечные устройства «класса Б» (Bi-directional end-devices, Class B). Основное отличие от устройств «класса А» заключается в выделении дополнительного окна приёма, которое устройство открывает по расписанию. Для составления расписания конечное устройство осуществляет синхронизацию по специальному сигналу от шлюза. Благодаря этому дополнительному окну сервер имеет возможность начать передачу данных в заранее известное время.

В) Двухнаправленные конечные устройства «класса С» с максимальным приемным окном (Bi-directional end-devices, Class C). Устройства этого класса имеют почти непрерывное окно приёма данных и закрывает его лишь на время передачи данных, что позволяет их применять для решения задач, требующих получения большого объёма данных.

Итого, LoRaWAN позволяет строить глобальные распределённые беспроводные сети с большим числом конечных узлов. По заявлениям Semtech, один LoRa-шлюз допускает обслуживание до пяти тысяч конечных устройств, что достигается за счёт:

1. Топологии сети.
2. Адаптивной скорости передачи данных и адаптивной выходной мощности устройств, задаваемых сетевым сервером.
3. Временным разделением доступа к среде.
4. Частотным разделением каналов.
5. Особенностью LoRa-модуляции, позволяющей в одном частотном канале одновременно демодулировать сигналы, передаваемые на разных скоростях.

Список использованных источников:

1. <http://www.zurich.ibm.com/pdf/lrsc/lmic-release-v1.5.zip>
2. <https://github.com/Lora-net/LoRaMac-node>
3. Верхулевский К. Однокристалльные ISM-трансиверы Semtech: уверенная связь в сложных условиях. // Компоненты и технологии. – 2013. – №6. – с. 110-116.
4. SX1272/3/6/7/8: LoRa modem design guide. // Application note 1200.13, rev.1, July 2013. // semtech.com.
5. Wireless RF Solutions. // Selector Guide. 2014. // www.semtech.com