

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ»

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

Добровольский А.А.

Саломатин С.Б. – к.т.н., доцент

В работе рассматривается сравнение существующих решений дистанционного управления устройствами с помощью беспроводных сетей, подходящими под технологию «Интернета вещей».

Индустрия технологии «Интернета вещей» позволила выйти на рынок многим технологиям и решениям в области радиопередачи и управления экосистемами. Но одной из ключевых проблем является обеспечение успешного обмена данными через Интернет всеми доступными устройствами. Прогнозы на 2020 год обещают больше 25 миллиардов умных устройств, значительное большинство которых будут должны работать от батарей небольших емкостей, иметь ограниченную память и вычислительную мощность. Подключение умных устройств через WiFi не подходит по причине ограничений в используемых методах модуляции и небольшой лимит максимальных подключений к данной сети. Подключение с использованием Bluetooth имеет ограничение по расстоянию, а также потребляет много энергии. Существуют также устройства с поддержкой Bluetooth Low Energy, но и они потребляют достаточно больше энергии, чем допустимо в данной технологии.

Рынку была необходима технология, позволяющая передавать ограниченное количество информации с низкой скоростью на большие расстояния. До недавнего времени для решений данной проблемы использовался стандарт IEEE 802.15.4, на котором базировались маломощные модули ZigBee. Десятилетие данная технология считалась лучшей для решения проблем, но имела сильный недостаток в структуре передачи данных и ограничения в построении цельной платформы.

23 марта 2015 года компания Semtech Corporation и исследовательский центр IBM Research объявили о первой реализации сети LoRaWAN v1.0, в поддержку которого был создан альянс LoRa Alliance, в который входят крупные технологические компании и телекоммуникационные операторы. Основной задачей альянса является аппаратная и программная поддержка стандарта LoRaWAN для предоставления и поддержки технологии «Интернета вещей» на базе сети LoRa для частного и коммерческого использования. В 2017 году была разработана спецификация LoRaWAN v1.1.

LoRa (исходя из английского Long Range, что в переводе означает дальнобойный) – запатентованная цифровая технология, входящая в группу технологий «Интернета вещей». LoRa работает в диапазонах свободных ISM частот (промышленные, научные и медицинские частоты). Архитектура сети имеет топологию звезды, где к одному или нескольким шлюзам подключаются по беспроводной связи конечные умные устройства. Сами шлюзы держат соединение с сетевыми серверами по стандартному IP-соединению.

Технология LoRa разделяется на физический слой и протокол связи. Физически LoRa использует прием и передачу сигналов посредством широкополосной модуляции, что позволяет связать устройства, имеющих между собой расстояние в среднем до 15 км в открытой местности и до 3 км в городской среде. Максимальная скорость передачи не превышает 37,5 кбит/с при потреблении 14 мА в режиме приема. Ширину полосы пропускания стандартно используют 125 кГц. Доступны для использования частоты 169 МГц, 433 МГц, 868 МГц (для Европы и стран СНГ) и 915 МГц (для Северной Америки).

Технология LoRa обеспечивает скорость передачи в беспроводном канале от 0.3 до 50 кбит/с. Протокол предусматривает разделение как по классам устройств, так и по адаптивной скорости передачи.

В LoRaWAN предусмотрена защита на физическом и программном уровне. Переносимые данные между умным устройством и приложением шифруются ключом длиной по стандарту AES128 либо на уровне приложения (ключ AppSKey), либо на уровне сети (ключ NwkSKey).

Несмотря на недостатки и ограничения технологии LoRa, она во многом превосходит другие технологии «Интернета вещей», в таких как энергопотребление, стоимость контроллеров и количество одновременных соединений.

Список использованных источников:

1. Giancarlo Fortino, Carlos E. Palau, Antonio Guerrieri: Interoperability, Safety and Security in IoT: Third International Conference // Springer – 2017 – 165 с.
2. Pradeeka Seneviratne Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks // Apress – 2019 – 308 с.
3. <https://www.digikey.com/en/maker/blogs/introduction-to-lora-technology>
4. <https://medium.com/coinmonks/lpwan-lora-lorawan-and-the-internet-of-things-aed7d5975d5d>