

УДК 378

## LORAWAN ДЛЯ БУДУЩЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ IOT

С.П. Гулжанова

*Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана,  
г. Ашхабад*

LoRaWAN — одна из перспективных технологий LPWAN, которая обеспечивает связь с низким энергопотреблением, низкой стоимостью, большим радиусом действия и низкой скоростью передачи данных. Система связи LoRaWAN состоит из конечных устройств LoRa, шлюзов LoRa, сетевых серверов и приложений LoRa. Тысячи конечных устройств LoRa подключены к шлюзам, которые в свою очередь подключены к сетевому серверу.

LoRa — это реализация физического уровня LoRaWAN и запатентованная технология модуляции с расширенным спектром, запатентованная Semtech. Она продвигается LoRa Alliance. Она модулирует сигналы в диапазоне SUB-GHz Industrial Scientific and Medical (ISM) (нелицензируемый диапазон ISM), который имеет ограничения регулярности в различных регионах. LoRa использует технологию модуляции с расширенным спектром (CSS) сжатого высокоинтенсивного радиолокационного импульса со встроенной прямой коррекцией ошибок (FEC), которая помогает уменьшить помехи, вызванные разной скоростью передачи данных.

LoRa сталкивается со всплеском помех при передаче данных. Эти помехи контролируются выбором подходящего CR. Возможные настройки для CR: 4/5, 4/6, 4/7 или 4/8. Более высокая защита может быть достигнута при более высоком CR, но с компромиссом по времени в эфире пакета. Самая надежная настройка CR: 4/8. Радиостанции с разными CR могут общаться друг с другом одновременно, поскольку CR явно указан в заголовке пакета.

При проектировании LoRa особое внимание уделялось следующим функциональным возможностям/матрицам: масштабируемость, пропускная способность, покрытие, устойчивость к многолучевому распространению, энергосбережение и низкая стоимость.

Масштабируемость LoRa можно определить как максимальное количество конечных устройств, подключенных к одному шлюзу. Для измерения масштабируемости LoRa исследователи используют различные математические модели и инструменты моделирования для теоретического и экспериментального анализа соответственно.

Одной из основных проблем масштабируемости является ограничение регулярности, то есть наличие безлицензионных диапазонов в определенном регионе.

Большинство проведенных исследований посвящены масштабируемости, рассматривая только одну ячейку или один сток для своих экспериментов, необходимо рассмотреть масштабируемость для нескольких стоков / нескольких ячеек.

Надежность и ее влияние на масштабируемость также являются важной областью для исследований в этой области. Как мы знаем, масштабируемость может быть затронута, если мы увеличим пакеты подтверждения. Это увеличит трафик, что приведет к потере пакетов, что в конечном итоге повлияет на масштабируемость.

Заключение: LoRaWAN commination считается лучшим кандидатом для будущей реализации IoT из-за его многообещающих характеристик, поскольку он обеспечивает связь с низким энергопотреблением, низкой стоимостью, большим радиусом действия и низкой скоростью передачи данных. В этой статье рассматривается современное состояние LoRaWAN с учетом его реализации на физическом и MAC-уровне. Масштабируемость, покрытие, оптимизированный выбор параметров для работы с различными решениями IoT, энергопотребление, пропускная способность, надежность и безопасность считаются основными областями исследований, которые привлекают исследователей для их будущей работы.