



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ ==

DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2024.1.3>

УДК 004.7

ББК 32.972.5



ИНТЕГРАЦИЯ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ LORA WEGA БС 1.2 В IoT-СИСТЕМУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА MQTT

Олег Николаевич Безбожнов

Аспирант, кафедра телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
bezbozhnov.oleg@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Александр Игоревич Трофимов

Студент, кафедра телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
trofimov.a.i@icloud.com
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Владимир Генрихович Окунев

Студент, кафедра телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
vova.okunev25@gmail.com
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлен обзор и краткое описание разработки в области создания мультипротокольных IoT-систем. Также приведен пример решения задачи интеграции оборудования стандарта LoRaWAN в IoT-систему, использующую протокол MQTT.

Ключевые слова: интернет вещей, IoT, LoRaWAN, MQTT, сети с низким потреблением энергии, LPWA.

В настоящее время наблюдается устойчивый рост количества IoT-устройств, подключенных к сети. Анализ имеющихся тенденций свидетельствует о росте количества подключений IoT-устройств, при этом количество подключений не-IoT-устройств остается довольно статичным (рис. 1).

Современным системам интернета вещей (IoT) требуются надежные и эффективные протоколы связи для взаимодействия узлов. Одними из распространенных стандартов, на сегодняшний день, являются LoRaWAN и MQTT. Они получили широкое распространение в сфере IoT благодаря дальности связи и энергоэффективности. Наличие протоколов, способных эффективно работать в условиях ограниченной пропускной способности и низкого энергопотребления, создает задачу интеграции их функциональных возможностей для обеспечения скорости передачи данных и качества обслуживания.

Актуальность данного исследования заключается в том, что интеграция базовой станции, работающей на технологии LoRaWAN, в системы, использующие протокол MQTT, позволит совместить преимущества обеих технологий для увеличения масштабируемости, гибкости и облегчения разработки IoT-решений.

Спецификация LoRaWAN (Long Range WAN) представляет собой сетевой протокол LPWA (Low Power, Wide Area) с низким энергопотреблением, предназначенный для беспроводного подключения устройств, работающих

с преимущественно использованием автономных источников питания (батарей), к Интернету в региональных, национальных или глобальных сетях и ориентированный на ключевые требования интернета вещей (IoT), такие как двунаправленная связь, сквозная безопасность, услуги по мобильности и локализации [3].

Сетевая архитектура LoRaWAN представляется в виде топологии «звезда из звезд», в которой шлюзы ретранслируют сообщения между конечными устройствами и центральным сетевым сервером. Шлюзы подключены к сетевому серверу через стандартные IP-соединения и действуют как прозрачный мост, просто преобразуя RF-пакеты в IP-пакеты и наоборот. Беспроводная связь использует преимущества характеристик большого радиуса действия физического уровня LoRaO, обеспечивая связь в один переход между конечным устройством и одним или несколькими шлюзами. Все режимы поддерживают двунаправленную связь, и существует поддержка групп многоадресной адресации для эффективного использования спектра во время таких, например, задач, как обновление встроенного ПО воздуху (FOTA) или другие виды массовых рассылок сообщений [4].

Стандартная архитектура LoRaWAN состоит из следующих элементов, представленных на рисунке 2: конечные устройства (датчики, актуаторы и др.), шлюз, сетевой сервер, сервер приложений (может удаленно контролировать работу оконечных узлов и собирать необходимые данные с них).

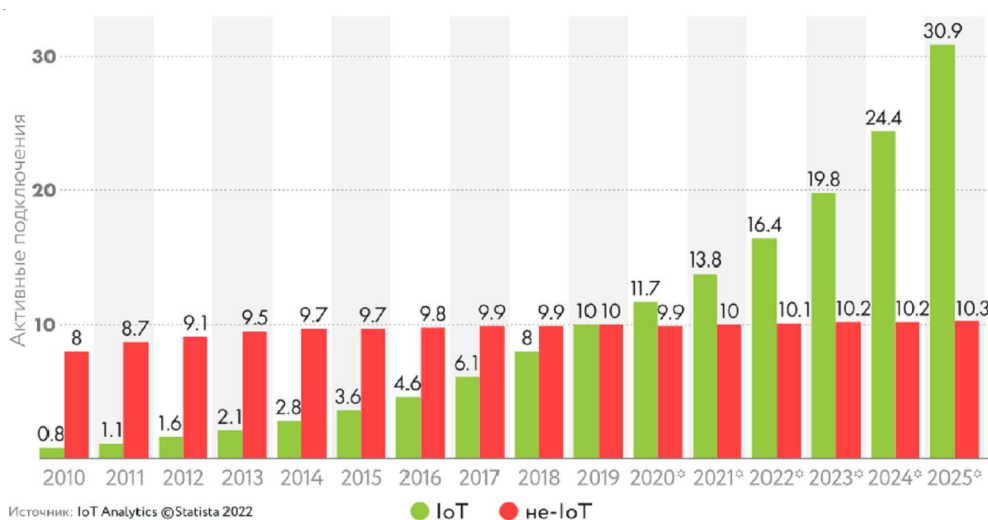


Рис. 1. Количество активных IoT-подключений на 2010–2025 гг.

Конечным устройством LoRaWAN может быть датчик и/или исполнительный механизм. Часто они работают от аккумулятора. Предназначены для осуществления управляющих и измерительных функций. Эти конечные устройства подключаются к сети LoRaWAN по беспроводной сети через шлюзы с использованием радиочастотной модуляции LoRa [5].

Шлюз – это устройство, которое принимает данные от оконечных устройств с помощью радиоканала и передает их в транзитную сеть, в качестве которой могут выступать Ethernet, WiFi, сотовые сети и любые другие телекоммуникационные каналы. Каждый шлюз зарегистрирован (с использованием настроек конфигурации) на сетевом сервере LoRaWAN. Шлюз и оконечные устройства образуют топологию типа «Звезда».

Сетевой сервер управляет шлюзами, конечными устройствами, приложениями и пользователями во всей сети LoRaWAN.

Сервер приложений обрабатывает сообщения данных, относящиеся к конкретному приложению, полученные от конечных устройств. Он также генерирует все полезные данные нисходящего канала прикладного уровня и отправляет их подключенным конечным устройствам через сетевой сервер. В сети LoRaWAN может быть более одного сервера приложений. Собранные данные можно интерпретировать, применяя такие методы, как машинное обучение и искусственный интеллект, для решения бизнес-задач.

Типовая архитектура сети LoRAWAN представлена на рисунке 3.

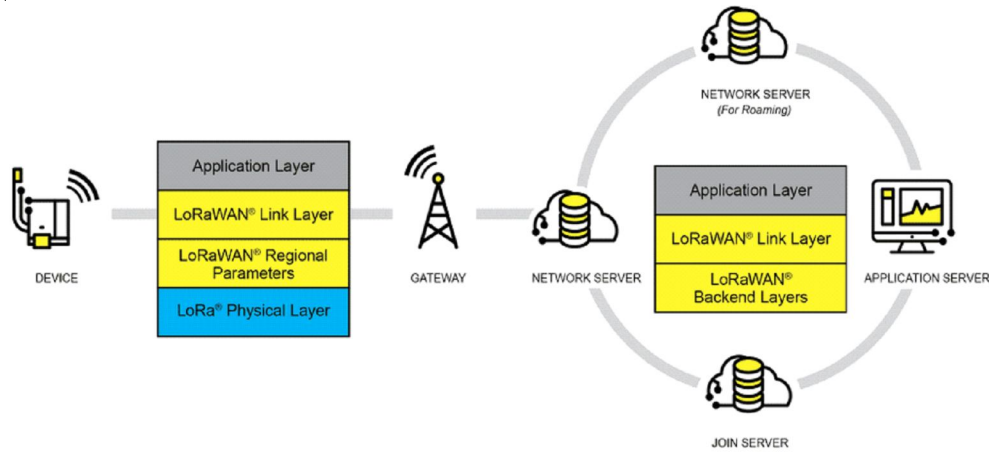


Рис. 2. Сетевая архитектура LoRaWAN (lora-alliance.org)

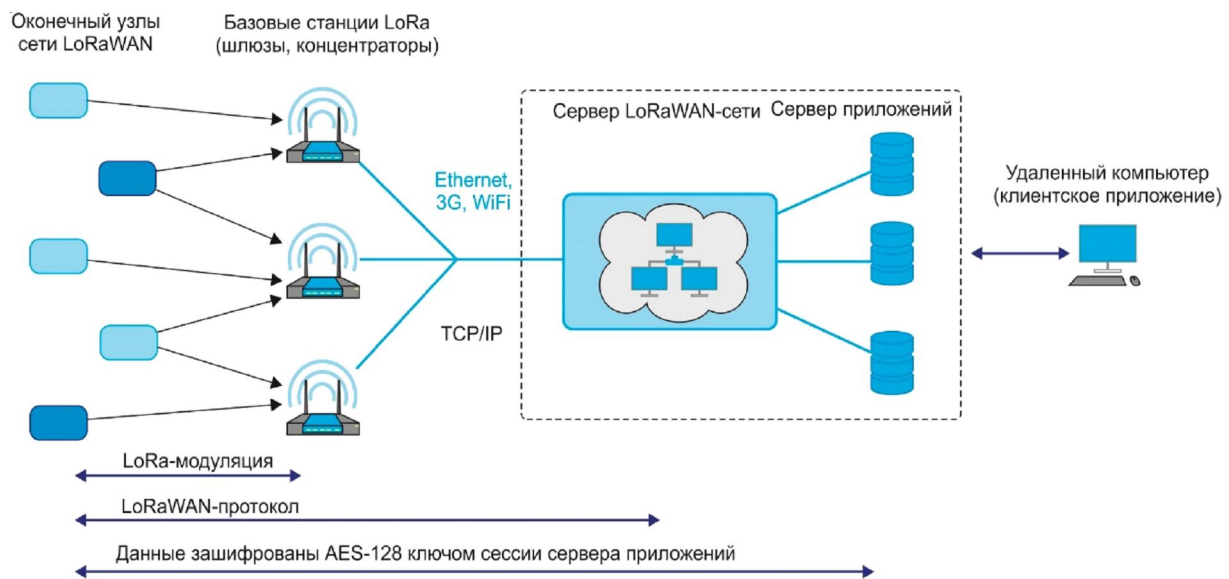


Рис. 3. Типовая архитектура сети LoRaWAN

MQTT – это транспортный протокол передачи сообщений, работающий по принципу подписчик / издатель основан на архитектуре клиент-сервер. Используется в ситуациях, когда среда распространения ограничена, объем передаваемых данных небольшой и необходима высокая пропускная способность сети.

Протокол работает по поверх протокола TCP/IP, который обеспечивает упорядоченные двунаправленные соединения без потерь. Его функции включают:

1) использование шаблона публикации / подписки сообщений, который обеспечивает распределение сообщений «один ко многим» и разделение приложений;

2) транспорт обмена сообщениями, который не зависит от содержимого полезной нагрузки;

3) обеспечение трех уровней качества обслуживания (QoS) для доставки сообщений:

– QoS 0 – «не более одного раза», когда сообщения доставляются в соответствии с максимальными усилиями операционной среды. Возможна потеря сообщений. Этот уровень может использоваться, например, с данными датчика окружающей среды, где не имеет значения, будет ли потеряно отдельное показание, поскольку следующее будет опубликовано вскоре после этого;

– QoS 1 – «по крайней мере один раз», когда сообщения обязательно будут приходить, но могут возникать дубликаты;

– QoS 2 – «ровно один раз», когда сообщения гарантированно поступают ровно один раз. Этот уровень может использоваться, например, в системах выставления счетов, где дублирование или потеря сообщений могут привести к неправильному начислению платежей;

4) небольшие транспортные издержки и обмен протоколами, сведенные к минимуму для сокращения сетевого трафика;

5) механизм уведомления заинтересованных сторон при возникновении аварийного отключения.

В протоколе MQTT данные представляются в виде битов, двухбайтовых, четырехбайтовых целых чисел и строк в кодировке UTF-8.

Базовая станция Vega BC 1.2 предназначена для развертывания сети LoRaWAN на частотах диапазона 863–870 МГц. Базовая станция – это центральный элемент построе-

ния сети на основе технологии LoRaWAN и работает по принципу прозрачного шлюза между конечными устройствами и сетевым сервером [2].

Питание базовой станции и сообщение с сервером осуществляется через канал Ethernet. Базовая станция Vega BC 1.2 имеет предустановленное встроенное ПО Packet forwarder, на основе операционной системы Linux [1].

Задачей данного исследования является интегрирование базовой станции LoRaWAN Vega BC 1.2 в IoT-систему на основе протокола MQTT. Архитектурная схема интеграции базовой станции в IoT-систему представлена на рисунке 4.

Задача интеграции реализована путем создания программного обеспечения (далее – ПО) на основе алгоритма, блок-схема которого представлена на рисунке 5.

ПО для преобразования данных было разработано с использованием библиотек `Raho MQTT Python client library`, а также СУБД `SQLite3`.

Для практической реализации схемы интеграции выполнены следующие задачи:

1. Построение сети LoRaWAN : установка и настройка сервера IoT Vega Server на ПК, настройка и подключение базовой станции Vega BC 1.2 к серверу, подключение конечных устройств к серверу.

2. Настройка MQTT-брокера (публичный облачный брокер `m6.wqtt.ru`)

3. Настройка MQTT-клиента (приложение `MyMQTT` для android) для связи с брокером.

Процесс интеграции состоит из следующих этапов:

1. Запуск «IoT Vega Server».
2. Включение базовой станции Vega BC 1.2.
3. Включение счетчика импульсов СИ-12.
4. Включение web-приложения «Admin Tool».
5. Подача сигналов на Vega BC 1.2.
6. Запуск MQTT-брокера (`m6.wqtt.ru`).
7. Запуск ПО преобразования данных.
8. Запуск MQTT-клиента `MyMQTT` для android, получение данных.

При выполнении пункта 4, необходимо произвести авторизацию. Во вкладках «Gateways» и «Devices» удостовериться, что базовая станция имеет статус «Активный», а Vega BC 1.2 отправляет пакеты на сервер.

Выполнение пункта 6 осуществляется авторизацией на сайте wqtt.ru, после чего MQTT-брокер будет автоматически запущен.

Выполнение пункта 7 осуществляется запуском ПО преобразования данных. В ходе работы ПО производится выборка строк таблицы

«rawdata», подключение к MQTT-брокеру и отправка отобранных данных на MQTT-брокер.

Выполнение пункта 8 осуществляется авторизацией в приложении «МуMQTT». В результате выполненных действий, указанных

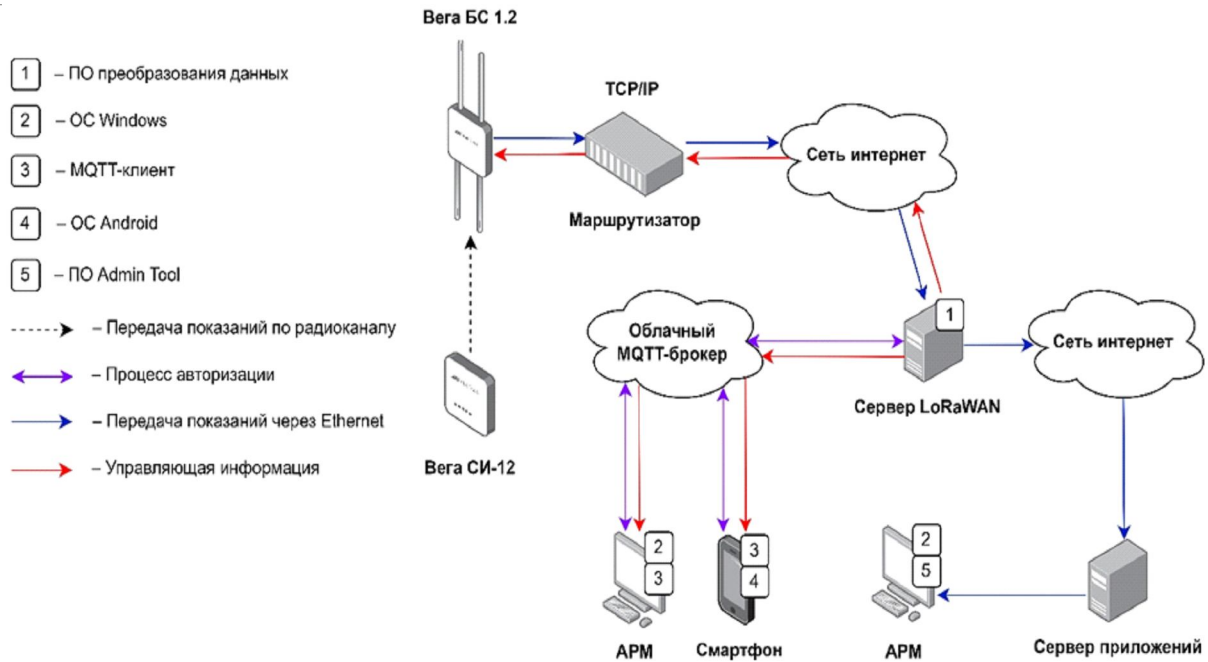


Рис. 4. Архитектурная схема интеграции



Рис. 5. Блок-схема алгоритма интеграции Vega BC 1.2 в IoT-систему на базе протокола MQTT

выше, при запуске MQTT-клиента и выполненной авторизации, во вкладке Dashboard, представленной на рисунке 6, будут отображаться, отправленные ПО преобразования данных, сообщения.

Таким образом, была выполнена задача по интеграции базовой станции стандарта LoRaWAN в IoT-систему на основе протокола MQTT, что дает возможность построения IoT-систем с расширенными функциональными возможностями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базовая станция ВЕГА БС. Руководство по эксплуатации // Вега-Абсолют : офиц. сайт. – Электрон. тестовые дан. – Режим доступа: <https://iotvega.com/product/bs01-2>. – Загл. с экрана.

2. ВЕГА СИ-12. Руководство по эксплуатации // Вега-Абсолют : офиц. сайт. – Электрон. тестовые дан. – Режим доступа: <https://iotvega.com/product/si12>. – Загл. с экрана.

3. ПНСТ 516-2021. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Информационные технологии. Интернет вещей. Спецификация LoRaWAN RU // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Электрон. тестовые дан. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200177821>. – Загл. с экрана.

4. Спецификация LoRaWAN. Введение. Основные понятия и классы оконечных устройств // Хабр. – Электрон. тестовые дан. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/316954/>. – Загл. с экрана.

5. LoRaWAN Specifitaion. – Electronic text data. – Mode of access: https://cdn.compacttool.ru/downloads/lorawan1_0_2-20161012_1398_1.pdf. – Title from screen.

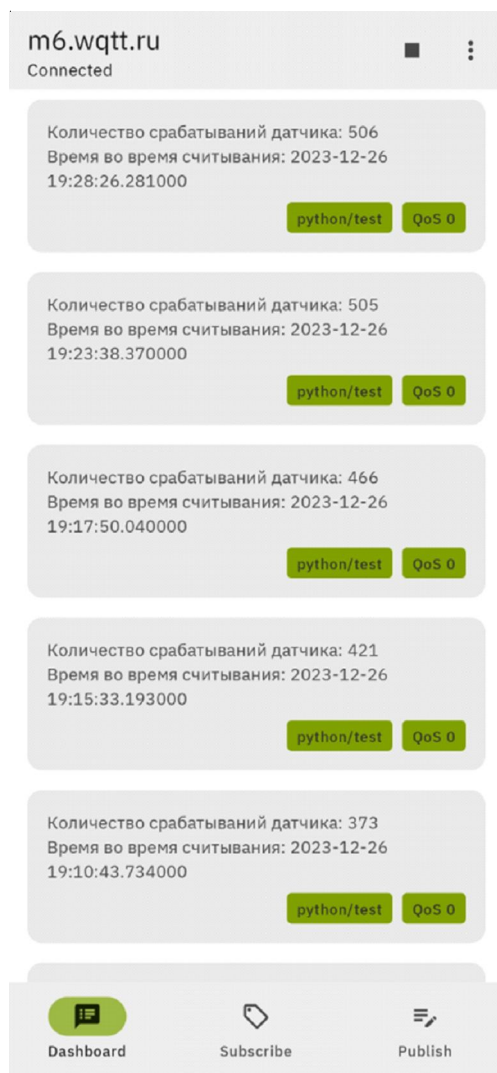


Рис. 6. Результат интеграции: полученные MQTT-клиентом сообщения, переданные датчиком СИ-12, подключенным к LoRaWAN Vega БС 1.2

REFERENCES

1. Bazovaja stancija VEGA BS. Rukovodstvo po ekspluatácii [Base Station VEGA BS. Operation Manual]. *Vega-Absolut: ofits. sait* [Vega-Absolute. Official Site]. URL: <https://iotvega.com/product/bs01-2>
2. VEGA SI-12. Rukovodstvo po ekspluatácii [VEGA SI-12. Operation Manual]. *Vega-Absolut: ofits. sait* [Vega-Absolute. Official Site]. URL: <https://iotvega.com/product/si12>
3. PNST 516-2021. Predvaritelnyj nacionalnyj standart Rossijskoj Federacii. Informacionnye tehnologii. Internet Veshhej. Specifikacija LoRaWAN RU [PNST 516-2021. Preliminary National Standard of

the Russian Federation. Information Technologies. Internet of Things. Specification LoRaWAN RU]. *Elektronnyj fond pravovyh i normativno-tehnicheskikh dokumentov* [Electronic Fund of Legal and Normative-Technical Documents]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177821>

4. Specifikacija LoRaWAN. Vvedenie. Osnovnye ponjatija i klassy okonechnyh ustrojstv [LoRaWAN Specification. Introduction. Basic Concepts and Classes of Terminal Devices]. *Habr*. URL: <https://habr.com/ru/articles/316954/>

5. *LoRaWAN Specifitaion*. URL: https://cdn.compactool.ru/downloads/lorawan1_0_2-20161012_1398_1.pdf

INTEGRATION OF THE LORA VEGA BS 1.2 BASE STATION INTO THE IoT SYSTEM USING THE MQTT PROTOCOL

Oleg N. Bezbozhnov

Postgraduate Student, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
bezbozhnov.oleg@volsu.ru
Prosp. Universitetsky 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Alexander I. Trofimov

Student, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
trofimov.a.i@icloud.com
Prosp. Universitetsky 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Vladimir G. Okunev

Student, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
vova.okunev25@gmail.com
Prosp. Universitetsky 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Abstract. Currently, there is a steady increase in the number of IoT devices connected to the network. An analysis of existing trends indicates an increase in the number of IoT device connections. Modern Internet of Things (IoT) systems require reliable and efficient communication protocols for node interaction. One of the most common standards today is LoRaWAN and MQTT. They have become widespread in the field of IoT due to their range of communication and energy efficiency. The availability of protocols capable of operating efficiently in conditions of limited bandwidth and low power consumption creates the task of integrating their functionality to ensure data transfer speed and quality of service. The relevance of this study lies in the fact that the integration of a base station powered by LoRaWAN technology into systems using the MQTT protocol will combine the advantages of both technologies to increase scalability and flexibility and facilitate the development of IoT solutions. As a result, the task of integrating a LoRaWAN base station into an IoT system based on the MQTT protocol was fulfilled, which makes it possible to build IoT systems with extended functionality.

Key words: Internet of Things, IoT, LoRaWAN, MQTT, low power networks, LPWA.