

РАЗРАБОТКА СЕРВИСНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГИ УМНОГО УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT STREET LIGHTING SERVICES MODEL BASED ON LORA TECHNOLOGY

**M. Muthanna
Yu. Lyachek
M. Muthanna
V. Abdullah**

Summary. The work is developing a model for the provision of smart street lighting services. The implementation of such a service will allow the municipality to receive significant savings in budget funds spent now on city street lighting. The paper analyzes wireless technologies with low power consumption and long range. The organization's concept was identified, which allows implementing the provision of "smart street lighting" services, including the selection of active equipment, the general network organization scheme, as well as its implementation option, and a network segment was constructed using the LoRa wireless technology selected earlier.

Keywords: model, "smart" street lighting, wireless technologies, LoRa technology, network diagram, equipment selection, test results.

Мутанна Мохаммед Салех Али

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
muthanna@mail.ru

Лячек Юлий Теодосович

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
ytlyachek@mail.ru

Мутанна Мохаммед Манеа Ахмед

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет
mmutanna@hotmail.com

Абдулла Вадхах Ахмед Мутханна

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет
wadhahabdullah1990@gmail.com

Аннотация. В работе осуществляется разработка модели предоставления услуги «умного» уличного освещения. Реализация такой услуги позволит муниципалитету получить значительную экономию бюджетных средств, затрачиваемых сейчас на городское освещение улиц. В работе анализируются беспроводные технологии с низким энергопотреблением и дальним радиусом действий. Была определена концепция организации, позволяющая реализовать предоставления услуги «умного» уличного освещения, включающая в себя, выбор активного оборудования, схему общей организации сети, а также ее вариант реализации, также проведено тестирование сегмента сети, построенного с использованием выбранной ранее беспроводной технологии LoRa.

Ключевые слова: модель, "умное" уличное освещение, беспроводные технологии, технология LoRa, схема сети, выбор оборудования, результаты тестирования.

Введение

В основе концепции умного города лежит идеология интеллектуализации управления городом. Город становится «умным», когда предоставляет информацию о протекающих в нем процессах, на основе анализа которой принимаются определенные решения и действия с целью сделать город более удобным, безопасным и комфортным для жителей. В идеале город должен подстраиваться под потребности каждого участника городской жизни и становиться более персонализированным. Концепция такого города подразумевает применение новых технологий в строительстве

зданий и сооружений, использование новых материалов, трансформацию методологии и процессов управления городом, применение современных информационных технологий для повышения эффективности [1], [2]. Если рассматривать концепцию такого города с точки зрения информационных технологий, то она основана на обмене данными между объектами городской инфраструктуры, жителями, представителями городской администрации, сотрудниками организаций, работающих в сфере городского хозяйства, контрольно-надзорными службами. Анализ данных, которыми обмениваются участники городской среды, при помощи автоматизированных систем предоставляет возможность осуществ-

влять оперативное реагирование и интерактивное изменение инфраструктуры под запросы жителей. Таким образом, формируется единая информационная среда умного города. На сегодняшний день некоторые города в различных странах постепенно начинают становиться «умными», внедряя в свою среду информационные технологии [3].

Не только в России, но и в мире до сих пор нет единого стандарта для передачи данных в сетях интернета вещей. Поэтому при выборе, по какому из них следует организовать работу сети, пришлось рассмотреть большинство беспроводных технологий интернета вещей. В результате проведенного анализа в качестве транспорта данных от периферийных IoT-устройств была выбрана LoRa по следующим причинам.

LoRaWAN обладает уникальным сочетанием дальности связи с энергоэффективностью. Конечные LoRa-устройства могут передать информацию на расстояния до 15 километров от базовой станции, используя мощность передачи не превышающую 25 милливатт. Для сравнения, мощность излучения смартфонов, которые широко используются в быту в 8 раз больше. Канал, соединяющий конечные устройства с узлом доступа оператора связи (“последнюю милю”), построенный на LoRaWAN, можно охарактеризовать тремя чертами: «далеко — долговременно — автономно — экономично» [4], [5]. В работе рассматривается возможности применения технологии LoRa для обеспечения автоматической освещенности улиц города.

Общая схема предоставления услуги «умного» уличного освещения

Базовая станция (шлюз) для LoRaWAN состоит из двух элементов. Первый элемент — маршрутизатор, который имеет WAN порты для связи с облачным IoT-сервером. Вторыми элементами базовой станции являются интерфейсные модули, для связи с которыми используются LAN порты. В качестве маршрутизатора в нашем случае был выбран маршрутизатор Cisco IR829. Эта модель имеет 4 порта LAN10/100/1000 Ethernet, каждый из которых поддерживает протокол PoE/PoE+. Для WAN возможна установка SFP модуля, либо работа через беспроводные интерфейсы 3G/4GLTE и Wi-Fi 802.11b/g/n, что позволяет создать дополнительные резервные беспроводные каналы. Маршрутизатор поддерживает программное обеспечение Cisco IOS, компактен и предназначен для работы в неблагоприятных условиях.

В системах интеллектуального управления уличным освещением можно выделить следующие составляющие [6]:

Сеть передачи данных, связывающая городские фонари с центральным сервером и между собой. Сеть дуплекса поделена на два участка. Первый участок расположен между конечными устройствами и шлюзом, который агрегирует данные со всех близлежащих устройств. Этот участок построен на основе беспроводной технологии дальнего действия с низким энергопотреблением. Для реализации проекта возможно использование всех трёх типов (классов) конечных устройств, которые существуют в технологии LoRa (A, B и C, отличающиеся друг от друга режимами приема). Выбор того или иного типа зависит от конкретных требований, предъявляемых к конечному устройству. При этом все эти устройства являются двунаправленными. Класс A является базовым и поддерживается всеми устройствами. Это:

- ◆ интеллектуальные LED-лампы (умные уличные фонари) (рис. 1, а), способные динамически изменять интенсивность светового потока. Эти лампы оснащены датчиками движения, фотодатчиками, специализированными сенсорами, блоками передачи данных и контроллером, которые обеспечивают общую работу всех модулей. Общее описание устройства представлено ниже;
- ◆ блок передачи данных, как уже говорилось выше, работает по технологии LoRa. Возможно использование устройств класса C, которые в любое время могут принимать от контроллера команды, так как на опоре можно обеспечить постоянное питание от электрической сети, а аккумуляторы в этом случае используются как резервные источники питания.
- ◆ датчик движения, собирающий данные, на основании которых принимаются решения о режиме работы уличных фонарей. Он может быть размещён на фонарном столбе или удалённо (рис. 1, б). В этом случае датчик может являться вспомогательным или дублирующим по отношению к датчику, расположенному непосредственно на опоре, либо являться основным, полностью заменяя функционал датчика, закреплённого на фонарном столбе. Само оконечное устройство в данном варианте будет состоять из датчика, реагирующего на присутствие человека, например, датчика движения и/или фотосенсора и модуля, ответственного за передачу данных. В этом случае более рационально будет использование модулей класса A или B, так как возможность сетевого питания будут ограничены.
- ◆ центр мониторинга строится на базе IoT-платформы. Подобный центр позволяет управлять уличным освещением централизованно, что облегчает работу эксплуатационных и технических служб. Такая организация позволяет системе автоматически регулировать яркость фонарей, ориентируясь на погодные условия (дождь,

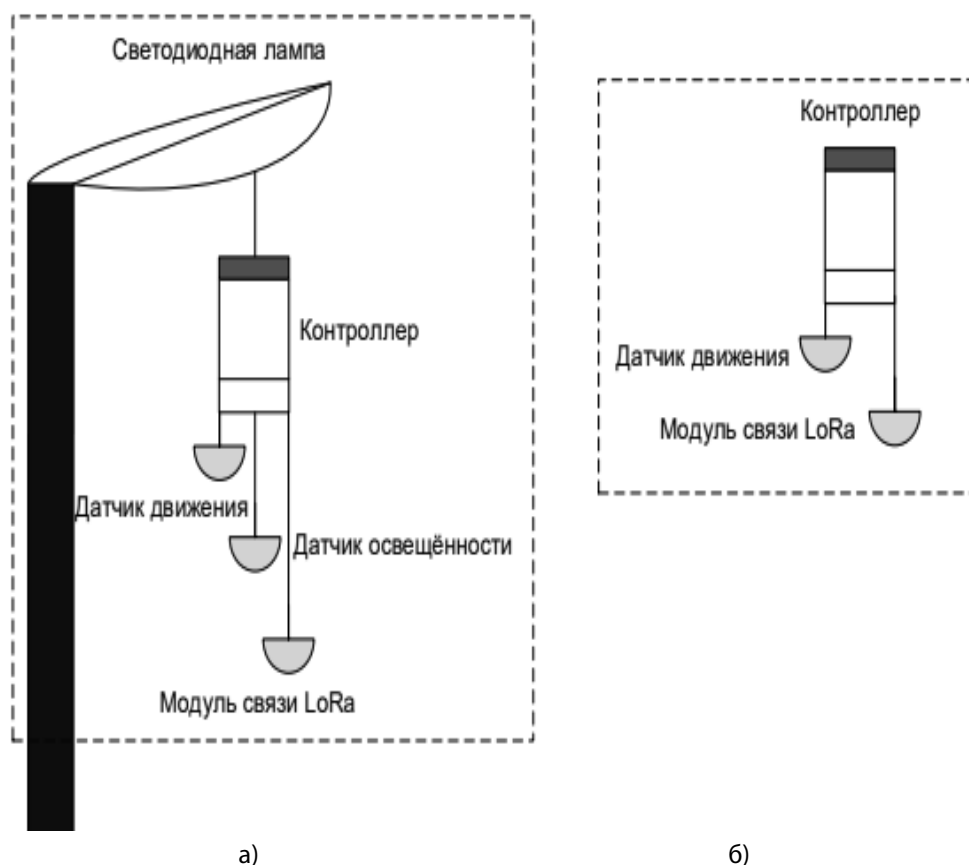


Рис. 1
 а) — «умного» уличного фонаря и
 б) — удалённого модуля

метель, туман, яркое свечение луны и т.п.), и задавать график автоматического включения/выключения освещения в отдельных районах города.

Схема взаимодействия устройств в случае срабатывания датчика движения или фотодатчика, расположенных непосредственно на фонарном столбе: свет включается в соответствии с заранее заложенными в контроллер алгоритмами, информация об этом отправляется на базовую станцию, а оттуда в мониторинговый центр. В случае срабатывания датчика на удалённом модуле, модуль отправляет данные о срабатывании на базовую станцию, которая отправляет данные о срабатывании в мониторинговый центр и после получения ответа, отправляет команду на необходимый фонарь. Это реализация классической топологии «Звезда» должна предоставляться таким образом, чтобы уличные фонари включались до того, как пешеходы приходят, и выключались или уменьшали мощность, когда никого нет с помощью распределенной сети датчиков. На рис. 2 изображена схема включения фонаря после обнаружения движения удалённым модулем.

В работе приводятся результаты эксперимента для проведения оценки технологии LoRa сети на участке между конечным устройством и шлюзом. Эксперимент состоял из двух частей. В первой части эксперимента была выполнена передача сообщений разных размеров в условиях городской среды и, соответственно, высокого уровня помех. Во второй части тестировалась передачи данных с использованием технологии LoRa на открытой местности. Для проведения эксперимента на базе одноплатного компьютера RaspberryPi были собраны два трансивера LoRa. В качестве передающих блоков были использованы модули компании Unwired Devices — Unwired Range, которые построены на основе радиочипа SX1276 компании Semtech и микроконтроллера STM32L.

Измерения проводились при разнесении приёмника и передатчика на разные расстояния друг от друга. Скорость передачи данных для всех случаев была фиксирована и составляла 11 кбит/с. Скорость отправки сообщения с конечного устройства равнялась одному сообщению в секунду. Полоса пропускания равнялась 250 кГц. Размер сообщения во всех случаях был равен 58 байт.

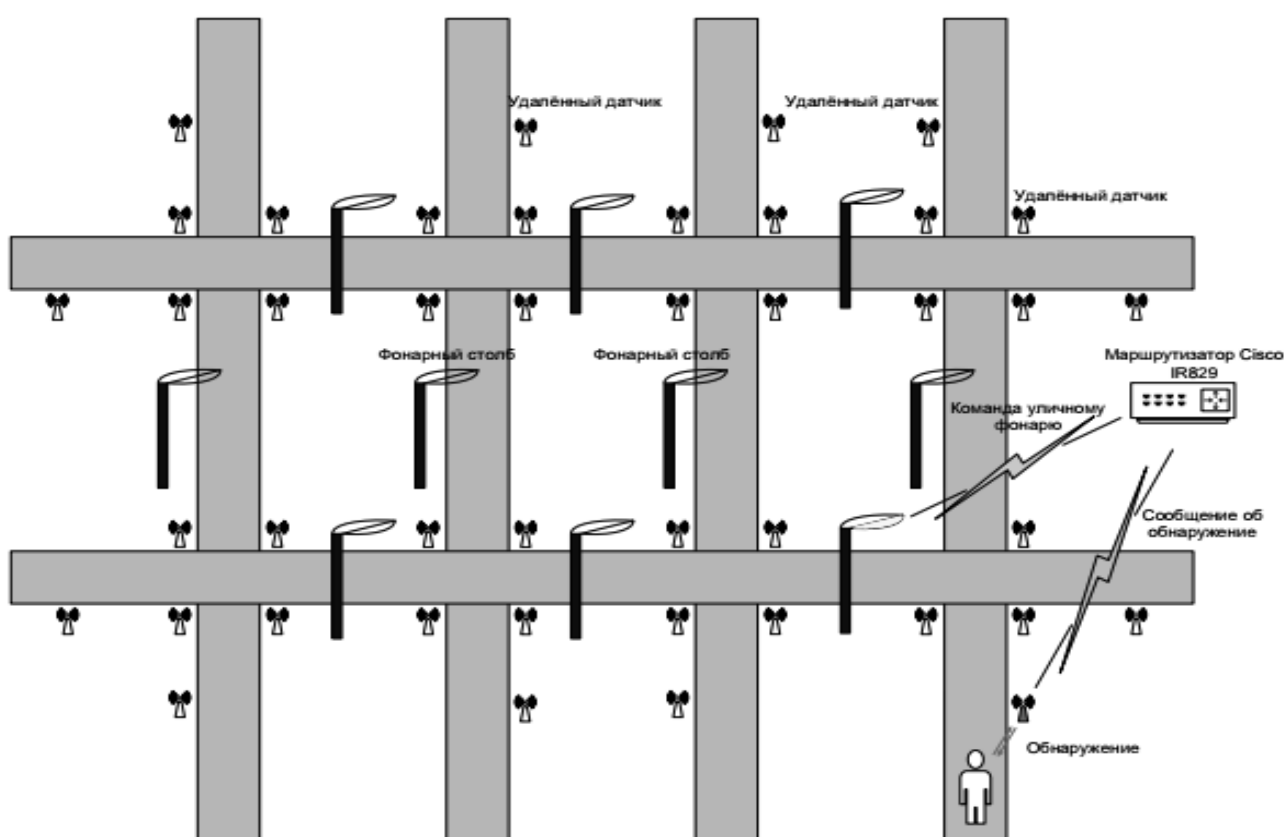


Рис. 2. Схема включения фонаря после обнаружения движения удалённым модулем

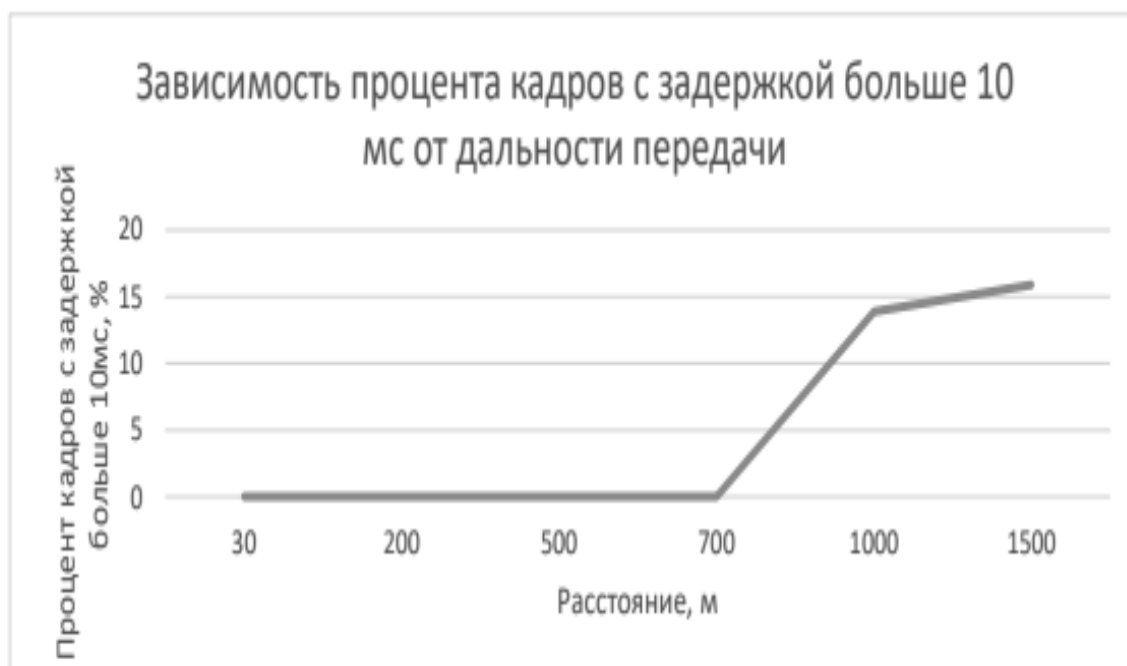


Рис. 3. График зависимости процента кадров с задержкой больше 10 мс от расстояния между приёмником и передатчиком

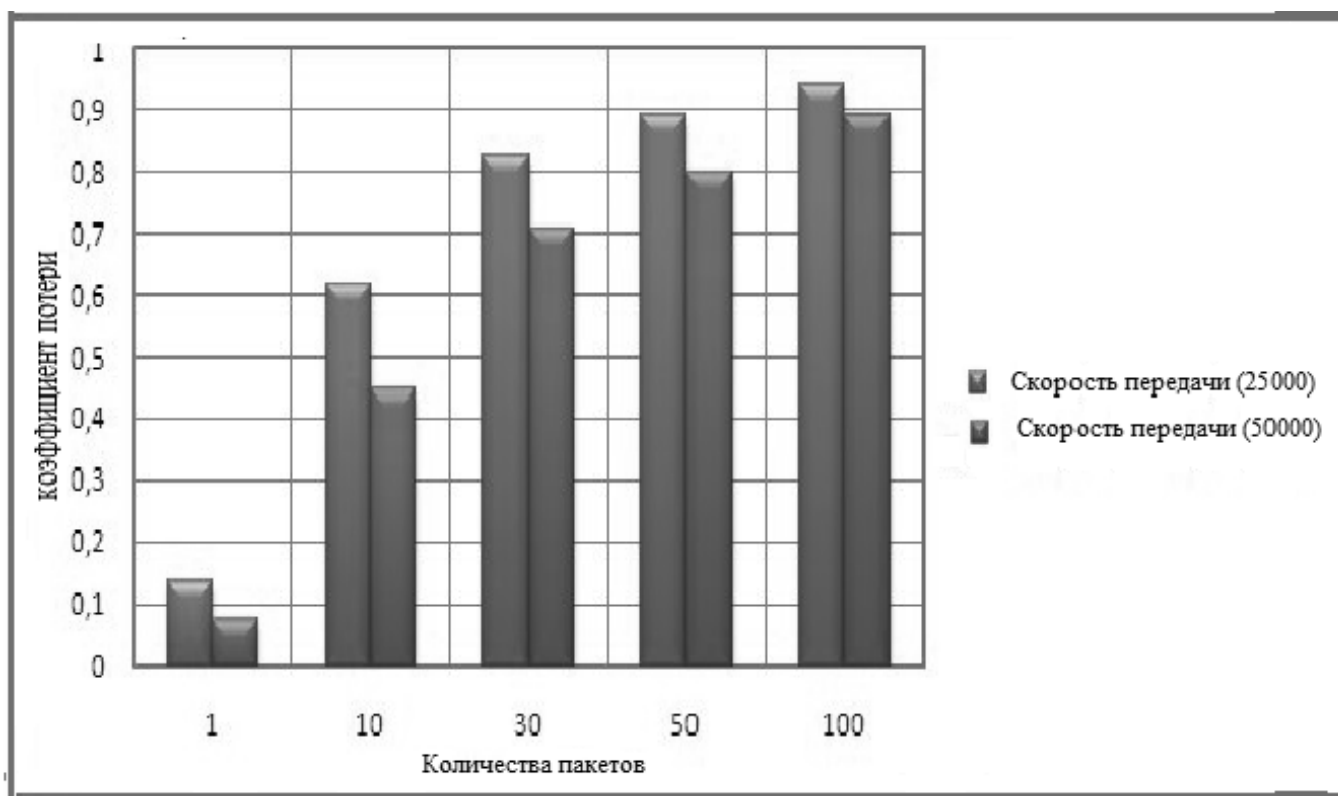


Рис. 4. Зависимости коэффициента потерь от количества пакетов

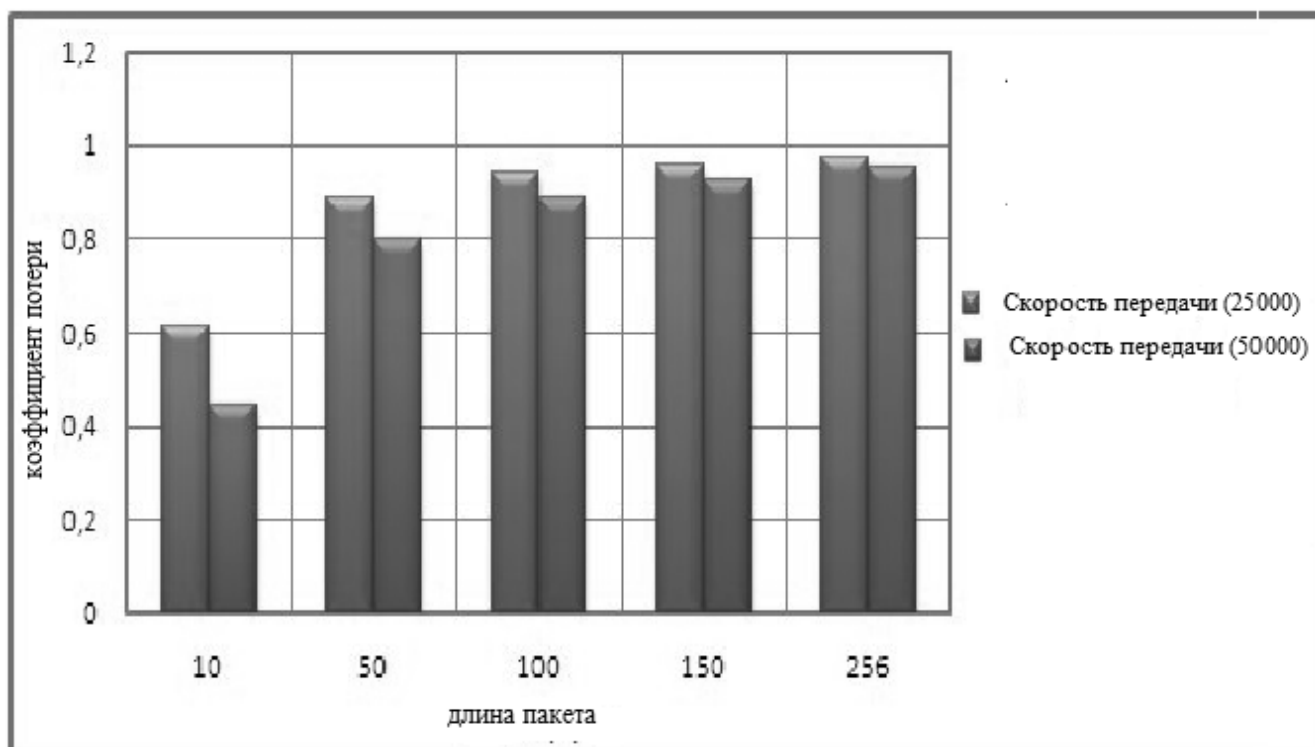


Рис. 5. Зависимость коэффициента потерь от длины пакета

График зависимости процента сообщений с задержкой больше 10 мс от расстояния передачи приведен на рис. 3.

Имитационное моделирование сети **LoRa**. В работе разработана имитационная модель фрагмента сети на базе технологии LoRa для выявления особенностей сети в условиях большого количества абонентских устройств. В качестве примера в данной работе рассмотрена «умная» уличная освещенность в городе.

В Рис. 4 показана Зависимости коэффициента потерь от количества пакетов и в рис. 5 показана Зависимость коэффициента потерь от длины пакета. Полученные результаты можно использовать при проектировании сетей на базе технологии LoRa в условиях города

Выводы

1. Разработана модель предоставления новой услуги «умного» уличного освещения. Выбрано активное оборудование, предложен вариант общей организации физической сети, а также ее

логический вариант реализации в рамках унифицированной сервисной модели, которая может быть успешно использована в условиях умного города.

2. Проведено тестирование сегмента сети, построенного с использованием выбранной ранее беспроводной технологии LoRa, который подтвердил что задержка в сетях LoRa при передаче блоков данных размером, достаточного для инкапсулирования в них информации о срабатывании датчика, крайне мала.
3. Разработана имитационная модель фрагмента сети на базе технологии LoRa для выявления особенностей сети в условиях большого количества абонентских устройств.
4. Реализовав услугу освещения, используя созданную стандартизированную беспроводную технологию физической сети и унифицированную сервисную модель, можно с минимальными вложениями увеличить число предоставляемых услуг в рамках разрабатываемого проекта, добавив, например, анализ загрязнения воздуха, или «умные» мусорные контейнеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fujdiak, R., Masek, P., Mlynek, P., Misurec, J., Muthanna, A. Advanced optimization method for improving the urban traffic management. In: 18th Conference of Open Innovations Association and Seminar on Information Security and Protection of Information Technology (FRUCT-ISPIT), pp. 48–53. IEEE (2016)
2. ISO & IEC. Smart cities: Preliminary Report 2014. ISO/IEC JTC1 Information technology (pdf). International Organization for Standardization
3. Komninos. What makes cities intelligent? // Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition.— Taylor and Francis.— стр. 77.— ISBN978–1135124144.
4. Khakimov A., Muthanna A., Kirichek R., Koucheryavy A., Muthanna M. S.A Investigation of methods for remote control iot-devices based on cloud platforms and different interaction protocols. .Proceedings of the 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) 2017. С. 160–163. «Wi-Fi for the Internet of things gets a name: Wi-Fi HaLow». ComputechTechnologyServicesBlog. Computechtechnologyservices.com.
5. LoRaWAN Specification 1.0: LoRa Alliance, Inc. (2015) [Электронный ресурс] / URL: <http://www.lora-alliance.org/portals/0/specs/LoRaWANSpecification1R0.pdf>
6. Energy and Urban Innovation [Электронный ресурс] / World Energy Council — London, Great Britain, 2010. — 183 стр. — URL: <http://www.worldenergy.org/publications/default.asp>.

© Мутанна Мохаммед Салех Али (muthanna@mail.ru), Лячек Юлий Теодосович (ytlyachek@mail.ru),

Мутанна Мохаммед Манеа Ахмед (mmutanna@hotmail.com), Абдулла Вадхах Ахмед Мутханна (wadhahabdullah1990@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»