

УДК 621.371.3

<https://doi.org/10.31854/2307-1303-2025-13-1-47-58>

EDN: TQUHQG

Моделирование системы автоматического управления уличным освещением с помощью технологии LoRa

Фазылов Д. А., Кравец Е. В.✉

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

Постановка задачи. Управление уличным освещением с использованием современных технологий Интернета вещей связано со стремлением общества к созданию энергоэффективной системы, являющейся частью концепции «умного» города. Основными функциями автоматических систем освещения являются: управление линиями наружного освещения, индивидуальное и групповое диммирование, адаптация освещения под погодные условия, присутствие пешеходов и дорожный трафик. Для реализации задачи управления освещением требуется доступ к каждому светильнику, который может быть реализован на основе беспроводных технологий Интернета вещей. **Целью работы** является расчет параметров системы дистанционного управления уличным освещением. **Используемые методы:** для определения количества базовых станций, необходимых для дистанционного управления светильниками, используется модель распространения радиоволн Окамуры – Хата. Эта модель позволяет определить радиус действия базовой станции в районах с типичной городской застройкой. **Новизна** исследования состоит в том, что проведено сравнение технологий низкоэнергетических сетей с широкой зоной покрытия для задачи управления освещением. Показано, что для повышения емкости сети можно использовать семь частотных каналов для передачи по каналу «вверх» и один фиксированный частотный канал для передачи по каналу «вниз». При этом вероятность доставки пакетов составляет 99 %. **Результат:** представлены результаты планирования сети начального приближения на основе технологии LoRa в системе проектирования RadioPlanner.

Ключевые слова: уличное освещение, Интернет вещей, технология LoRa, «умный» город, «умное» освещение

Актуальность

Городская система освещением представляет собой сочетание различных типов и средств управления. Структура уличного освещения во многих российских городах представляет собой смесь различных систем управления. Обычно оно осуществляется оператором через коммутационное оборудование, установленное в диспетчерском пункте. Одним из основных недостатков дистанционного управления освещением является отсутствие в структуре системы управления инструментов для контроля состояния электрооборудования [1, 2].

Библиографическая ссылка на статью:

Фазылов Д. А., Кравец Е. В. Моделирование системы автоматического управления уличным освещением с помощью технологии LoRa // Информационные технологии и телекоммуникации. 2025. Т. 13. № 1. С. 47–58. DOI: 10.31854/2307-1303-2025-13-1-47-58. EDN: TQUHQG

Reference for citation:

Fazylov D., Kravets E. The Modelling of the System of Automated Street Lighting Control Using LoRa Technology // Telecom IT. 2025. Vol. 13. Iss. 1. PP. 47–58 (in Russian). DOI: 10.31854/2307-1303-2025-13-1-47-58. EDN: TQUHQG

В рамках проекта «Умный город» и национальной программы «Цифровая экономика» в настоящее время активно развивается программа построения комфортной городской среды, направленная в том числе и на создание, развитие и поддержку устойчивого функционирования городского интеллектуального освещения [3, 4].

Автоматизированная динамическая система управления наружным освещением предполагает оснащение каждого светильника модулем, обеспечивающим двустороннюю связь и сбор данных о различных параметрах светильника. Это позволяет автоматизировать контроль, решить задачу управления светильником при помощи встроенного датчика освещенности, отслеживать наличие питания. Разработки в области управления освещением направлены на адаптацию режима работы каждого светильника не только к суточному изменению освещенности, но и к изменчивым природным условиям, городской обстановке, например, наличию на улице пешеходов и автомобильному трафику [4, 5].

В работе [1] рассматривается концепция интеллектуального уличного освещения с учетом масштабируемой архитектуры системы, допускающей увеличение ее функциональности за счет подключения новых устройств. При этом решение направлено на обеспечение значительной экономии электроэнергии по сравнению с традиционными системами уличных светильников. Вопросам создания городской системы управления освещением и общими тенденциями развития «умного города» также посвящена работа [5], в которой основной акцент сделан на архитектуре сети и возможностях использования датчиков движения для управления освещением.

Предполагается, что в дальнейшем система автоматического управления освещением должна легко интегрироваться с другими городскими системами, такими как управление светофорами, парковками, информационными панелями и т. д. [6, 7].

Для создания «умного» города с адаптивной системой освещения необходимо обеспечить обмен данными в режиме реального времени как напрямую, так и через серверы [8, 9]. Анализ источников [9, 10] показывает, что на данный момент на рынке не существует универсального протокола связи, обеспечивающего возможность управления освещением через единый интерфейс пользователя и позволяющего легко масштабировать сеть. Все концепции управления городским освещением предполагают использование технических возможностей Интернета вещей. Система управления основана на взаимосвязи фонарей, данные с которых передаются для обработки и анализа, а также для системы контроля. Это позволяет использовать передовые функциональные возможности беспроводных сетей, что с точки зрения инфраструктуры является важной предпосылкой для создания «умного» города.

Представленная работа ставит перед собой цель провести анализ протоколов и определить параметры автоматической сети управления городским освещением, обеспечивающей передачу данных между светильниками и диспетчерским центром.

Обзор протоколов передачи данных для управления освещением

С развитием Интернета вещей возросла потребность в создании надежных и экономичных сетей связи, которые позволили бы передавать данные на большие расстояния с минимальными затратами энергии. В этом контексте стали популярны сети LPWAN (*аббр. от англ. Low-Power Wide-Area Network* – энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия) с широкой зоной покрытия. Ключевыми аспектами при рассмотрении протоколов сетевого подключения являются дальность, частота и скорость передачи данных.

Для задачи построения «умного» города с потенциальной необходимостью подключения большого количества абонентов, которые могут связываться в произвольный момент времени с системой контроля и управления, необходимо предусмотреть также возможность масштабирования сети. На основании источников [11–13] проведен сравнительный анализ технологий LPWAN, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ технологий LPWAN

Параметры	Технология				
	LoRa	NB-IoT	«Стриж»	Sigfox	Weightless P
Диапазон	ISM	Лицензированный	ISM	ISM	ISM
Частота, МГц	868,8 (Европа) / 915 (США) / 433 (Азия)	700/ 800/ 900	868,8	868,8 (Европа) / 915 (США)	169/ 433/ 470/ 780/ 868/ 915/ 923
Скорость передачи данных, кбит/с	до 50	UL: 1–125 DL: 1–140 Канал «вверх»: 1–125 Канал «вниз»: 1–140	0,05	0,1	до 100
Ширина полосы, кГц	125/250/500	200	0,1	100	12,5
Дальность действия сети в городе, км	до 5	до 3	до 10	до 10	до 2
Автономность, лет	больше 10	до 10	до 10	до 20	3–5
Масштабируемость сети	+	+	+	+	+

В работе [11] для задачи управления городским освещением предпочтение отдается стандарту NB-IoT, который наилучшим образом подходит для приложений, требовательных ко времени задержки и регулярному приему и отправке сообщений. Технология LoRa (*от англ. Long Range*), технология модуляции маломощной сети передачи данных, считается идеальной сетью для решения задач нетребовательных к скоростям передачи и количеству отправляемых данных.

Аналогом технологии LoRa может являться технология «Стриж». Для LoRaWAN характерна низкая степень проприетарности. Это означает, что оборудование и конечные устройства для сети производит несколько десятков производителей, и это позволяет выбрать один из множества вариантов для построения IoT-решений на базе LoRa. «Стриж» использует закрытый протокол, и для работы в этой сети необходимы шлюзы и конечные устройства производства «Стрижа». Такая абсолютная степень проприетарности негативно сказывается как на стоимости устройств, так и на их ассортименте. Еще одним достоинством технологии LoRa является возможности обслуживания нескольких классов устройств и использования радиорелейных и ячеистых сетей, строительстве локальных сетей на предприятиях, стоимости базовых станций (БС), системе поддержки и количеству запущенных сетей [14, 15].

Планирование сети автоматического управления наружным освещением с помощью технологии LoRa

Все БС сети LoRa подключаются к ядру сети посредством стандартных IP-соединений, в то время как все осветительные устройства используют прямое соединение с одной или несколькими БС.

Для расчета радиуса действия БС воспользуемся моделью распространения радиоволн Окамуры – Хата [16, 17]. Эта модель является модификацией модели Окамуры на основе использования эмпирических зависимостей, аппроксимирующих экспериментальные графики Окамуры.

В районах с типичной городской застройкой потери оцениваются по следующей формуле:

$$\lg(R) = \frac{L_{\text{ГОР}} - 74,52 + 26,16 \cdot \lg F - 13,83 \cdot \lg h_{\text{БС}} - 3,2(\lg(1,75 \cdot h_{\text{АС}}))^2}{44,9 - 6,55 \cdot \lg(h_{\text{БС}})},$$

где F – частота сигнала; $h_{\text{БС}}$ – высота подвеса БС; $h_{\text{АС}}$ – высота подвеса антенны конечного устройства; R – радиус действия БС. Результаты расчетов дальности действия представлены в таблице 2. При этом приняты следующие значения: высота БС $h_{\text{БС}} = 30$ м, высота подвеса модуля LoRa на светильнике $h_{\text{АС}} = 6$ м.

В сетях LoRa выделяют три класса устройств (A , B , C), различающихся временными задержками и расписанием передачи данных в эфир [10, 16, 17]. Расчет емкости БС производился для устройств, относящихся к классу A , которые используют метод случайного доступа к каналу. Передача пакетов проис-

ходит в случайный момент времени на случайной частоте. Из-за большого количества устройств в сети на БС может возникнуть коллизия сигналов.

Пропускная способность такой сети (NB) и вероятность потерь (P_L), в зависимости от интенсивности поступления пакетов λ , оценивается по следующим формулам [18]:

$$NB(\lambda) = \lambda \cdot e^{-2\lambda},$$

$$P_L(\lambda) = 1 - e^{-2\lambda}.$$

Таблица 2 – Зависимость радиуса действия БС от коэффициента расширения спектра

	Коэффициент расширения спектра (SF)					
	7	8	9	10	11	12
Теоретический радиус действия БС, км	4,0	4,8	5,6	6,6	7,8	9,2
Радиус действия БС с учетом плотной городской застройки, км	0,66	0,78	0,92	1,1	1,27	1,5

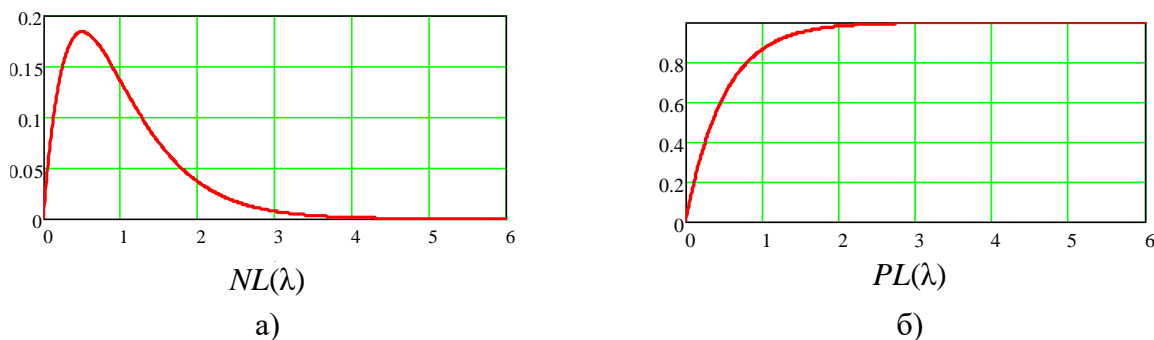


Рис. 1. Зависимость пропускной способности сети (а) и вероятности потерь пакетов (б) от интенсивности поступления пакетов

Анализ зависимостей (рисунок 1) позволяет сделать следующие выводы:

1) максимальная пропускная способность сети достигается при интенсивности поступления пакетов $\lambda = 0,5$ и равняется 0,184, при этом вероятность коллизии составляет 63,2 %;

2) для обеспечения вероятности доставки пакетов 98 % интенсивность поступления пакетов должна составлять не более $\lambda_{98\%} = 0,01$, пропускная способность в этом случае будет равна 0,01.

Предполагается, что конечные устройства передают пакет размером 8 байт полезной нагрузки и 6 байт преамбулы. На основании следующих выражений определим длительность передачи одного пакета данных и количество символов в блоке данных физического уровня $N_{СИМВ}$ [18]:

$$T_{\text{ПАКЕТ}} = (n_{\text{ПРЕАМ}} + 4,25) \cdot \frac{2^{SF}}{BW} + N_{\text{СИМВ}} \cdot \frac{2^{SF}}{BW},$$

$$N_{\text{СИМВ}} = 8 + \text{ceil} \left(\frac{8 \cdot PL - 4 \cdot SF + 28 + 16 \cdot CRC - 20 \cdot H}{4 \cdot (SF - 2 \cdot DE)} \right) \cdot \text{ceil}(CR + 4), \quad (1)$$

где ceil – операция округления до ближайшего большего целого числа; SF – коэффициент расширения спектра; CR – кодовая скорость, $CR = 1$ (в случае отсутствия прямой коррекции ошибок); BW – ширина спектра сигнала; $n_{\text{ПРЕАМ}}$ – количество символов в преамбуле (6 байт); PL – количество байт полезных данных в блоке физического уровня; $PL = 12 + FRM$ – количество байт полезных данных на уровне приложения; $CRC = 1$, когда алгоритм нахождения контрольной суммы включен, когда выключен – $CRC = 0$; $H = 0$, когда передача заголовка включена, и $H = 1$, когда заголовок отсутствует; $DE = 1$, когда оптимизация для низких скоростей передачи включена, и $DE = 0$, когда выключена. Длительность передачи одного пакета данных определена при $BW = 125$ кГц, длине заголовка $n_{\text{ПРЕАМ}} = 6$ байт, $FRM = 8$ байт ($PL = 20$), $CRC = 1$, $DE = 0$ и $CR = 1$.

Выражение (1) также позволяет определить длительность передачи одного пакета, не содержащего полезных данных $T_{\text{ПАКЕТ}(DL)}$, который только подтверждает доставку. Для этого достаточно при расчете $N_{\text{СИМВ}}$ принять $PL = 12$. При передаче 8 байт полезной информации с включенным CRC , наличием заголовка и отсутствием оптимизации для низких скоростей получаем результат, представленный в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость длительности передачи одного пакета данных от коэффициента расширения спектра

	Коэффициент расширения спектра (SF)					
	7	8	9	10	11	12
Длительность передачи одного пакета данных $T_{\text{ПАКЕТ}}$, с	0,055	0,099	0,177	0,354	0,627	1,253
Длительность передачи одного пакета данных, не содержащего полезных данных $T_{\text{ПАКЕТ}(DL)}$, с	0,039	0,078	0,136	0,272	0,545	0,926

Количество пакетов, которые шлюз обслуживает в сутки, определяется выражениями (2), где количество радиочастотных каналов $n_f = 8$, допустимая вероятность потери из-за коллизий составляет 2 % [18]:

$$N_{\text{ПАКЕТОВ}} = n_f \cdot \frac{24 \cdot 3600 \cdot \lambda_{98\%}}{T_{\text{ПАКЕТ}} + T_{\text{ПАКЕТ}(DL)}},$$

$$N_{\text{КУ}} = n_f \cdot \frac{3600 \cdot \lambda_{98\%}}{T_{\text{ПАКЕТ}} + T_{\text{ПАКЕТ}(DL)}}. \quad (2)$$

Максимальное количество конечных устройств, обслуживаемых одной БС при выбранных условиях, представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Зависимость максимального количества устройств, обслуживаемых одной БС, от коэффициента расширения спектра

	Коэффициент расширения спектра (SF)					
	7	8	9	10	11	12
Количество конечных устройств $N_{КУ}$, шт.	3074	1626	919	460	246	132

В случае, когда два и более узла одновременно передают свои пакеты с одинаковым коэффициентом расширения спектра, то в системе возникает коллизия. Так как сигналы с различными значениями SF на одной частоте не создают коллизии, то при использовании всех коэффициентов расширения спектра предельная емкость одной БС составляет 6,5 тыс. осветительных устройств.

Предлагается рассмотреть возможность использования семи частотных каналов для передачи «вверх» и одного для передачи по каналу «вниз». Пропускная способность сети (NB_{7-1}) и вероятность потерь пакетов (PL_{7-1}) для данной конфигурации определяется выражениями:

$$NB_{7-1}(\lambda) = \lambda \cdot e^{-\lambda},$$

$$PL_{7-1}(\lambda) = 1 - e^{-\lambda},$$

Результаты сравнения двух возможных конфигураций сети представлены на рисунке 2.

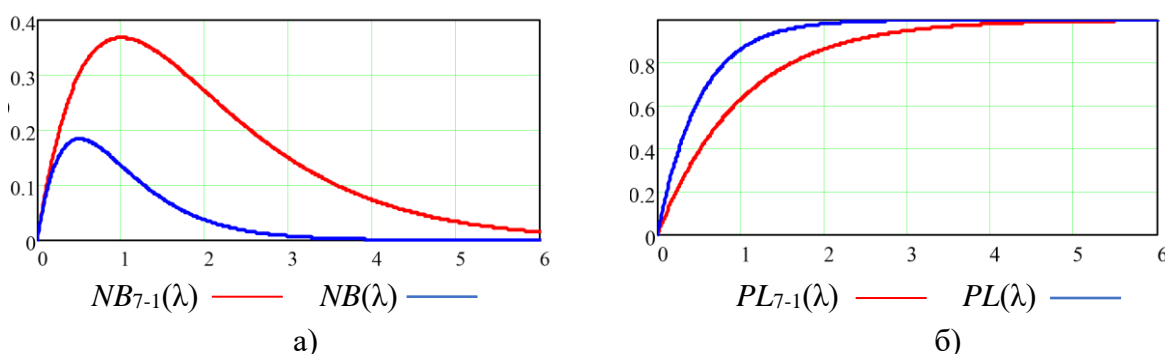


Рис. 2. Сравнения пропускной способности сети (а) и вероятность потерь пакетов (б) от нагрузки на канал для разных конфигураций сети

Сравнивая результаты для двух конфигураций сети, представленные на рисунке 2, можно сделать следующие выводы:

- 1) при использовании семи частотных каналов для передачи «вверх» и одного канала для передачи «вниз» возможная интенсивность поступления пакетов на БС увеличивается в два раза при той же вероятности доставки пакетов;
- 2) для вероятности доставки пакетов 99 % интенсивность будет составлять $\lambda_{99\%} = 0,01$.

Допустимое количество пакетов в день, которые обрабатывает БС, рассчитывается по выражениям (2), но для данной конфигурации необходимо учесть, что теперь пакеты по каналу «вниз» отправляются на своей фиксированной частоте. Количество частотных каналов для конечных устройств $n_f = 7$. Поэтому необходимо определить новое количество осветительных устройств, обслуживаемых одной БС.

Анализ результатов, представленных в таблице 5, показывает, что количество конечных устройств выросло в три раза при той же вероятности потерь. Это позволяет сделать вывод о том, что для повышения емкости сети можно использовать семь частотных каналов для передачи по каналу «вверх» и один фиксированный частотный канал для передачи «вниз».

Таблица 5 – Зависимость максимального количества устройств, обслуживаемых одной БС, от коэффициента расширения спектра для сети с новой конфигурацией

	Коэффициент расширения спектра (SF)					
	7	8	9	10	11	12
Количество осветительных устройств $N_{КУ}$ (при интенсивности $\lambda_{99\%} = 0,01$), шт	4621	2550	1423	711	402	201

Планирование сети начального приближения

Для примера планирования сети автоматического управления наружным освещением с использованием технологии беспроводного Интернета вещей LoRa был выбран город Кудрово. В этом современном населенном пункте преобладают многоэтажные здания, и располагается около 1,5 тыс. светильников.

Исходя из полученных данных, представленных в таблице 2, площадь обслуживания одной БС составляет примерно 1,5–2 км². Площадь города составляет 5 км² и из-за его прямоугольной формы (1,5 × 3,3 км) одной БС недостаточно, чтобы покрыть его территорию целиком. Поэтому целесообразно использовать две БС с поочередным распределением коэффициента расширения спектра. Результаты моделирования зон покрытия в системе автоматизированного проектирования RadioPlanner представлены на рисунке 3.

Размещение двух БС с поочередным распределением коэффициента расширения спектра позволяет обслуживать большое количество устройств, избегая внутрисистемных помех. С учетом полученных ранее результатов предлагается следующий вариант расположения. Первая БС (SF : 8, 10, 12) устанавливается на 21-этажное здание. Она может обслуживать около 7 тыс. устройств при вероятности доставки пакетов 98 % и около 3,5 тыс. устройств с вероятностью доставки пакетов 99 %. Вторая БС (SF : 7, 9, 11), установленная на 19-этажное здание, может обслуживать около 13 тыс. устройств при вероятности доставки пакетов 98 % или около 7,5 тыс. устройств с вероятностью доставки пакетов 99 %.



Рис. 3. Размещение базовых станций в г. Кудрово

Выводы

На основании сравнительного анализа технологий LPWAN, представленного в таблице 1, для планирования сети автоматического наружного освещения выбрана технология LoRa.

Проведено планирование сети автоматического наружного освещения с использованием беспроводной технологии LoRa. Для повышения емкости сети в работе предложено использовать семь частотных каналов для передачи «вверх» и один фиксированный частотный канал для передачи «вниз». При этом количество конечных устройств выросло в три раза при той же вероятности потерь.

Проведено моделирование зон покрытия БС (рисунок 3) для города с плотной и высотной застройкой. Для успешной реализации системы управления освещением в городе площадью 5 км² предлагается использовать две БС, которые позволят осуществлять управление не менее чем 11 тыс. устройств.

В дальнейшем планируется провести расчет и моделирование сети управления городским освещением на основе гетерогенной mesh-сети, что позволит объединить датчики городского освещения, светофоры, парковки и другие ресурсы в системе «умного» города.

Литература

1. Водовозов А. М., Бурцев А. В. Интеллектуальная система уличного освещения на основе парадигмы Интернета вещей // Вестник Череповецкого государственного университета. 2021. № 3(102). С. 7–17. DOI: 10.23859/1994-0637-2021-3-102-1. EDN: VYFOTX

2. Попов А. А. Алгоритм выбора информационной системы для предприятия с учетом уровня его готовности к автоматизации // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 5–1. С. 66–70. EDN: VZCSYJ
3. Умный город. Онлайн. URL: <https://russiasmartcity.ru> (дата обращения 02.04.2025)
4. Мошаров Н. К., Бородин С. И. «Умное» освещение в «умном» городе // Умные технологии в современном мире: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Челябинск, 18 февраля 2020 г.). Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2020. С. 306–313. EDN: KDWFVM
5. Никитин М. С., Тычков А. Ю. Система интеллектуального городского уличного освещения на основе IoT платформы // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2022. № 1 (39). С. 13–20. DOI: 10.21685/2307-5538-2022-1-2. EDN: CIBTOS
6. Carli R., Dotoli M., Cianci E. An Optimization Tool for energy efficiency of Street Lighting Systems in Smart Cities // IFAC-Papers OnLine. 2017. Vol. 50. Iss. 1. PP. 14460–14464. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2292
7. Московская компания разработала систему онлайн-управления уличным освещением // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. 13.08.2019. URL: <https://www.mos.ru/news/item/60256073> (дата обращения 02.14.2025)
8. Освещение городских улиц // ServiceEnergy. URL: <https://www.serviceenergy.ru/solutions/umnое-osveshchenie/osveshchenie-gorodskikh-ulits> (дата обращения 02.04.2025)
9. Перспективы IoT для систем «умного» освещения // Умный свет. URL: <https://smartlight.elec.ru/article/perspektivy-iot-dlya-sistem-umnogo-osvesheniya.html?ysclid=m95so9x3u5432863480> (дата обращения 02.04.2025)
10. Кумаритова Д. Л., Киричек Р. В. Обзор и сравнительный анализ технологий LPWAN сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. №. 4. С. 33–48. EDN: YLNEQB
11. Сапрыкин А. LoRa, «Стриж» и ZigBeevs NB-IoT для АСУНО. NB-IoT – основа «умного» города и «умного» света // Полупроводниковая светотехника. 2020. № 4(66). С. 58–64. EDN: YMZEYQ
12. Сковпин М. С., Лапшина М. Л. Планирование и оптимизация сетей сотовой связи // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Т. 9. № 6–3. С. 81–84. EDN: RXKQSP
13. Шешалевич В. В. LPWAN – низкопотребляющие сети большого радиуса действия. Связь для Интернета вещей // Безопасность информационных технологий. 2017. Т. 24. № 3. С. 7–17. EDN: ZEMPHL
14. Целищев Д. В., Копысов А. Н. Использование технологии LoRa при создании автоматизированных систем контроля и управления // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции (Ижевск, 31 марта 2019 г.). Ижевск: Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2019. С. 187–192. EDN: JQZJBR

15. LoRaWAN Specification v1.0.2 // LoRaAlliance. URL: <https://resources.lora-alliance.org/document/lorawan-specification-v1-0-2> (дата обращения 02.04.2025)

16. Тихомиров А. В., Омелянчук Е. В., Семенова А. Ю., Михайлов В. Ю. Прогнозирование параметров распространения радиоволн в условиях городской застройки при использовании низко расположенных антенн // Труды МАИ. 2017. № 97. С. 15. EDN: YMIGSW

17. Руководство разработчика устройств LoRaWAN сети ЛАРТЕХ // Компания Лартех Телеком. URL: <https://lar.tech/images/pdf/lorawan-lartech.pdf?ysclid=m95tj5nbh4571512524> (дата обращения 02.04.2025)

18. Лячек Ю. Т., Мутанна М. М. А., Нассер С. С. С., Мутанна М. С. А. Плотность распределения базовых станций LoRa в глобальной сети LPWAN в «умном городе» // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2020. № 8–9. С. 45–52. EDN: NAMOMZ

**Статья поступила 07 апреля 2025 г.
Одобрена после рецензирования 10 мая 2025 г.
Принята к публикации 17 июля 2025 г.**

Информация об авторах

Фазылов Данис Альбертович – студент 1-го курса магистратуры (группа РТ-32м) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.

Кравец Елена Валентиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры беспроводных технологий и систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.
E-mail: helen-kravec.ev@sut.ru

<https://doi.org/10.31854/2307-1303-2025-13-1-47-58>
EDN: TQUHQQ

The Modelling of the System of Automated Street Lighting Control Using LoRa Technology

D. Fazylov, E. Kravets✉

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

Objective: IoT-based street lighting control is motivated by society's desire to build energetically efficient systems that underlie the concept of a smart city. The basic functions of automated lighting are: street and/or outdoor lighting control; individual and group dimming; adjusting light to specific weather conditions, the presence of pedestrians and traffic. Fulfilling the task requires access to each individual light source, which can be achieved with the help of IoT wireless technology. This work aims to provide calculations of the parameters of a system of remote street lighting control. **Methods used:** The Okamura – Hata radio wave propagation model is used to determine the number of base stations required for remote control of luminaires. This model allows determining the range of a base station in areas with typical urban development. **Novelty:** a comparison of different techniques applied in low-power large-coverage energy networks designed for lighting control. It has been shown that network capacity can increase using seven uplink channels and one downlink channel at a fixed frequency. The attained package delivery success rate is 99 %. **The result** presented is a RadioPlanner design of a LoRa-based initial approximation network.

Keywords: street lighting control, IoT wireless technology, LoRa, smart city

Information about Authors

Fazylov Danis – a 1st Year Master's Student (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications)

Kravets Elena – Ph. D. of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Wireless Technologies and Systems (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications). Email: helen-kravec.ev@sut.ru