

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ**

**USING INTERNET OF THINGS DEVICES TO CONTROL STREET
LIGHTING**

МАМОНТОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА,

Студент бакалавриата,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В.
Плеханова».

АНИКОВ ДЕНИС АЛЕКСЕЕВИЧ,

Студент бакалавриата,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В.
Плеханова».

MAMONTOVA TATIANA YURIEVNA,

Undergraduate student,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Plekhanov Russian University of Economics".

ANIKOV DENIS ALEKSEEVICH,

Undergraduate student,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Plekhanov Russian University of Economics".

Аннотация: Актуальность темы управления уличным освещением с использованием современных технологий Интернета вещей обусловлена динамичным развитием городской инфраструктуры и стремлением общества к созданию умных, энергоэффективных и устойчивых городов. Основная задача статьи - рассмотрение областей применения IoT для управления уличным освещением. Авторами сравниваются разрабатываемые технологии в сфере наружного освещения, а также проводится анализ ключевых возможностей, перспектив и актуальных проблем IoT в отрасли уличного освещения. В результате авторы предлагают практические рекомендации по обеспечению кибербезопасности и экономически выгодному внедрению данных информационных решений.

Abstract: The relevance of the topic of street lighting control using modern Internet of Things technologies is due to the dynamic development of urban infrastructure and the desire of society to create smart, energy-efficient and sustainable cities. The main objective of the article is to consider the applications of IoT for street lighting control. The authors compare the technologies being developed in the field of outdoor lighting, as well as analyze the key opportunities, prospects and current problems of IoT in the street lighting industry. As a result, the authors offer practical recommendations on ensuring cybersecurity and cost-effective implementation of these information solutions.

Ключевые слова: Интернет вещей, система, уличное освещение, энергоэффективность, безопасность.

Key words: Internet of Things, system, street lighting, energy efficiency, security.

Введение

В современном мире Интернет вещей становится все более важным компонентом нашей повседневной жизни. Эта концепция предполагает подключение физических объектов к Интернету или локальным сетям и обмен

информацией между ними без необходимости человеческого вмешательства. Одним из направлений применения устройств Интернета вещей является их использование для модернизации работы городского освещения. Согласно оценкам специалистов, до 40% расходов бюджета муниципалитета приходится на обеспечение уличного освещения [1]. С развитием информационных технологий ключевая проблема энергосбережения все чаще начинает находить решение в применении в городах умного уличного освещения, опирающегося на технологии Интернета вещей и представляющего собой перспективное направление в сфере городской инфраструктуры.

При этом, следует учесть, что инфраструктура города, в частности ИТ-инфраструктура, может быть не готова к внедрению технологии Интернета вещей. В этом случае выполнение проектов по внедрению такой технологии в управлении городом, в частности, в управлении освещением, может привести к резкому возрастанию затрат и увеличению сроков окупаемости за счет необходимости дополнительных расходов для совершенствования ИТ-инфраструктуры. При этом, в некоторых случаях проекты могут стать некупаемыми, и поэтому ставится под вопрос проведение таких проектов. Соответственно, прежде чем внедрять технологию Интернета вещей при недостаточном уровне готовности ИТ-инфраструктуры города, необходимо оценить уровень готовности городского хозяйства к информатизации [2]. Таким образом, актуальным является рассмотрение вопросов внедрения устройств Интернета вещей в городах с различным уровнем готовности ИТ-инфраструктуры. Поэтому в данной работе решается задача анализа передового опыта внедрения устройств Интернета вещей для управления освещением, а также анализа особенностей внедрения таких систем в городах Российской Федерации. Целью статьи является анализ передового опыта внедрения устройств Интернета вещей для управления освещением в городском хозяйстве в Российской Федерации. Объектом исследования является управление освещением в городе. Предметом исследований является использование устройств Интернета вещей для управления освещением.

Анализ передового опыта внедрения интеллектуальных систем управления уличным освещением

Компании, которые в текущее время разрабатывают и внедряют умное уличное освещение в муниципальную инфраструктуру, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Проекты по развитию умного уличного освещения в мире

Компания	Страна	Решения для умного уличного освещения
Группа компаний «Микрон»	Россия	Облачная платформа представляет собой личный кабинет для работы с данными и управления системой. Система может быть развёрнута на сетях GSM / NB-IoT / LoRa.
«Сервис Энерджи»	Россия	Система АСУНО «Spot Light» позволяет управлять освещением города от одного компьютера. Узлы умного освещения могут работать в автоматическом режиме. Можно управлять одним или группой светильников. Допускается использование различных каналов связи.
«Flashnet-AS»	Румыния	inteliLIGHT - полноценная система дистанционного управления уличным освещением и платформа «умного города», которую можно модернизировать практически без ограничений.
«Signify N.V.»	Нидерланды	Платформа Интернета вещей Interact, предлагающая клиентам сетевые системы освещения и программные возможности. API-интерфейсы платформы Interact позволяют объединить сетевые световые решения с другими системами управления и получать услуги на основе данных.

Компания	Страна	Решения для умного уличного освещения
«Tridonic»	Германия	Программное обеспечение SensorMODE, интегрированное в драйверы светодиодов Tridonic позволяет использовать профили регулировки яркости без дополнительных элементов управления. В сочетании с ChronoSTEP освещение регулируется по времени в ночное время и вместе с датчиком движения реагирует на активность или присутствие.
«Longt Lighting Group Co»	Китай	Продукт для небольшого города с умным уличным освещением, в которые интегрированы технологии Wi-Fi, автомобильные зарядные устройства, камеры наблюдения и т. д.

Источник: составлено авторами на основе [3-7]

Умное освещение установлено на одной из улиц немецкого наукограда Дармштадт. Данная система была основана на беспроводной передаче данных и технологии Интернета вещей. Усовершенствованные фонари оснащались энергосберегающими LED-светильниками и встроенными ИК-датчиками. Таким образом, применение энергоэффективной технологии позволило сэкономить 87% электроэнергии города [8].

Объем мирового рынка интеллектуального уличного освещения в 2021 году оценивается в 2,04 миллиарда долларов США. По прогнозам Fortune Business Insights, рынок рассматриваемых инноваций вырастет до 8,23 миллиарда долларов США к 2029 году, при этом среднегодовой темп роста составит 19,2% в течение прогнозируемого периода [9]. Таким образом, разработчики систем умного уличного освещения планируют ежегодно совершенствовать функциональные возможности своих продуктов,

предоставлять клиентам все более точные и надежные сервисы по управлению освещением в городском секторе.

Возможности интеллектуальных систем управления уличным освещением

Рассмотрим возможности интеллектуальных систем управления уличным освещением:

1. Одним из ключевых преимуществ умных светодиодных светильников для уличного освещения является энергоэффективность. Их можно запрограммировать на включение и выключение света в зависимости от таких факторов, как время суток, окружающее освещение и даже движение пешеходов или транспортных средств. Регулируя уровень освещения в соответствии с условиями реального времени, города могут экономить электроэнергию и сокращать выбросы углекислого газа в атмосферу на 882000 тонн.

2. Самостоятельный контроль работы уличного освещения: дистанционно снимаются показания приборов учета, выявляются поломки в сети и незаконные подключения [10]. Сбор и передача данных могут реализовываться при помощи стандартизированных аппаратных средств и систем BigData или путем объединения приложений и программных средств, взаимодействующих друг с другом через API. Благодаря тому, что вся информация передается диспетчерам в режиме реального времени, те могут незамедлительно реагировать на любые непредвиденные ситуации. Такой подход позволяет муниципалитету более эффективно проводить техническое обслуживание крупномасштабных сетей общественного освещения и анализировать их состояние через Интернет с помощью специального интерфейса. Таким образом, интеллектуальное уличное освещение обеспечивает идеальные условия для создания многофункциональной инфраструктуры умного города.

3. Срок службы используемых при умном уличном освещении светодиодных ламп в 11 раз превышает срок службы традиционных галогенных и люминесцентных светильников.

4. Обеспечение ночного освещения для общественной безопасности. Так как сети наружного освещения протягиваются вдоль всего города, камеры видеонаблюдения или системы безопасности, подключенные к модернизированным устройствам освещения, позволяют контролировать требуемые районы муниципалитета и предотвращать рост преступности. Также GPS-датчики, установленные на фонарных столбах, способны определять интенсивность движения транспорта или пешеходов на дорогах, вследствие чего яркость освещения на улице автоматически увеличивается или уменьшается, что способствует сокращению количества ДТП [11]. Поэтому системы городского освещения на основе устройств Интернета вещей могут быть интегрированы с другими приложениями IoT и Smart City для повышения безопасности и комфорта граждан.

Особенности внедрения устройств Интернета вещей для управления освещением в городах в Российской Федерации

В Российской Федерации использование технологии Интернета вещей в системах управления уличным освещением активно развиваются в последнее десятилетие. Энергоэффективные фонари позволяют повышать качество жизни граждан и сокращать расходы на техническое обслуживание муниципального освещения. По оценке «Ростелекома» в результате замены ртутных и натриевых ламп на светодиодные удастся экономить до 60% затрат на уличное освещение, а также снижать годовое электропотребление на 7–8 миллионов киловатт-часов [11]. Но при этом, внедрение технологий Интернета-вещей в энергоэффективные системы уличного освещения во многих городах России приводит к дорогостоящему дополнительному инвестированию.

Следует обратить внимание на следующие особенности внедрения устройств Интернета вещей в системы городского освещения:

1. Возможность заключения энергосервисного контракта. Основное преимущество такого договора на оказание услуг – внедрение систем управления уличным освещением осуществляется за счет исполнителя. В свою очередь,

муниципальные органы власти в течение последующих нескольких лет, обусловленных контрактом, выделяют Исполнителю определённый бюджет на техническое обслуживание установленной системы, используя для данной цели средства, сэкономленные из-за снижения уровня энергопотребления. Таким образом, можно смягчить требования к инвестированию для внедрения устройств Интернета вещей со стороны региона.

2. Возможность использования солнечной энергии для сокращения издержек на обслуживание умного уличного освещения. Однако эффективное внедрение и техническое сопровождение описываемого программного продукта зависит от условий конкретного региона, включая климат, рельеф местности, количество солнечных дней в году.

3. Использование беспроводной технологии LoRaWAN для обеспечения работы Интернета вещей, используемых в освещении. Использование данного типа беспроводной технологии для крупных городов (с населением от 1 млн человек) позволяет снизить объем потребляемой электроэнергии.

4. Возможность обеспечения безопасности данных в умных осветительных сетях с использованием блокчейн. К системам умного уличного освещения может быть подключены устройства, хранящие конфиденциальную информацию. Поэтому возникает проблема надлежащей защиты такую информацию. Централизованные облачные сервисы, с которыми обычно взаимодействуют устройства Интернета вещей, часто подвергаются кибератакам, в результате чего возникают плачевные последствия для жителей города. Предполагается, что технология блокчейн обеспечит наиболее высокий уровень безопасности всей информационной инфраструктуры.

Следует указать перечень действий, которые необходимо выполнить для модернизации городского освещения за счет внедрения устройств Интернета вещей (с учетом уровня готовности ИТ-инфраструктуры города):

1. Определить уровни готовности к информатизации в каждом из Р города.
2. Провести рейтингование районов города в соответствии с их уровнями готовности к информатизации.

3. Спрогнозировать стоимость ИТ-проектов по внедрению устройств Интернета вещей в управление освещением района.

4. Определить комбинацию из N ($N \leq P$) проектов, для которых суммарная стоимость проектов минимальна и не превышает значение S (сумму средств, выделенную на модернизацию городского освещения).

Выводы:

Таким образом, в данной работе решены следующие задачи:

1. Проанализирован передовой опыт внедрения интеллектуальных систем управления уличным освещением.

2. Проанализированы особенности внедрения устройств Интернета вещей для управления освещением в городах в Российской Федерации.

3. Сформирован перечень действий, которые необходимо выполнить для модернизации городского освещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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.

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.

3. Московская компания разработала систему онлайн-управления уличным освещением [Электронный ресурс] // Департамент инвестиционной и промышленной политики города Москвы. URL: <https://www.mos.ru/news/item/60256073> (дата обращения: 01.10.2024).

4. Освещение городских улиц [Электронный ресурс] // Serviceenergy. URL: <https://www.serviceenergy.ru/solutions/umnoe-osveshchenie/osveshchenie-gorodskikh-ulits/> (дата обращения: 01.10.2024).

5. ENERGY AWARE - 360° APPROACH [Электронный ресурс] // Flashnet.
URL: <https://www.flashnet.ro/> (дата обращения: 01.10.2024).
6. Smart Street lighting will help future-proof our cities [Электронный ресурс]
// Signify. 2020. URL: <https://www.signify.com/global/our-company/blog/innovation/smart-street-lighting-will-help-future-proof-cities> (дата обращения: 02.10.2024).
7. Company Profile [Электронный ресурс] // Longt Lighting Group Co., Ltd.
URL: <https://longtgroup.en.made-in-china.com/> (дата обращения: 02.10.2024).
8. Энергоэффективное наружное освещение в Германии [Электронный ресурс] // Институт высоких технологий Белгородского Государственного Университета. URL: <https://ivt.su/news/YEnergoyeffektivnoe-naruzhnoe-osveshheni-2/> (дата обращения: 02.10.2024).
9. Smart Street Lighting Market [Электронный ресурс] // Fortune Business Insights. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/smart-street-lighting-market-106898> (дата обращения: 03.10.2024).
10. Лисицына Д. Фонари с интеллектом [Электронный ресурс] // Российская газета - Неделя - Кубань-Кавказ: №265(8913). 2022. URL: <https://rg.ru/2022/11/23/reg-ugo/fonari-s-intellektom.html> (дата обращения: 03.10.2024).
11. 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.