

*Контимиров Глеб Егорович,*

*бакалавр, кафедра электроники и средств связи ДВФУ*

*Козлов Иван Станиславович,*

*бакалавр, кафедра электроники и средств связи ДВФУ*

*Хоменко Александр Андреевич,*

*бакалавр, кафедра электроники и средств связи ДВФУ*

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LORAWAN**

**Аннотация:** В статье освещается концепция «Умный город» на примере системы адаптивного уличного освещения с приведением основных преимуществ данной системы. Связь между конечными устройствами и базовой станцией осуществляется при помощи технологии беспроводной передачи данных – LoRaWAN. Приводится обзор принципа работы такой сети с описанием структурной и принципиальной схем модуля управления светильниками.

**Ключевые слова:** адаптивная система уличного освещения, датчик, интенсивность, микроконтроллер, модуль, технология, сервер.

**Abstract:** The article highlights the concept of "Smart City" on the example of the adaptive street lighting system, bringing the main advantages of this system. Communication between the end devices and the base station is carried out using wireless data transfer technology - LoRaWAN. An overview of the principle of operation of such a network is given with a description of the structural and conceptual diagrams of the lamp control module.

**Keywords:** adaptive street lighting system, sensor, intension, microcontroller, module, technology, server.

В настоящее время, активно развивается концепция «Умный город». Ее целью является улучшение качества жизни с помощью интеграции в городскую среду информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и Интернета вещей (IoT) [2]. Использование этих технологий позволяет повысить эффективность обслуживания и удовлетворить нужды жителей современного города. Муниципалитеты уже используют передовые технологии для управления важнейшими частями общественной жизни, такими как электроснабжение, общественный транспорт, утилизация отходов, а также освещение общественных мест.

Реализация системы дистанционного мониторинга, и управления уличным освещением позволит удаленно управлять уличными фонарями, вовремя выявлять неисправности, а также включает возможность адаптивного изменения уровня освещенности, что уменьшит затраты электроэнергии, а также улучшит общую экологическую обстановку. Ввод подобных технологий позволит коммунальным и дорожным службам быстро реагировать в случае поломки фонарей или при перегорании ламп накаливания.

Данная сеть построена по технологии LoRaWAN и состоит из: датчиков, встроенных в каждый светильник, шлюза, сетевого сервера и сервера приложений. Конечное устройство (светильник) подключено к модулю управления, данное устройство, предназначенное для осуществления управляющих и измерительных функций, передает (принимает) информацию на базовую станцию, которая является шлюзом. Базовая станция в свою очередь принимает и обрабатывает данные от датчиков после чего передает их через транзитную мобильную сеть или сеть Ethernet на сетевой сервер [3].

Сетевой сервер осуществляет функции управления сетью: задание расписания, адаптация скорости, хранение и обработка принимаемых данных, при помощи сервера приложений сам оператор может непосредственно контролировать работу датчиков и собирать информацию о состоянии ламп. Структура системы мониторинга представлена на рисунке 1.

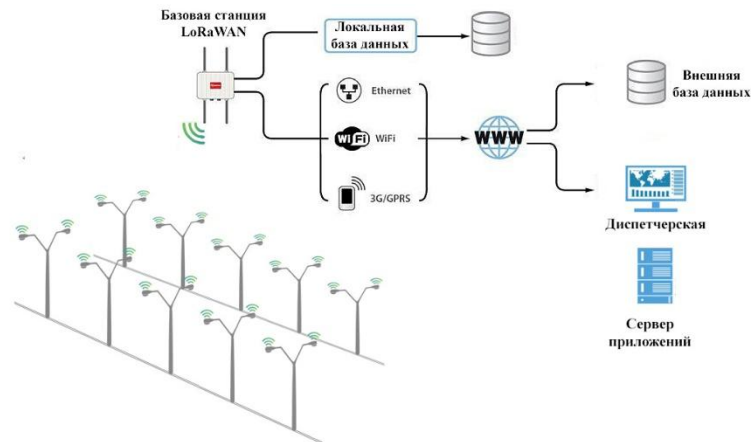


Рисунок 1 – Структурная схема системы мониторинга

Согласно технологии адаптивного изменения интенсивности, изначально, когда стемнеет, все уличные фонари включаются, имея при этом невысокую интенсивность света. В качестве устройств обнаружения могут выступать камеры видеонаблюдения и различные датчики движения. В зависимости от условий и поставленных задач могут использоваться сенсоры, работающие по разным принципам: радио или звуковой локации, изменению емкости или индуктивности следящего контура, изменению инфракрасного (ИК) излучения. Как только мимо устройства обнаружения (датчик или камера) проезжает машина или проходит человек, он реагирует на это и отправляет сигнал через базовую станцию на модуль управления фонарем. Получив сигнал от датчика модуль управления повышает яркость фонаря. После того как транспортное средство выезжает за зоны контроля, интенсивность освещения снова уменьшается.

Так как в данной системе нет необходимости в длительном использовании режима работы от автономного источника питания, а также необходимо в любой момент времени получать информацию с датчиков движения или камер, то целесообразно для передающего модуля LoRaWAN выбрать класс работы C. В данном классе устройства имеют почти непрерывное окно приема, закрывающееся только на время передачи данных.

Структурная схема устройства управления представлена на рисунке 2, а принципиальная схема приведена на рисунке 3. В состав контроллера входят следующие блоки [1]:

- Микроконтроллер – микросхема содержащая процессор, память, периферийные устройства. Микропроцессор отвечает за: координацию коммуникационной части и получение данных от сети, управление питанием устройства, сбор и анализ информации о состоянии лампы.
- ШИМ контроллер – обеспечивает управление яркостью лампы.
- Датчик тока и напряжения – определяет протекающий ток и напряжение в цепи лампы.
- Передающий модуль LoRa – является коммуникационным устройством, которое связывает микроконтроллер с базовой станцией.

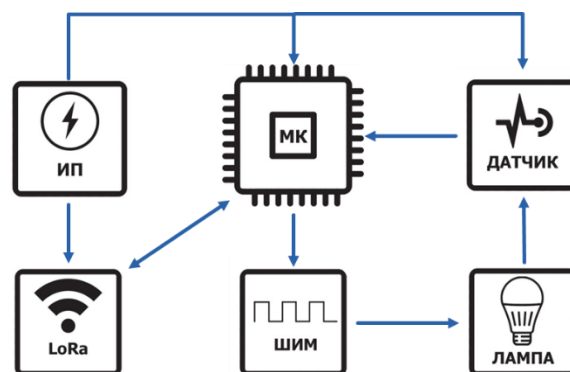


Рисунок 2 – Структурная схема устройства управления: ИП – источник питания; МК – микроконтроллер; ШИМ – цепь управления ШИМ.

Устройство работает следующим образом: микроконтроллер получает информацию от датчика через приемопередающий модуль LoRa, либо подключенный напрямую к одному из его входов. Эти данные обрабатываются, и в соответствии с ранее записанным кодом, микропроцессор генерирует управляющие импульсы. Импульсы подаются на схему управления ШИМ. Силовой ключ, встроенный в цепь питания лампы, будет управлять подаваемой на нее мощностью, что приведет к изменению яркости свечения. В микроконтроллер также необходимо записать код для автоматического включения или отключения лампы в зависимости от времени суток.

Датчики напряжения и тока, используемые в схеме, передают информацию о состоянии цепи питания и цепи нагрузки на микроконтроллер. В соответствии с заранее подготовленным энергетическим профилем, эта информация обрабатывается и полученный результат передается на ближайший шлюз LoRaWAN.

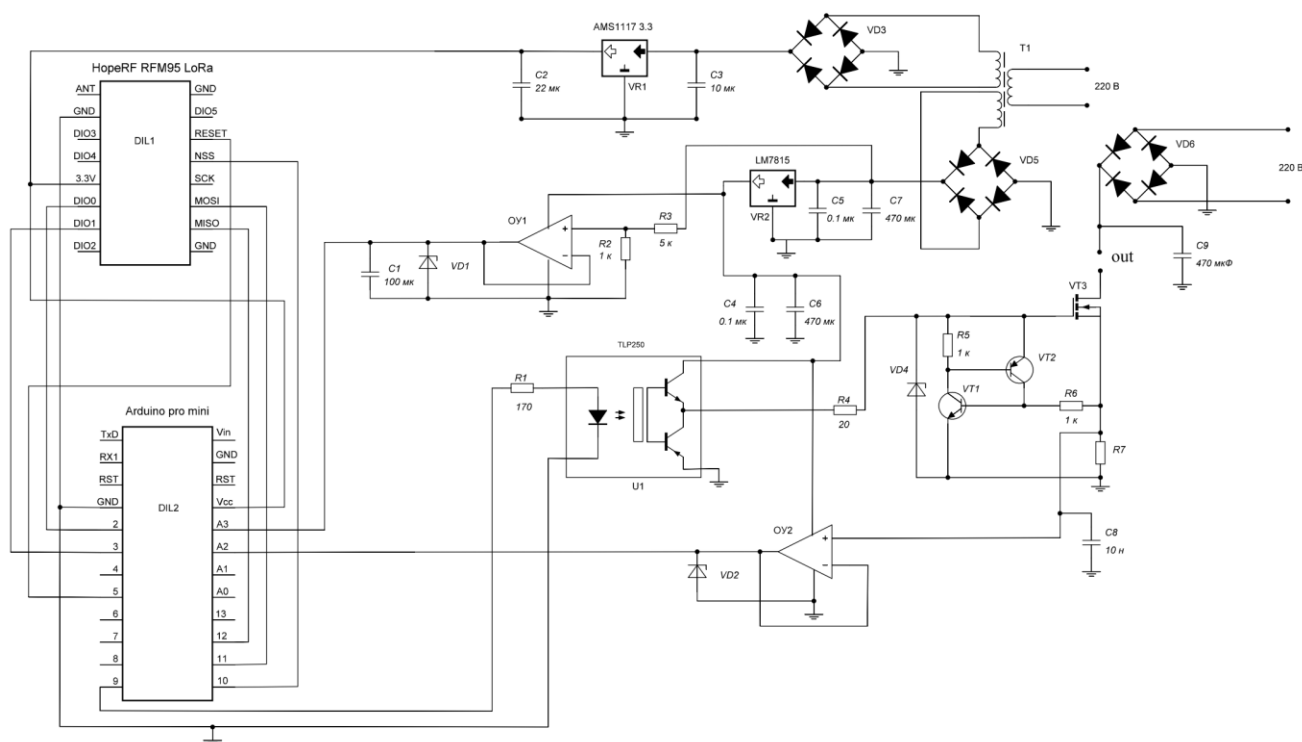


Рисунок 3 – Принципиальная схема модуля управления светильником

Разработанная система мониторинга, потребляет малую мощность, обслуживая при этом достаточно большую территорию при подключении большого числа обслуживаемых устройств. Само устройство позволяет осуществлять измерение состояния лампы, передавая информацию в управляющие службы. Использование датчиков движения сократит время интенсивной работы уличного фонаря, не ухудшая при этом качество освещения.

### **Библиографический список:**

1. Мэк Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению – Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2008. – 272с.
2. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей: учебное пособие – Самара: ПГУТИ, 2015 – 200 с.
3. Naik A., “LPWAN Technologies for IoT Systems: Choice Between Ultra Narrow Band and Spread Spectrum” – Rome, Italy: IEEE International Systems Engineering Symposium, 2018.