

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.3-1/-8

Цифровой блок управления светодиодным освещением

И.Д. Ершова, А.А. Лаврентьев

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Исследование посвящено методу экономии электропитания с использованием системы — цифрового блока управления светодиодным освещением. В работе рассмотрены преимущества LED-освещения, а также возможности его применения. Оценен подход к повышению качества и срока службы осветительных компонентов. Выполнен обзор компонентов, что позволяет осуществить самостоятельное проектирование и сборку устройства, а также обеспечить его последующую эксплуатацию. Разрабатываемое устройство сочетает две ключевые функции — использование LED-светильников и цифрового блока управления, что позволяет значительно сократить потребление электроэнергии. Это также повышает комфорт эксплуатации и продлевает срок службы светотехнического оборудования.

Ключевые слова: светодиоды, управление, цифровой блок

Для цитирования. Ершова И.Д., Лаврентьев А.А. Цифровой блок управления светодиодным освещением. *Молодой исследователь Дона*. 2026;11(2):44–48.

Digital Control Unit for LED Lighting

Irina D. Ershova, Anatoly A. Lavrentyev

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The research is focused on studying a method of saving power supply using a digital control unit for LED lighting. The paper investigates the advantages of LED lighting and potential of its application. A method of improving the quality and service life of luminous elements has been evaluated. The overview of elements has been provided, which enables independent designing, assembly, and subsequent operation of a device. The developed device combines two key functions — use of the LED luminaires and use of a digital control unit, which contributes to significant reduction of energy consumption. This also improves user comfort and extends the service life of the lighting equipment.

Keywords: light-emitting diodes (LEDs), control, digital unit

For Citation. Ershova ID, Lavrentyev AA. Digital Control Unit for LED Lighting. *Young Researcher of Don*. 2026;11(2):44–48.

Введение. В XXI веке с целью повышения энергоэффективности активно внедряются светодиодные осветительные приборы. LED-освещение обладает выдающимися техническими характеристиками, экономичностью и экологичностью. С развитием технологий LED-приборы демонстрируют значительное улучшение своих параметров при снижении цен, что делает их доступными для широкого спектра применений. Например, если ранее полноценная замена 70-ваттного металлогалогенного светильника светодиодным аналогом была проблематичной из-за высокой цены и габаритов, то современные компактные модели успешно решают эту задачу при значительно более низкой стоимости [1].

Ключевыми преимуществами светодиодного освещения, обуславливающими его актуальность, являются:

1. Исключительная энергоэффективность, позволяющая значительно сократить энергопотребление по сравнению с традиционными источниками света [2];
2. Долговечность светодиодных элементов, значительно превосходящая срок службы люминесцентных и галогенных ламп [2];

3. Высокий индекс цветопередачи (CRI), обеспечивающий качественное отображение цветов освещаемых объектов [3];

4. Возможность регулировки яркости и цветовой температуры, что позволяет создавать различные световые сценарии.

В настоящее время LED-системы интегрируются в концепцию «умного дома», что позволяет управлять освещением с помощью смартфонов и голосовых команд. Значительное внимание также уделяется эстетике освещения: светодиоды используются для создания уникальных световых сцен, подчеркивающих архитектурные особенности пространств и формирующих определенное настроение. Тем не менее, электроэнергия в основном производится посредством преобразования невозобновляемых ресурсов, что делает освещение достаточно дорогим.

На основании вышесказанного, цель работы заключается в разработке цифрового блока управления светодиодным освещением с автоматическим включением и выключением при наличии движения в помещении.

Основная часть. Для успешного проектирования и последующей эксплуатации устройства необходимо сформировать техническое задание:

- датчики, способные определять время суток и движение;
- возможность подключения любого источника светодиодного освещения;
- работа в помещениях при следующих условиях:
 - температура от 16 °С до 32 °С;
 - влажность 40–60 %;
 - скорость движения воздуха 0,1–0,3 м/с;
- минимальные габариты электронной платы и корпусных изделий;
- возможность монтажа как путем приклеивания, так и прикручивания к поверхности;
- помехозащищённость и малое энергопотребление;
- совместимость с любыми LED-светильниками;
- питание системы осуществляется от блока питания 12 В;
- остальные требования к изделию согласно ГОСТ 34819-2021 и 54350-2011.

Основные функциональные требования:

- обработка сигнала осуществляется микроконтроллером, что обеспечивает точность и минимальную задержку;
- применение LED-приборов для максимальной экономичности и функциональности системы, а также соответствие СанПиНа для офисных и производственных помещений.

Поскольку устройство предназначено для освещения различных помещений, от офисов до производственных, где освещение требуется только в течение короткого времени, разрабатываемое устройство должно включать компоненты высокого качества с максимальным временем наработки до отказа. Описание компонентов, а также входящих элементов, представлено на рис. 1.

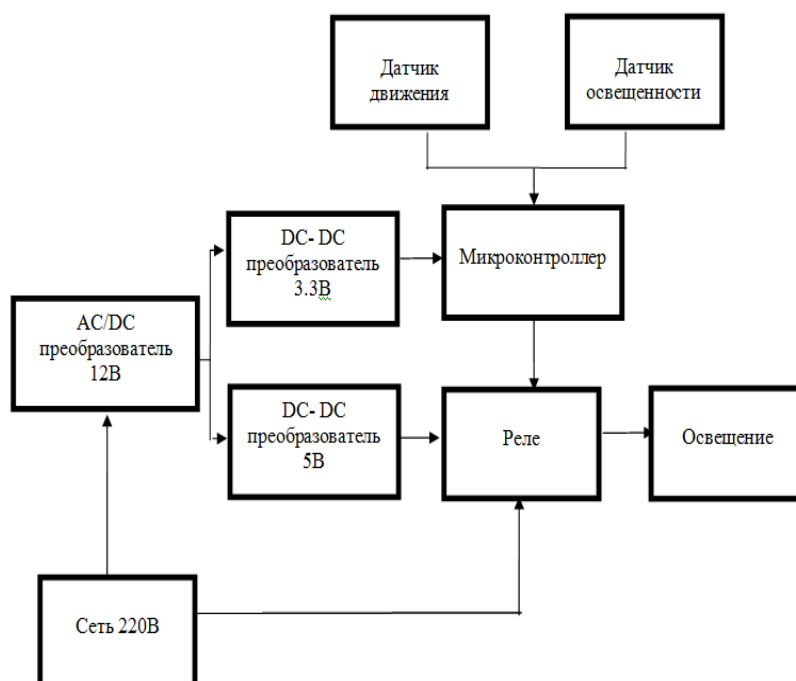


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого цифрового контроллера для управления светодиодным освещением

Структурная схема установки, изображённая на рис. 1, включает следующие компоненты:

- микроконтроллер — компактное интегральное устройство, в состав которого входят процессор, память (ОЗУ и ПЗУ) и периферийные устройства (например, таймеры, АЦП, ЦАП и интерфейсы ввода-вывода) на одном чипе. Микроконтроллеры используются для управления различными электронными устройствами и системами, выполняя запрограммированные задачи. Примеры микроконтроллеров включают серии AVR от Atmel, STM32 от STMicroelectronics и PIC от Microchip;
- питание — устройство подключается к сети 220 В;
- AC/DC преобразователь на 12 В — импульсное устройство, преобразующее переменное напряжение (AC) из сети электропитания в постоянное напряжение (DC) с выходным значением 12 В. Такие преобразователи часто используются для питания электронных устройств, требующих стабильного постоянного напряжения;
- DC-DC преобразователи на 5 и 3.3 В — электронные устройства, которое принимает входное напряжение (обычно более высокое и нестабильное) и преобразует его в стабильное выходное напряжение 5 В и 3.3 В. Они обеспечивают стабильное питание чувствительных компонентов, таких как микроконтроллеры и датчики;
- схема драйвера управления реле — электронная схема, предназначенная для управления реле с помощью оптопары.

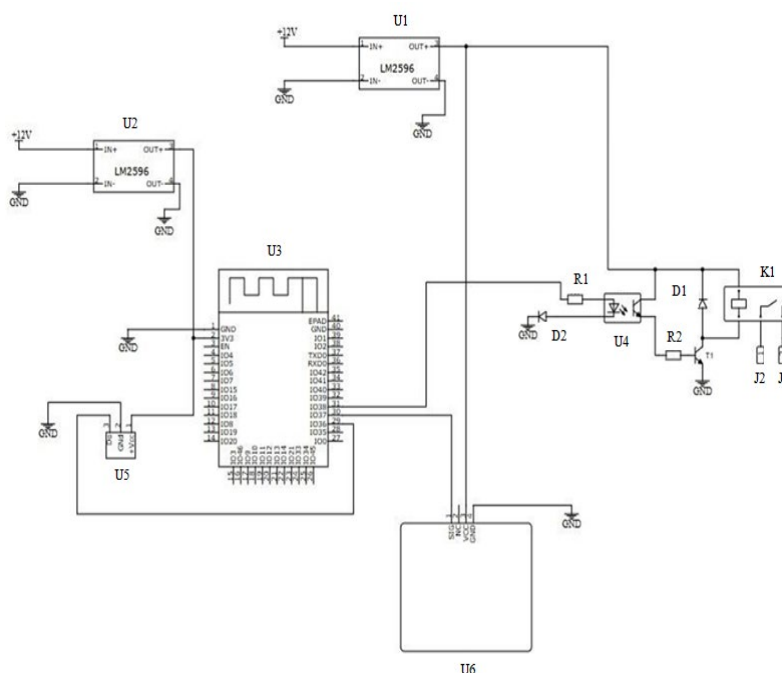


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная цифрового контроллера для управления светодиодным освещением

На рис. 2 представлена схема контроллера для управления. Она включает:

- U1, U2 — DC-DC преобразователи на 5 В и 3,3 В, необходимые для стабильной работы установки;
- U3 — микроконтроллер ESP32, который является основой разрабатываемого блока;
- U4 — оптопара, необходимая для гальванической развязки порта с низкоуровневым сигналом 3,3 В;
- U5 — датчик освещенности, используемый для определения времени суток;
- U6 — датчик движения, необходимый для распознавания движущихся объектов;
- R1, R2 — резисторы, обеспечивающие корректную работу реле;
- D1, D2 — диоды, ограничивающие направление тока для правильной работы реле;
- T1 — транзистор, который включает и выключает блок реле;
- K1 — реле, которое включает и выключает нагрузку по команде микроконтроллера.

Описание работы цифрового блока управления светодиодным освещением. При включении устройства происходит инициализация датчиков и всех компонентов. После успешной инициализации происходит считывание данных с датчика освещенности. Если на улице светло, алгоритм продолжает считывать данные с датчика до момента наступления темноты. После определения темного времени суток начинается считывание с датчика движения. При обнаружении движения система замыкает контакты реле на одну минуту, а затем размыкает (рис. 3).

Для максимальной универсальности и простоты использования системы был выбран бюджетный и надежный микроконтроллер — ESP32. Преимуществом данного радиокомпонента является его универсальность в программировании, что позволяет адаптировать систему под конкретные потребности пользователя и в будущем изменять функциональность устройства со стороны программного обеспечения [4].

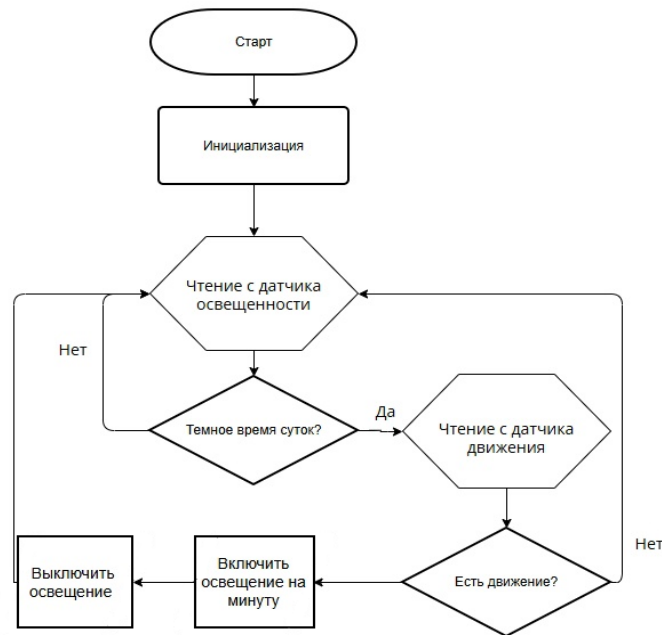


Рис. 3. Блок-схема алгоритма работы цифрового контроллера для управления светодиодным освещением

Заключение. Итогом исследования стала самостоятельная разработка блока управления LED-освещением, предназначенного для эксплуатации в помещениях. В ходе разработки системы были применены экономичные, массово доступные радиокомпоненты. Разработанное устройство построено на базе ESP32, что позволяет пользователю выбирать и устанавливать любое программное обеспечение для блока управления.

Стоит отметить, что разработка будет иметь положительный экономический эффект для пользователя, поскольку система позволит:

- уменьшить потребление электроэнергии [5];
- осуществлять круглосуточный мониторинг условий окружающей среды;
- иметь современную компонентную базу, что положительно сказывается на сроке службы и времени срабатывания (не более 3 секунд).

Список литературы

1. Кондряну К. *Электрическое освещение*. Кишнев: Издательство «TEHNICA-INFO»; 2013. 401 с. URL: <https://clck.ru/3Rsipg> (дата обращения: 18.02.2026).
2. *Экономическая эффективность использования светильников производственного типа*. ПИК. URL: <https://clck.ru/3RsqRz> (дата обращения: 18.02.2026).
3. Рычков А.В. *Индекс цветопередачи: что такое, для чего нужен, как подобрать оптимальный показатель*. URL: <https://master-led.ru/dolgovechnost-istochnikov> (дата обращения: 18.02.2026).
4. *Программирование устройств на основе модуля ESP32*. URL: https://habr.com/ru/companies/epam_systems/articles/522730/ (дата обращения: 18.02.2026).
5. *Освещение подъездов. Использование датчиков движения*. Некоммерческая организация «Региональный оператор — Фонд капитального ремонта многоквартирных домов в Хабаровском крае». URL: <http://www.fkr27.ru/sobstvennikam/expert-comments/osveshchenie-podezdov-ispolzovanie-datchikov-dvizheniya/index.php> (дата обращения: 18.02.2026).

Об авторе:

Ирина Денисовна Ершова, студент кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), irina.d.ershova@gmail.com

Анатолий Александрович Лаврентьев, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), alavrentyev@donstu.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Irina D. Ershova, Bachelor's Degree Student of the Electrical Engineering and Electronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), irina.d.ershova@gmail.com

Anatoly A. Lavrentyev, Dr.Sci. (Physics and Mathematics), Head of the Electrical Engineering and Electronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), alavrentiev@donstu.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.