

DOI 10.37539/2949-1991.2025.26.3.023  
УДК 528.8

**Микаева Светлана Анатольевна**, д. т. н., профессор,  
МИРЭА – Российский технологический университет,  
Москва

Mikaeva Svetlana Anatolyevna,  
MIREA – Russian Technological University

**Керимов Ильдар Таирович**, студент,  
МИРЭА – Российский технологический университет,  
Москва

Kerimov Ildar Tairovich,  
MIREA – Russian Technological University

## СВЕТОДИОДЫ LED: ПРИНЦИП РАБОТЫ, ПРИМЕНЕНИЕ И СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ LIGHT-EMITTING DIODES (LEDS): OPERATING PRINCIPLE, APPLICATION AND CONNECTION DIAGRAMS

**Аннотация:** Вы узнаете о самых распространённых сферах применения LED – от бытовых ламп до OLED-экранов и автомобильных фар. Особое внимание уделено правилам подключения светодиодов: расчёту токоограничивающего резистора, работе с микроконтроллерами (на примере Arduino) и управлению мощными светодиодами через драйверы. Для инженеров и перспективные концепции на ближайшее десятилетие.

**Abstract:** You will learn about the most common applications of LED – from household lamps to OLED screens and car headlights. Special attention is paid to the rules for connecting LEDs: calculating a current-limiting resistor, working with microcontrollers (using Arduino as an example), and controlling powerful LEDs through drivers. For engineers and promising concepts for the next decade.

**Ключевые слова:** Светодиоды, яркость светодиода, электролюминесценция, прямое напряжение, ток светодиода, OLED- дисплеи.

**Keywords:** LEDs, LED brightness, electroluminescence, forward voltage, LED current, OLED displays.

**Введение.** Светодиоды (LED) совершили настоящую революцию в освещении и электронике, вытеснив традиционные лампы накаливания и люминесцентные источники света. Их высокая энергоэффективность, долговечность и компактность сделали LED незаменимыми в самых разных сферах – от бытовой техники до профессионального оборудования. В этой статье мы подробно разберём физические принципы работы светодиодов, их ключевые характеристики и практические аспекты применения [1 – 4].

### Принцип работы светодиода.

1. Физика LED. Светодиод работает на основе электролюминесценции – явления испускания света при рекомбинации электронов и дырок в p-n-переходе полупроводника.

- Когда через p-n-переход пропускается ток, электроны из n-области переходят в p-область, где рекомбинируют с дырками.

- При этом выделяется энергия в виде фотонов (света).

- Цвет свечения зависит от ширины запрещённой зоны полупроводника (например, GaAs – инфракрасный, GaP – зелёный, InGaN – синий).

2. Основные характеристики. Прямое напряжение ( $V_f$ ) Обычно 1.8–3.6 В (зависит от цвета и материала),



Ток потребления ( $I_f$ ) 5–30 мА (у мощных LED – до 1 А и более),  
Яркость (Luminous Intensity) Измеряется в канделах (кд) или люменах (лм),  
Угол рассеивания От 15° (узконаправленные) до 120° (рассеянные),  
Срок службы 30 000–100 000 часов

**Применение светодиодов.**

1. Освещение. Бытовые лампы (LED-лампы, люстры, бра).  
2. Уличное освещение (фонари, прожекторы). Автомобильные фары (дневные ходовые огни, стоп-сигналы).

3. Индексация и подсветка. Электронные устройства (индикаторы включения, дисплей). Подсветка кнопок и экранов (в смартфонах, телевизорах).

4. Электроника и схемотехника. Оптроны (оптоизоляторы)- для гальванической развязки. Светодиодные матрицы и ленты – декоративная подсветка, 7-сегментные индикаторы – цифровые дисплеи.

Современные технологии. OLED-дисплеи (в телефонах и смартфонах). УФ-светодиоды (в стерилизаторах и отверждающих лампах).

**Схемы подключения светодиодов.**

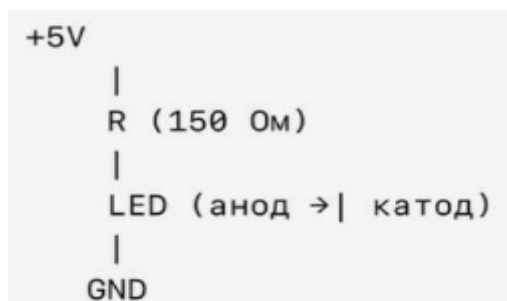
1. Простое подключение к источнику питания:

- Светодиод нельзя подключать напрямую к источнику напряжения без ограничительного резистора!
- Расчёт резистора.

Формула:

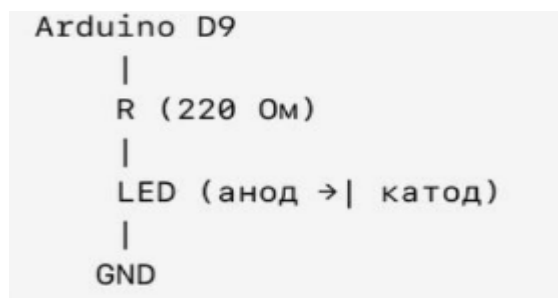
$$R = \frac{U_{\text{пит}} - U_f}{I_f} \tag{1}$$

- Схема подключения



2. Подключение к микроконтроллеру (Arduino).

- Микроконтроллеры имеют ограниченный выходной ток (обычно 20–40 мА), поэтому резистор обязателен.



- Код для мигания LED на Arduino:

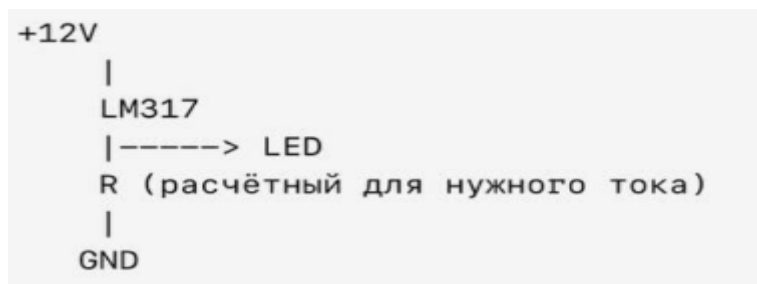


```
void setup() {  
  pinMode(9, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(9, HIGH); // Включить  
  delay(1000);           // Ждать 1  
сек  
  digitalWrite(9, LOW); //  
Выключить  
  delay(1000);           // Ждать 1  
сек  
}
```

### 3. Подключение мощных светодиодов

Для LED с током >100 мА требуется драйвер (например, на базе микросхемы LM317 или ШИМ-контроллера).

Схема с LM317 (регулируемый стабилизатор тока)



Формула для тока:

$$I_{out} = \frac{1.25}{R}$$

(2)

### Основные ошибки при подключении LED.

- Отсутствие токоограничивающего резистора → перегрев и выход из строя.
- Неправильная полярность (катод должен быть к "минусу").
- Превышение напряжения и тока (нужно проверять datasheet).
- Перегрев мощных LED (требуется радиатор).

**Заключение.** Светодиоды – это универсальные, энергоэффективные и долговечные источники света. Правильное подключение и расчёт параметров гарантируют их стабильную работу.

### Список литературы:

1. Nakamura S. et al. The Blue Laser Diode: GaN based Light Emitters and Lasers. – Springer, 1997.
2. Гуртов В.А. Светодиоды и их применение. – М.: Солон-Пресс, 2011.
3. Иванов Б.С. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы – СПб.: Лань, 2015.
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники (в 3-х томах) – М.: Мир, 1993.

