

Виктор Лебедев | Владимир Котов | vladimir.k@micronica-msq.com |
 Евгений Цевелюк | Сергей Шестопалов | Николай Янель

LED-драйверы и системы управления светодиодным освещением

Рассмотрены конструкции и схемотехника LED-драйверов, в том числе управляемых, и системы светодиодного освещения на их базе, изготавливаемые компаниями «Интеграл» и «Тандем Электроника».

Введение

Компаниями «Интеграл» (Республика Беларусь), «Тандем Электроника» (Российская Федерация) и СКТБ «Микроника» (Республика Беларусь) организовано производство LED-ламп и светильников, начиная от разработки, производства интегральных микросхем (ИМС) LED-драйверов и систем управления освещением и заканчивая изготовлением плат применения.

Производимые LED-лампы и светильники характеризуются продолжительным сроком эксплуатации, крайне низким уровнем энергопотребления, высокой светоотдачей, отсутствием пульсаций светового потока, нечувствительностью к нестабильной электросети и к частым включениям/выключениям, способностью уверенно работать в условиях повышенной влажности и серьезных морозов. В случае необходимости используется модульное расположение LED-диодов в осветительной системе, что позволяет не заменять незамедлительно LED-лампу при выходе из строя одного или нескольких светодиодов, так как общая светоотдача такой системы изменяется незначительно.

Светодиодные лампы и светильники обычно состоят из светодиодного модуля и платы источника тока (LED-драйвера), размещенных в корпусе-радиаторе. Все LED-лампы, трубки и светильники компаний «Интеграл» и «Тандем Электроника» комплектуются LED-драйверами, разработанными компанией СКТБ «Микроника», которая использует в их составе ИМС собственной разработки.

Во многих случаях актуально создание с целью экономии электроэнергии (системы уличного, офисного освещения, «умный дом») или для реализации специальных режимов освещения (птицеводческие фабрики, тепличное освещение и др.) управляемых систем освещения, в составе которых необходим управляемый источник питания (УИП). Использование УИП в таких

системах освещения может обеспечивать как групповое, так и адресное управление каждым светильником. Кроме того, УИП обеспечивают поддержку открытой распределенной архитектуры с интеллектуальной периферией, которая позволяет, во-первых, оптимизировать систему управления освещением под индивидуальные требования заказчика, во-вторых, система имеет расширенные функции по управлению освещением и обеспечивает возможность ее интеграции с другими распределенными системами управления. Основная область применения таких систем — птицеводческие

помещения, энергосберегающее уличное и офисное освещение.

LED-драйверы

LED-драйверы разрабатываются специалистами компаний «Интеграл» и «Тандем Электроника» и производятся на собственных мощностях с использованием пассивных комплектующих ведущих мировых производителей, что гарантирует их высокие эксплуатационные характеристики. В драйверах светодиодов, которые по типу подразделяются на линейные, изолированные и неизолированные, используются собственные специально спроектированные микросхемы, обеспечивающие функционирование драйвера с высокими техническими параметрами (таблица 1).

Таблица 1. Краткие характеристики LED-драйверов

U _{вх} , В	P, Вт	Тип драйвера	КПД, %	Фактор мощности	Применение
110/220	5/10	Линейный	>90	>0,6	LED-трубки/лампы (эконом-вариант)
90–255	6–22	Изолированный	>85	>0,94	LED-трубки
90–255	3–22	Неизолированный	>86	>0,9	LED-трубки/лампы
90–255	20–60	Изолированный	>87	>0,95	Индустриальные/уличные светильники

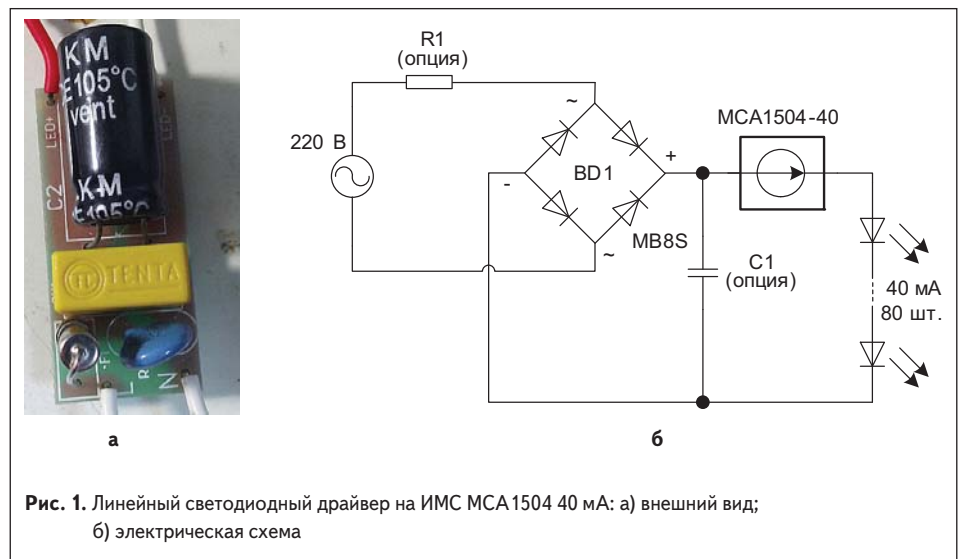


Рис. 1. Линейный светодиодный драйвер на ИМС MCA1504 40 мА: а) внешний вид; б) электрическая схема

Как видно из таблицы 1, разработанные LED-драйверы характеризуются расширенным диапазоном входного напряжения, высокой эффективностью, высоким фактором мощности. Стабильность тока всех типов драйверов не хуже $\pm(1-3)\%$, срок службы более 40 000 ч. Возможно увеличение срока службы до 80 000 ч и более за счет схемотехнических решений, исключающих электролитические конденсаторы в плате драйвера.

Линейные LED-драйверы

Линейный драйвер представляет собой ограничитель тока, выполненный на семействе микросхем MCA1504, рассчитанных на типовой выходной ток 20, 30, 40 и 60 мА. Упрощенно ограничитель тока можно представить в виде некоего регулируемого резистора, сопротивление которого меняется в зависимости от напряжения на нем, за счет чего ток в цепи резистора остается постоянным [1]. Внешний вид драйвера и его схема показаны на рис. 1. Стабильность тока составляет $\pm 2,5\%$ в диапазоне сетевых напряжений 210–230 В (рис. 2).

Изолированные LED-драйверы

Изолированный драйвер мощностью 6–22 Вт разработан на базе микросхемы MCA1501 [2], а мощностью 40–200 Вт — на базе MCA6062. Драйвер этого типа представляет собой гальванически изолированный от сети обратногоходовой импульсный преобразователь напряжения (flyback converter) с контролем выходного тока через цепь обратной связи посредством оптопары и активным корректором коэффициента мощности (ККМ). Внешний вид драйверов на ИМС MCA1501 и MCA6062 и их блок-схема показаны на рис. 3.

Микросхемы MCA1501 и MCA6062 представляют собой сетевой светодиодный контроллер с ККМ, разработанный для управления обратногоходовыми понижающими или повышающими преобразователями, работающими в режиме критической проводимости (Critical Conduction Mode). Драйверы данной конструкции характеризуются высокой стабильностью тока: изменение тока не превышает $\pm 1\%$ в диапазоне сетевых напряжений 90–255 В (рис. 4).

В изолированном LED-драйвере большой мощности (60–200 Вт) используется схема обратногоходового импульсного преобразователя напряжения на базе ИМС MCA6062 с активным ККМ на входе (рис. 5).

Неизолированные LED-драйверы

Схема неизолированных светодиодных драйверов содержит фильтр радиопомех, блок выпрямителя, схему управления со встроенным активным либо с внешним пассивным ККМ и блок ключа с интегрирующим элементом. Данные LED-драйверы мощностью 3–22 Вт построены на базе микросхем MCA1602 и MCA1503 и представляют собой понижающий импульсный преобразователь напряжения (buck converter) с пассивным ККМ (для схемы с MCA1602) и активным ККМ (для схемы с MCA1503). Внешний вид

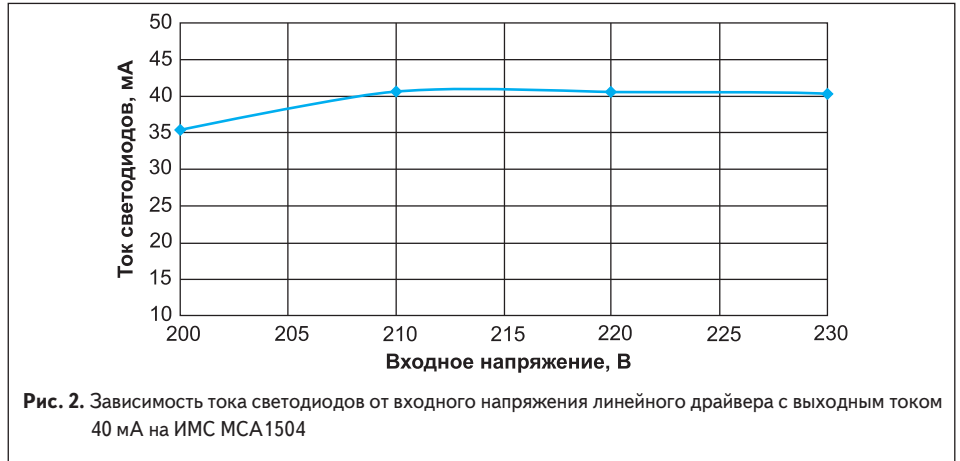


Рис. 2. Зависимость тока светодиодов от входного напряжения линейного драйвера с выходным током 40 мА на ИМС MCA1504

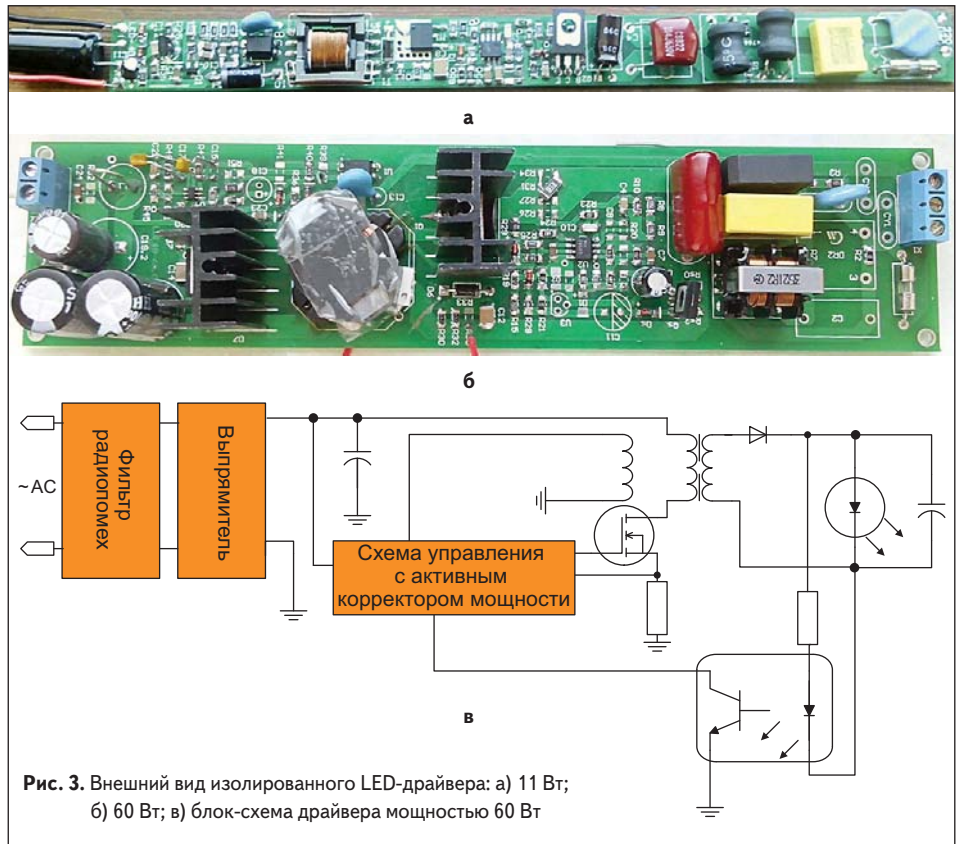


Рис. 3. Внешний вид изолированного LED-драйвера: а) 11 Вт; б) 60 Вт; в) блок-схема драйвера мощностью 60 Вт

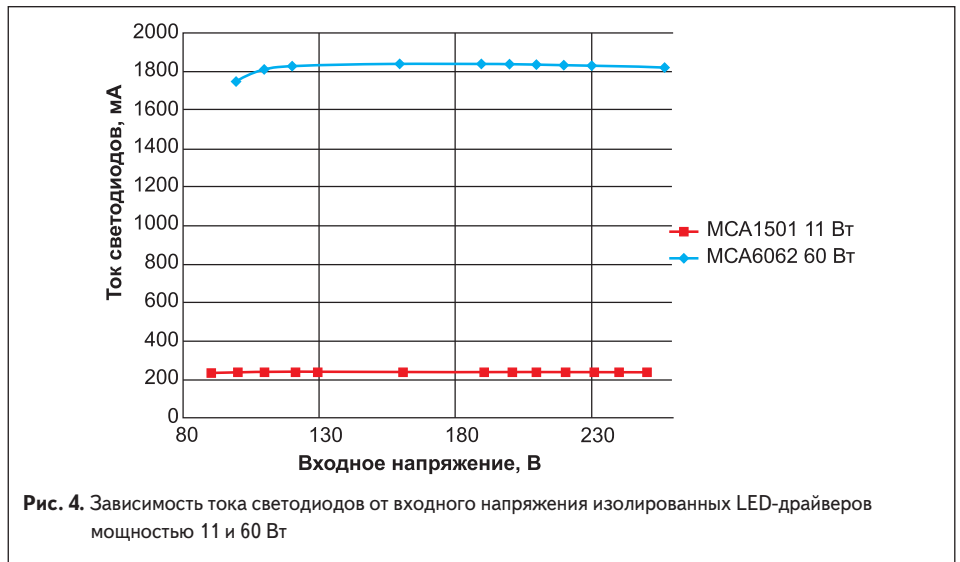
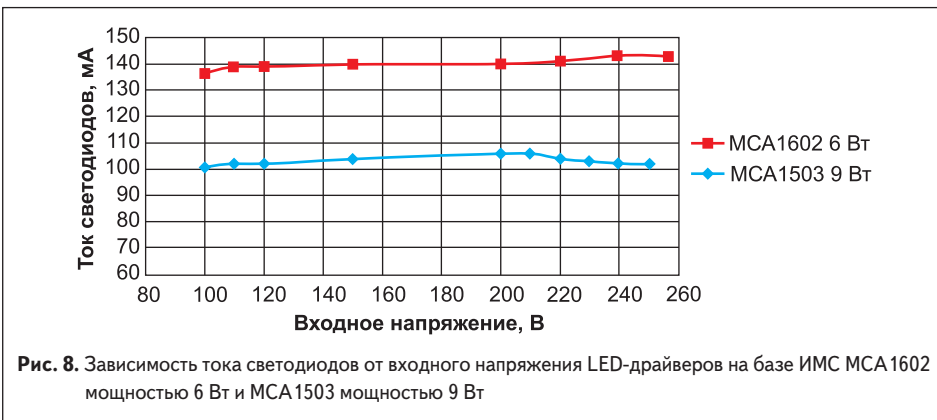
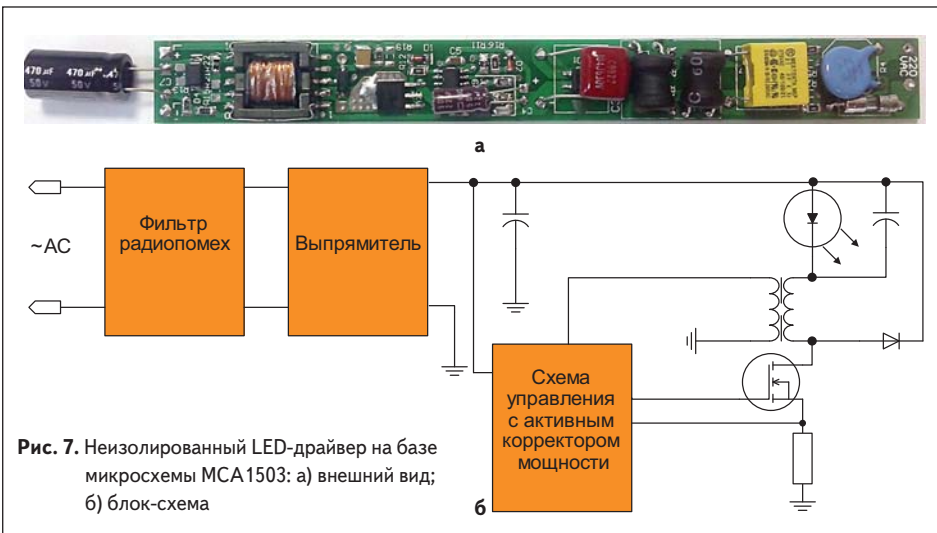
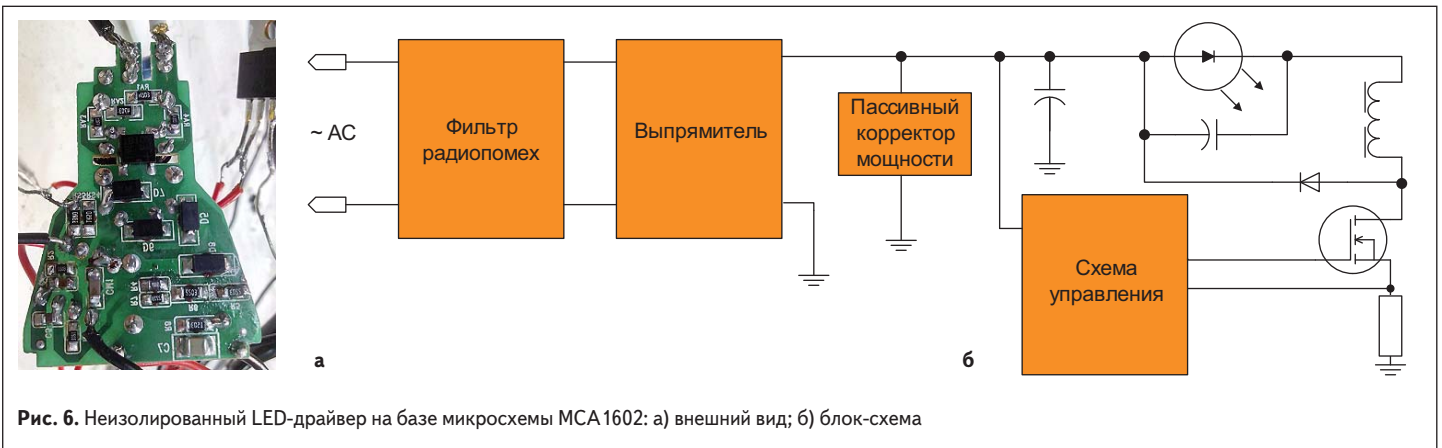
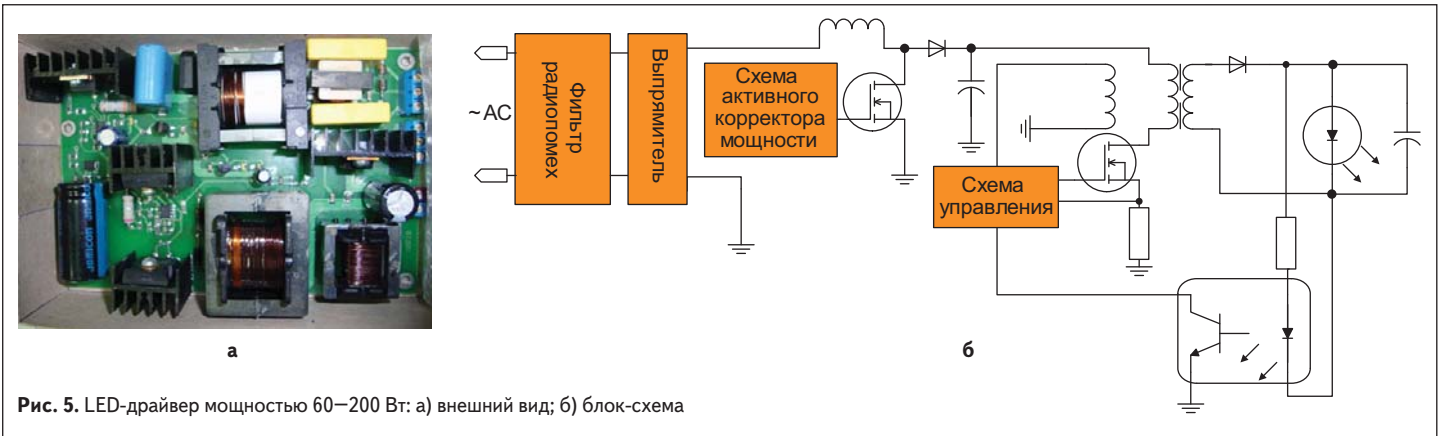


Рис. 4. Зависимость тока светодиодов от входного напряжения изолированных LED-драйверов мощностью 11 и 60 Вт



неизолированных LED-драйверов и их блок-схема показаны на рис. 6, 7. Изменение тока неизолированных LED-драйверов на базе ИМС MCA1602 и MCA1503 в диапазоне сетевых напряжений 100–255 В не превышает $\pm 3\%$ (рис. 8).

Управляемый источник питания

УИП при решении задачи создания интеллектуальных систем освещения обеспечивает реализацию двух основных функций:

- прием, обработка и передача микросхеме LED-драйвера управляющего сигнала;
- обеспечение заданной яркости свечения источника света при оптимальных режимах работы светодиодов.

Конструктивно УИП реализован на одной плате (рис. 9), которая содержит контроллер управления с каналом цифрового интерфейса и источник импульсного тока питания светодиодов — LED-драйвер. В составе УИП могут использоваться как изолированные, так и неизолированные LED-драйверы, аналогичные описанным выше.

LED-драйвер мощностью 20 Вт, входящий в состав УИП, изображенного на рис. 9,



Рис. 9. Внешний вид УИП с неизолированным 20-Вт LED-драйвером

представляет собой понижающий импульсный преобразователь напряжения (buck converter) с пассивным ККМ и схемой управления тока светодиодов по LIN-интерфейсу. Зависимости эффективности (КПД), выходного тока (тока светодиодов) и фактора мощности этого LED-драйвера представлены на рис. 10–12.

Управление яркостью светодиодов осуществляется по следующему алгоритму (рис. 13): цифровой управляющий сигнал формируется контроллером пульта управления системы в соответствии с установленной на нем программой и поступает по двухпроводному оптически развязанному каналу связи в модуль интерфейса UART микроконтроллера управления УИП.

Каждый микроконтроллер управления УИП имеет уникальный адрес. В системе пульт управления имеет статус мастера интерфейсной шины, остальные устройства являются ведомыми. Физически сигнал в линии передачи данных является токовым, что обеспечивает устойчивость к внешним помехам и позволяет создавать линии связи длиной до 200 м. В каждом устройстве имеется блок сопряжения с микроконтроллером через оптическую сигнальную развязку. Блок интерфейса микроконтроллера управления модифицирует протокол LIN, уменьшая скорость обмена данными до скорости 10 кбит/с, что обеспечивает устойчивую работу канала связи на длинных расстояниях при вполне достаточной для управления системами освещения скорости. В соответствии с принятой командой микроконтроллер выдает сигнал управления (ШИМ или линейный) на вход диммирования микросхемы LED-драйвера.

Литература

1. Рудаковский Д., Цевелюк Е., Тарайкович А., Яцко Т. Регуляторы тока светодиодов «Микроника» серии МСА1504 // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 4.
2. Цевелюк Е., Котов В. Обзор LED-драйверов для светодиодных ламп широкого применения // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 5.

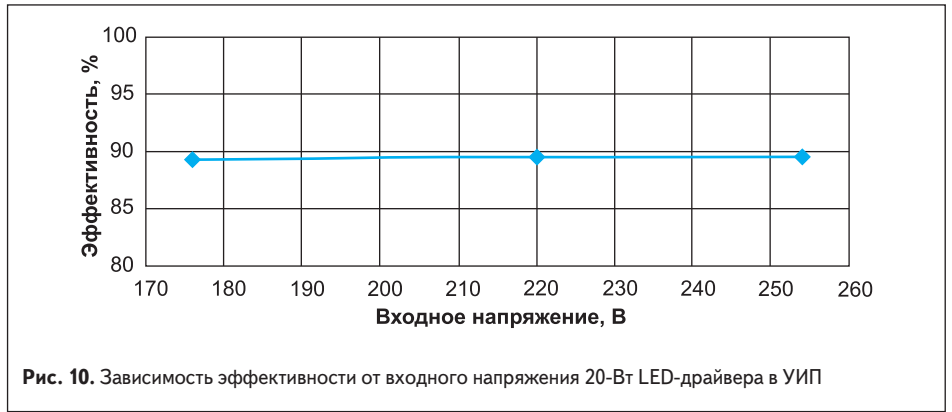


Рис. 10. Зависимость эффективности от входного напряжения 20-Вт LED-драйвера в УИП

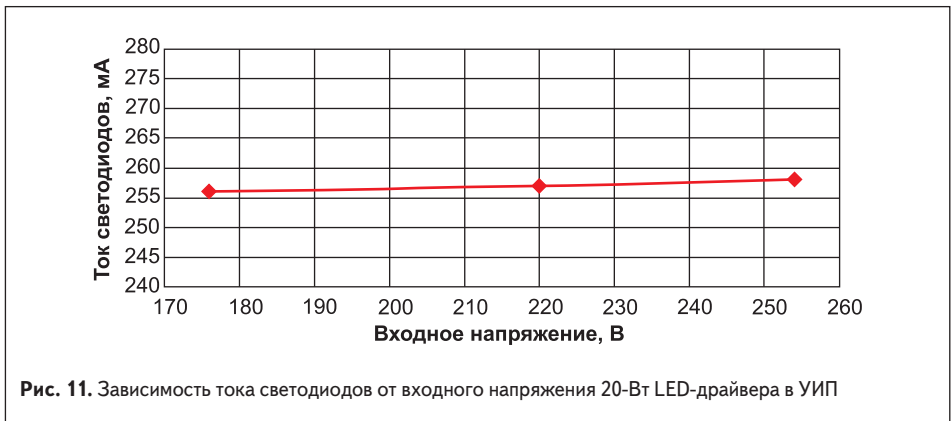


Рис. 11. Зависимость тока светодиодов от входного напряжения 20-Вт LED-драйвера в УИП

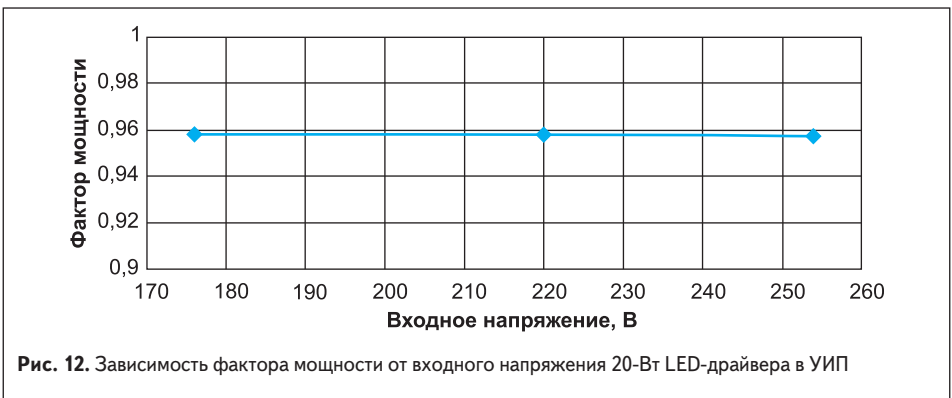


Рис. 12. Зависимость фактора мощности от входного напряжения 20-Вт LED-драйвера в УИП

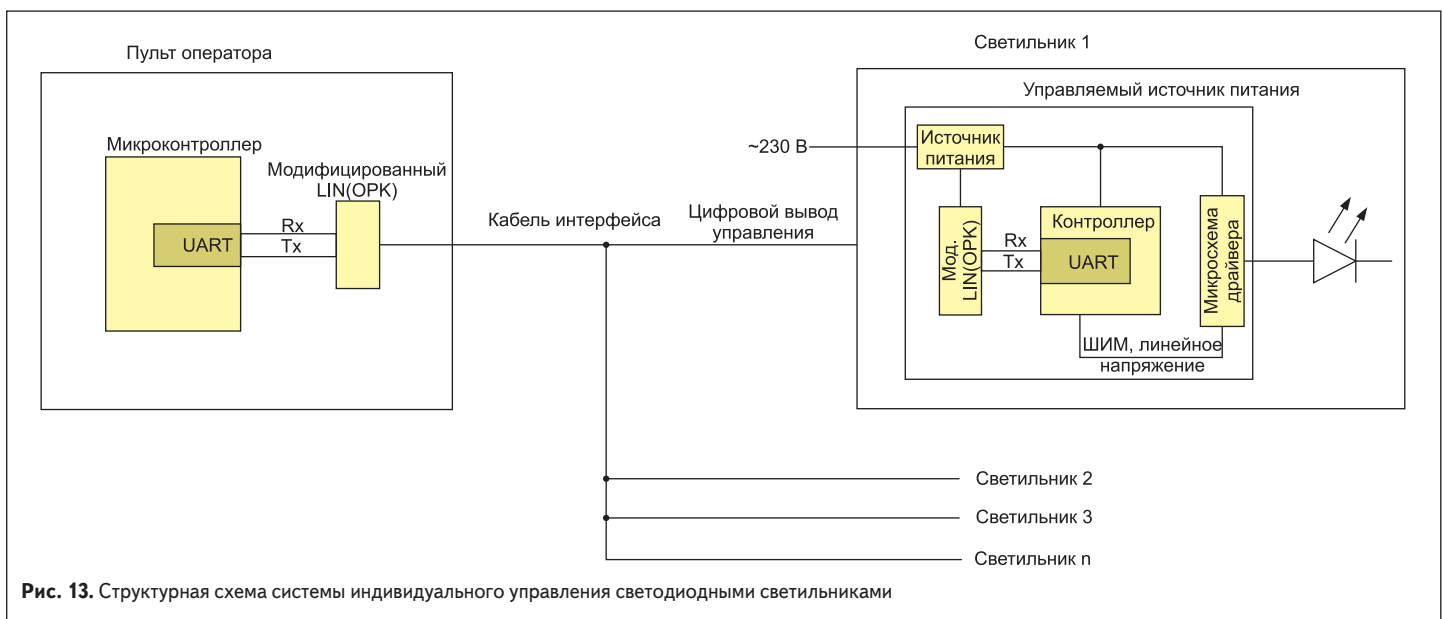


Рис. 13. Структурная схема системы индивидуального управления светодиодными светильниками