

Светодиодные AC/DC-драйверы Mean Well

серий LPF-xx, LPF-xxD

LPF-xx, LPF-xxD — светодиодные источники питания фирмы Mean Well с коррекцией коэффициента мощности (ККМ) и стабилизацией по току. Среди областей применения новых источников питания (ИП) — внутреннее, внешнее, театральное, сценическое и коммерческое освещение, архитектурная и декоративная подсветка.

Структура источников питания серий LPF

Структурная схема LPF-xx представлена на рис. 1. ИП включают в себя фильтр сетевых помех, выпрямитель, ККМ, преобразователь напряжения, схемы защиты и управления. Выход гальванически развязан от входа, сопротивление изоляции не менее 100 МОм, электрическая прочность изоляции не менее 3,75 кВ.

ИП серии LPF-xxD полностью залиты теплопроводящим компаундом и имеют пластиковый корпус. Такая конструкция позволяет им выдерживать вибрации до 5g (за исключением серий LPF-16(D), для них уровень вибраций всего 2g), защищает электронные компоненты от пыли и влаги. Кроме того, модели имеют кабели с двойной изоляцией. Серии LPF-25/40/60/90(D) имеют степень защиты IP67, LPF-16(D) — IP30; возможен также заказ

защищенного исполнения (IP67) — версия LPF-16(D)-P.

Серия LPF-xxD перекрывает диапазон выходных мощностей 16–90 Вт и напряжений 12–54 В. Эффективность (КПД) источников питания составляет 70–91% в зависимости от нагрузки. Рабочий температурный диапазон источников серий LPF-xxD при естественном воздушном охлаждении — $-40...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Гармонический состав потребляемого тока соответствует требованиям стандарта EN61000-3-2 Класс C (при нагрузке не менее 60% от номинальной). ИП относятся к устройствам II класса (защитное заземление не требуется), соответствуют требованиям стандартов UL8750, EN61347-1, EN61347-2-13.

Защитные функции включают в себя:

- защиту от короткого замыкания (Ниссуп protection) — автоматическое восстановление после устранения короткого замыкания;

- от перенапряжения по выходу — отключение выходного напряжения, выключение источника, для продолжения работы требуется перезапуск;
- от перегрузки — ограничение тока до снятия аварийной ситуации, восстанавливается автоматически;
- от перегрева — отключение выходного напряжения при превышении температуры $+90 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, требуется переподключение (для маломощных моделей 16–25 Вт пороговая температура $+95...+100 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, восстановление автоматическое).

Серия LPF-xxD дополнительно имеет комбинированную «3 в 1» функцию регулирования выходного тока, что позволяет управлять источником при помощи ШИМ-сигнала, аналогового напряжения 1–10 В, либо при помощи переменного резистора. Это дает возможность разработчикам более гибко подходить к проектированию систем освещения. Структура источников питания серий LPF-xxD отличается только наличием линий управления по выходу — DIM+ и DIM- (рис. 2).

Ключевые возможности серий LPF-xxD:

- Широкий диапазон входного напряжения:
 - переменный ток 90–305 В;

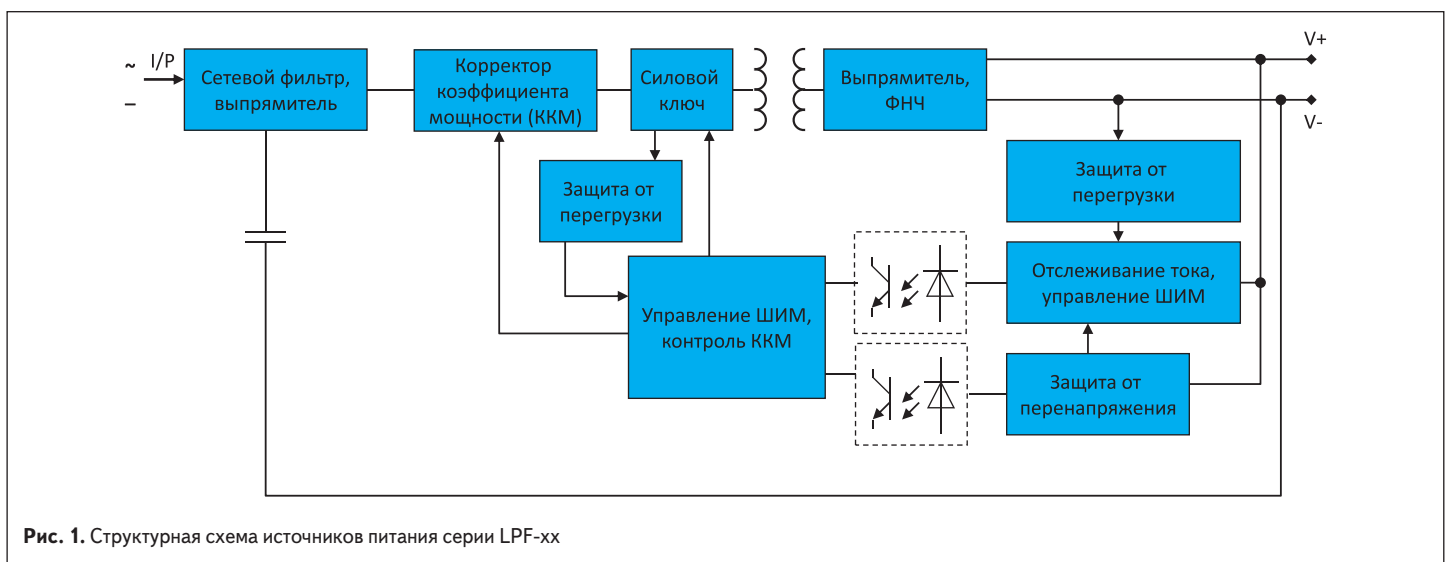


Рис. 1. Структурная схема источников питания серии LPF-xx

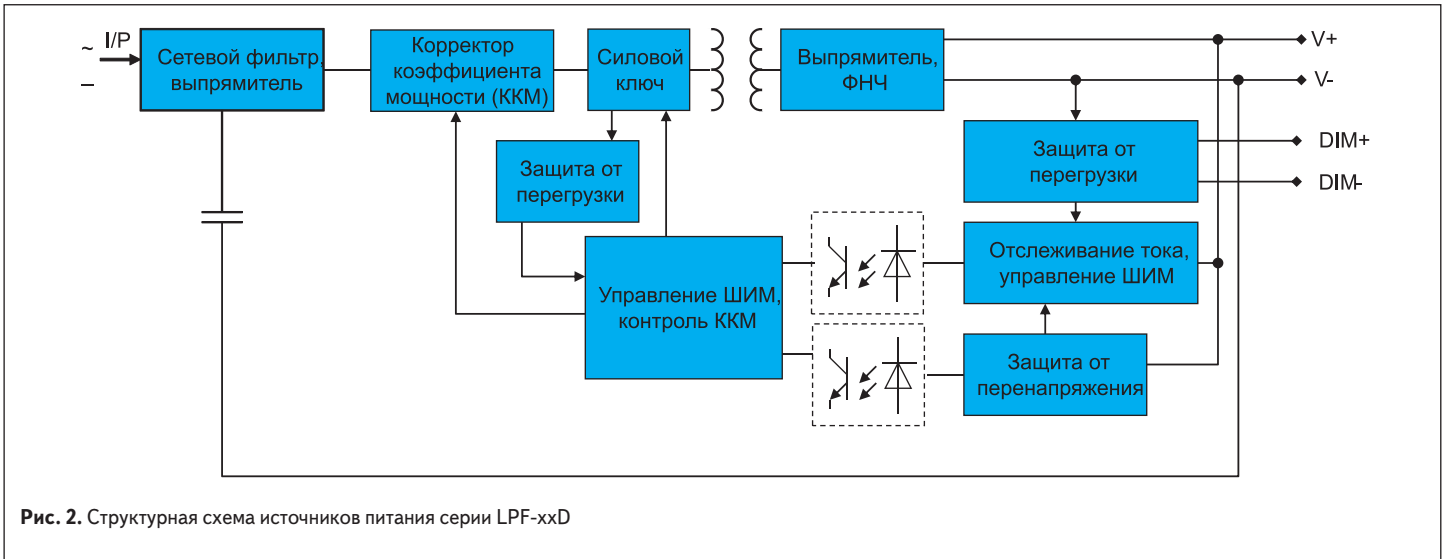


Рис. 2. Структурная схема источников питания серии LPF-xxD

- постоянный ток 127–431 В.
- Активная коррекция коэффициента мощности: соответствует EN61000-3-2 Класс C (при нагрузке >60%).
- Для серий LPF-xxD дополнительная функция регулирования тока «3 в 1» (напряжение, ШИМ или резистор).
- Залитый пластиковый корпус IP67 (кроме LPF-16(D), для него уровень защиты IP30).
- КПД до 91%.
- Естественное охлаждение.
- II класс защиты от поражения электрическим током (без заземления).
- Защита от короткого замыкания, перенапряжения по выходу, перегрузки и перегрева.
- Сертификаты соответствия — UL/CUL/TUV/CB/CE.

Особенности режимов работы

В светодиодных светильниках обычно используются два метода управления светодиодами — прямое (direct drive) и при

помощи LED-драйвера. В качестве LED-драйвера используются линейные или импульсные стабилизаторы, обеспечивающие стабильный ток через светодиоды. В зависимости от конструкции светильника или предъявляемых требований это могут быть отдельные специализированные микросхемы или модульные понижающие или повышающие DC/DC-преобразователи. В первом случае ИП должен обеспечить постоянный выходной ток (режим CC), во втором — постоянное выходное напряжение (режим CV). Источники питания Mean Well серий LPF-xxD способны работать в обоих режимах. Их выходная вольт-амперная характеристика представлена на рис. 3. При токе нагрузки меньше номинального (до 95–98%) источник работает в режиме постоянного напряжения. При дальнейшем повышении потребляемого тока срабатывает ограничение, и ИП работает как источник тока, выходное напряжение при этом понижается. Падение

напряжения ниже 60% (50% для 16- и 25-Вт версий) воспринимается как ситуация короткого замыкания.

Серии LPF весьма толерантны к изменению входного напряжения — возможность отдавать полную мощность сохраняется при входных напряжениях от 100–110 до 300 В, при более низких напряжениях выходная мощность падает, при входном напряжении выше 305 В срабатывает защита (рис. 4).

Технические характеристики

Все источники питания серий LPF-xxD обладают достаточно высокой эффективностью преобразования, несколько зависящей от нагрузки — КПД увеличивается процентов на 10–20% при увеличении потребляемой мощности от 10 до 100%. Более мощные модели — с выходной мощностью 60 и 90 Вт — имеют более высокий КПД по сравнению с низковольтными моделями, особенно при работе на неполную мощность,

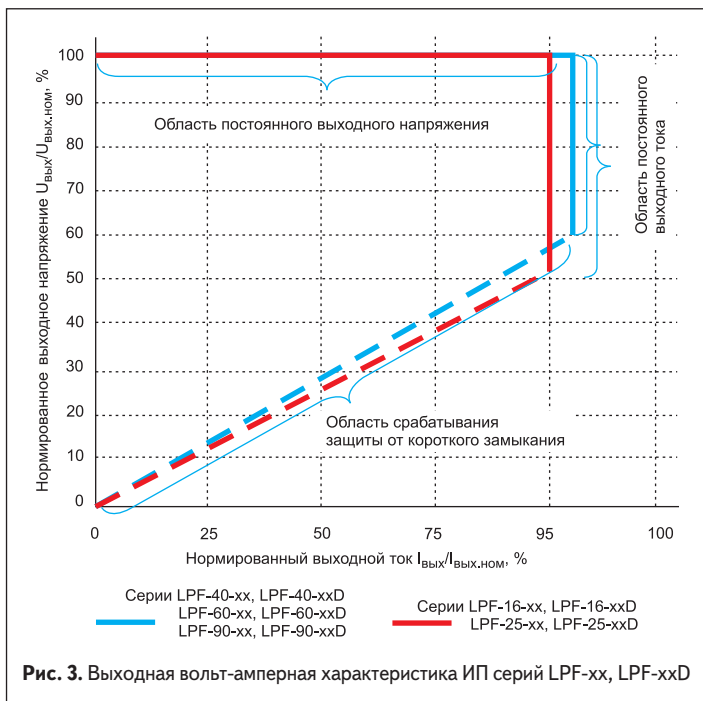


Рис. 3. Выходная вольт-амперная характеристика ИП серий LPF-xx, LPF-xxD

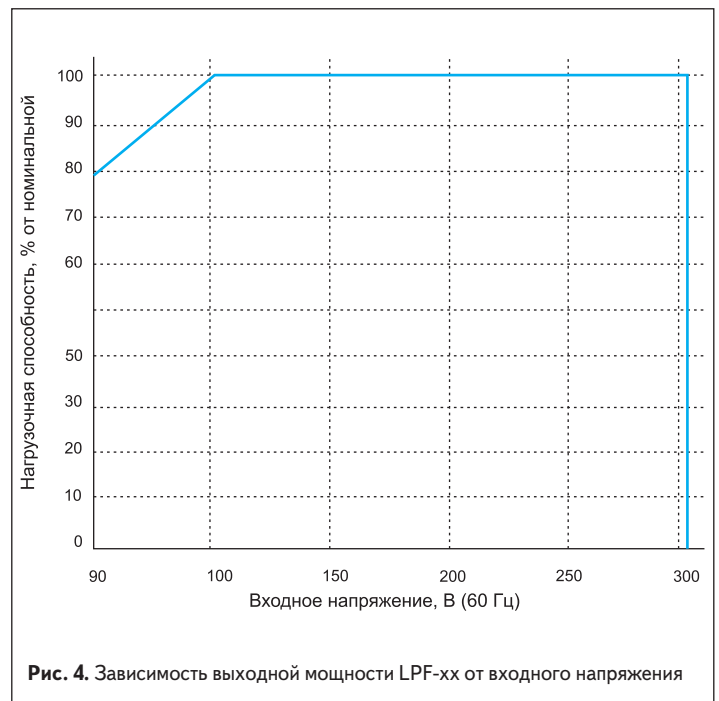


Рис. 4. Зависимость выходной мощности LPF-xx от входного напряжения

однако преимущество в КПД — всего пару процентов (рис. 5).

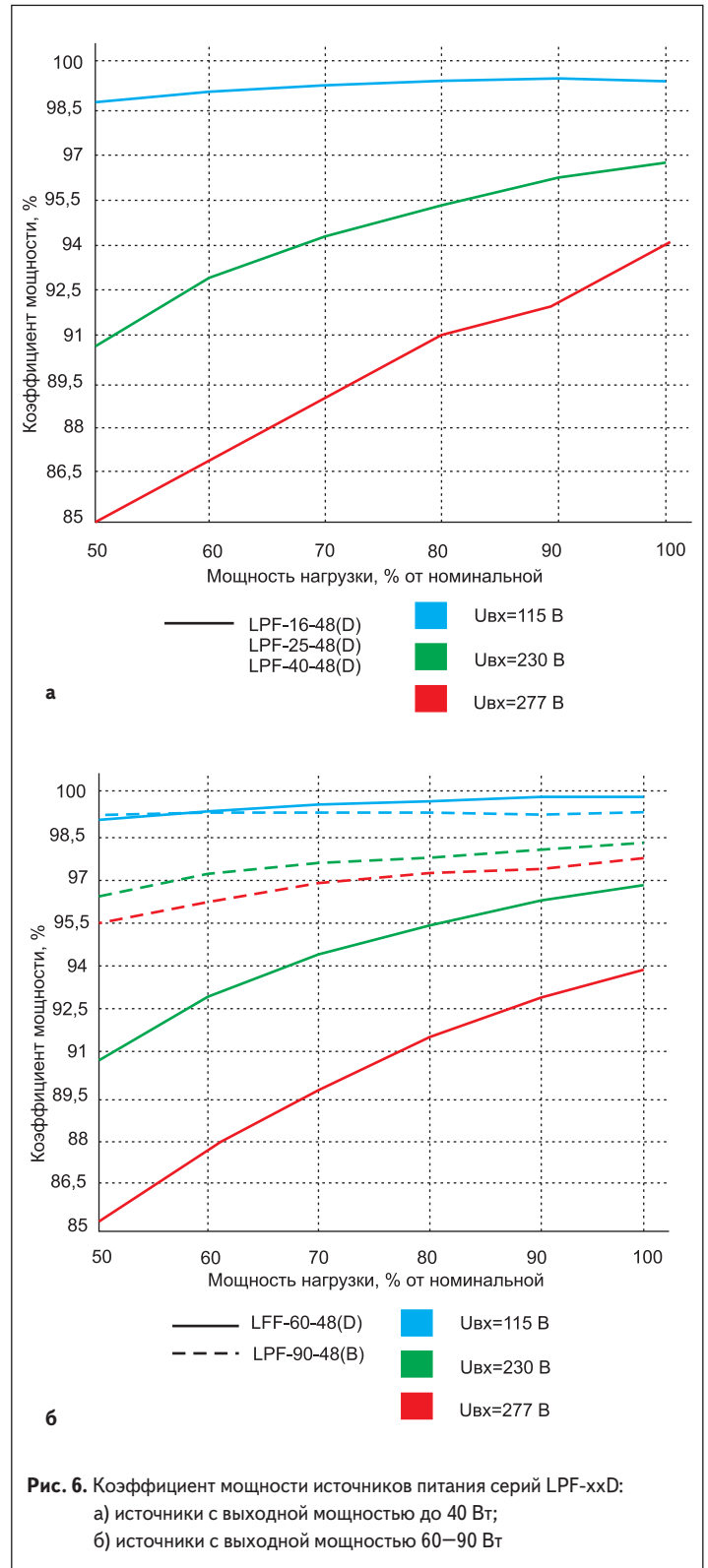
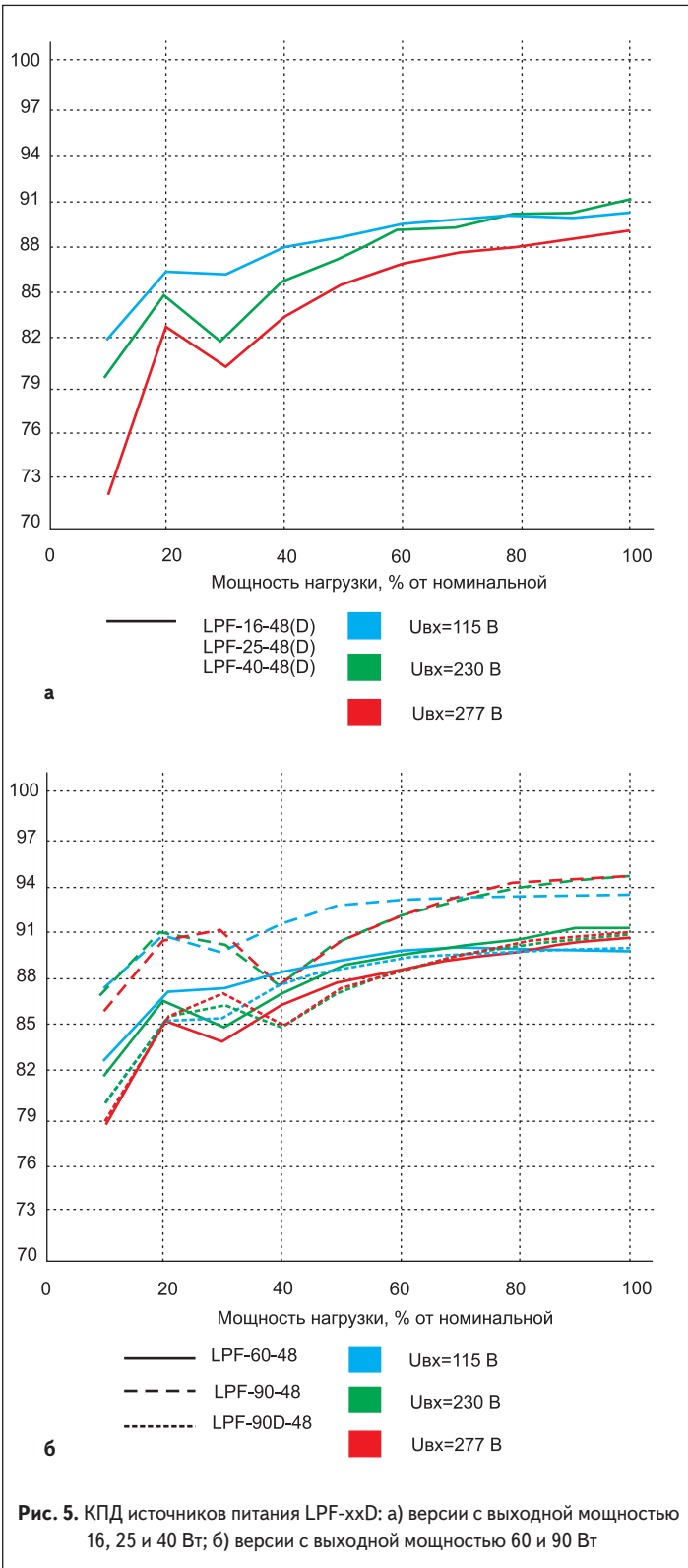
В среднем, коэффициент мощности лежит в пределах 0,95–0,97 при нагрузках свыше 50% от номинальной [3–12]. Наилучшие показатели у LPF-90(D) — самого мощного ИП из данной группы: при номинальном сетевом напряжении (220–230 В) коэффициент мощности составляет 96–98% (рис. 6). В сочетании с высоким КПД это делает его подходящим для построения систем свето-

диодного освещения, основанных на распределенной сети с общей низковольтной шиной, где в качестве нагрузки выступают мало- и среднечастотные светильники с собственным LED-драйвером типа DC/DC (например, из серии LDD [2]).

Как уже упоминалось, рабочий диапазон температур источников питания серии LPF составляет –40...+70 °С, но в пределах данного диапазона есть области, особенно поведения в которых необходимо

учитывать при проектировании системы освещения или отдельного светильника. Во-первых, работа в области низких температур –40(–30)...–25 °С гарантирована только для входного напряжения 220–230 В без нормирования выходных параметров. Во-вторых, при температурах +50...+70 °С происходит снижение максимальной выходной мощности до 50% (рис. 7).

Основные характеристики источников питания серий LPF-xxD представлены в таблице 1.



Для каждой мощности из ряда 16, 25, 40, 60 и 90 Вт в серии LPF присутствуют модели с различным выходным напряжением и номинальным током [3–12].

Сфера применения

Области применения светодиодных светильников постоянно расширяются благо-

даря развитию и удешевлению технологии их производства.

Для многих задач важна возможность включения светильника в систему управления — в случае автоматизации зданий, интеллектуального распределения энергии, дистанционного управления. Наиболее востребованные функции — включение/выключение, регулировка

уровня освещенности. В основном выделяют три основные области:

- внутреннее освещение коммерческих и промышленных помещений;
- внешнее освещение;
- светильники для ЖКХ.

Требования к температурному диапазону регламентируются ГОСТ 15150-69 с изменениями от 28.05.99 в зависимости от исполнения и применения — наружное или внутреннее. Требования к классу защиты определяются по ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP)» и существенно зависят от конкретной области применения. Допустимый уровень пульсаций светового потока также зависит от условий эксплуатации светильника, правда, в этом случае определяющим является присутствие человека и характер его деятельности в помещении. Регулирующими документами в этом случае являются свод правил СП 52.13330.2011 и СанПиН 2.2.1 2.1.1.2585-10, определяющие пределы 10–20% (самая жесткая норма — 5%, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Наличие ККМ обязательно для источников мощностью более 25 Вт по ГОСТ Р 513.3.2.-2006.

Примерное распределение областей применения светодиодных светильников различной

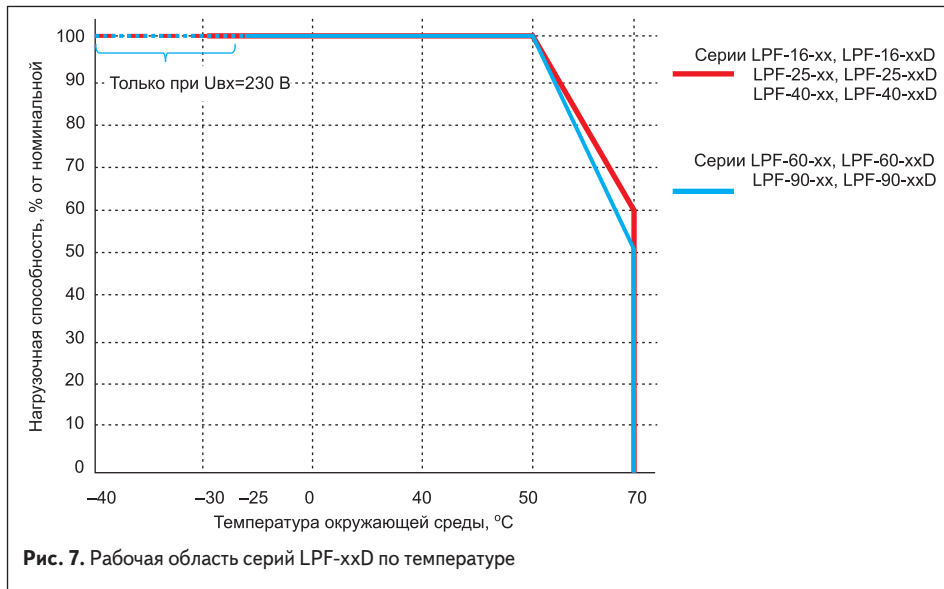


Таблица 1. Основные параметры источников питания LPF-xx

Наименование	Мощность, Вт	Выходное напряжение (режим CV), В	Выходной ток, А (режим CC)	Диапазон выходных напряжений в режиме CC, В	Шумы и пульсации, мВ, размах	Входной ток/пусковой ток, А (Uвх = 230 В, переменный ток)	Минимальное время наработки на отказ, тыс. ч
LPF-16-12(D)	16,08	12	1,34	6–12	150	0,2/50	473,3
LPF-16-15(D)	16,05	15	1,07	7,5–15	150		
LPF-16-20(D)	16	20	0,8	10–20	150		
LPF-16-24(D)	16,08	24	0,67	12–24	150		
LPF-16-30(D)	16,2	30	0,54	15–30	200		
LPF-16-36(D)	16,2	36	0,45	18–36	250		
LPF-16-42(D)	16,38	42	0,39	21–42	250		
LPF-16-48(D)	16,32	48	0,34	24–48	250		
LPF-16-54(D)	16,2	54	0,3	27–54	350		
LPF-25-12(D)	25,2	12	2,1	6–12	150	0,2/50	473,4
LPF-25-15(D)	25,05	15	1,67	7,5–15	150		
LPF-25-20(D)	25	20	1,25	10–20	150		
LPF-25-24(D)	25,2	24	1,05	12–24	150		
LPF-25-30(D)	25,2	30	0,84	15–30	200		
LPF-25-36(D)	25,2	36	0,7	18–36	250		
LPF-25-42(D)	25,2	42	0,6	21–42	250		
LPF-25-48(D)	25,44	48	0,53	24–48	250		
LPF-25-54(D)	25,38	54	0,47	27–54	350		
LPF-40-12(D)	40,08	12	3,34	7,2–12	150	0,3/75	438,8
LPF-40-15(D)	40,08	15	2,67	9–15	150		
LPF-40-20(D)	40	20	2	12–20	150		
LPF-40-24(D)	40,08	24	1,67	14,4–24	150		
LPF-40-30(D)	40,2	30	1,34	18–30	200		
LPF-40-36(D)	40,32	36	1,12	21,6–36	250		
LPF-40-42(D)	40,32	42	0,96	25,2–42	250		
LPF-40-48(D)	40,32	48	0,84	28,8–48	250		
LPF-40-54(D)	41,04	54	0,76	32,4–54	350		
LPF-60-12(D)	60	12	5	7,2–12	150	0,4/75	440,5
LPF-60-15(D)	60	15	4	9–15	150		
LPF-60-20(D)	60	20	3	12–20	150		
LPF-60-24(D)	60	24	2,5	14,4–24	150		
LPF-60-30(D)	60	30	2	18–30	200		
LPF-60-36(D)	60,12	36	1,67	21,6–36	250		
LPF-60-42(D)	60,06	42	1,43	25,2–42	250		
LPF-60-48(D)	60	48	1,25	28,8–48	250		
LPF-60-54(D)	60,48	54	1,12	32,4–54	350		
LPF-90-15(D)	75	15	5	9–15	150	0,5/70	301,6
LPF-90-20(D)	90	20	4,5	12–20	150		
LPF-90-24(D)	90	24	3,75	14,4–24	150		
LPF-90-30(D)	90	30	3	18–30	200		
LPF-90-36(D)	90	36	2,5	21,6–36	200		
LPF-90-42(D)	90,3	42	2,15	25,2–42	200		
LPF-90-48(D)	90,24	48	1,88	28,8–48	200		
LPF-90-54(D)	90,18	54	1,67	32,4–54	200		

Таблица 2. Спектр применений систем светодиодного освещения и требований к ним

Применение	Внутреннее освещение жилых и хозяйственных помещений, светильники для нужд ЖКХ	Системы основного освещения коммерческих и производственных помещений	Наружное освещение — уличное освещение, парковки, спортивные сооружения, промышленные территории, ландшафтный дизайн
Мощность, Вт	<25	15–75	35–250
Конфигурация светодиодного светильника	Одиночная линия, распределенная сеть с общей низковольтной шиной	Одиночная линия, возможно параллельное включение нескольких линий	Одиночная линия, несколько параллельных линий, индивидуальный контроль над линиями
Ключевые факторы, требующие внимания	Низкая стоимость, совместимость с тиристорными регуляторами, ККМ, высокая эффективность, спектр излучения, экономичность, большой срок службы	ККМ, высокая эффективность, регулировка, быстрая окупаемость, спектр излучения, безопасность, низкие эксплуатационные расходы, экологичность	ККМ, высокая эффективность, быстрая окупаемость, высокая яркость, безопасность, низкие эксплуатационные расходы, экологичность
Основные требования к ИП			
Температурный диапазон, °С	-40...+50	0...+60 (для коммерческих помещений); -20...+60 (для складских и промышленных помещений)	-40(-60)...+60
Класс защиты от внешних факторов	IP20–IP66/67	Не ниже IP20	IP66/IP67
Наличие ККМ	Не обязателен, или пассивная коррекция	При выходной мощности более 25 Вт	Обязателен
Защита от ЭМП	Не критично	Защита от импульсов большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5-95)	Защита от импульсов большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5
Качество светового потока	Цветовая температура не нормируется; Уровень пульсаций критичен только для помещений с длительным пребыванием людей <20%	Диапазон цветовой температуры 2400–6800К; пульсации светового потока 5–10%	Высокая яркость; управление световым потоком

мощности и типичные требования к источникам их питания представлены в таблице 2.

Сравнивая характеристики источников питания LPF и требования различных областей применения, можно сделать следующие выводы.

По требованиям электромагнитной совместимости серии LPF подходят для всех перечисленных типов приложений — отвечают требованиям стандарта EN61000-3-2 Класс С (ГОСТ Р 51317.3.2-2006). По защите от электромагнитных помех соответствуют стандартам EN61000-4-4, IEC61000-4-5 (ГОСТ Р 51317.4.5). Аналогичная ситуация и с защитой от внешних воздействий — IP67, что также перекрывает потребности всех областей применения (за исключением серии LPF-16(D) [3,4]).

Гальваническая развязка и относительно низкое выходное напряжение обеспечивают высокую степень защиты от поражения электрическим током.

Высокий КПД и длительный срок службы делают LPF весьма экономичным решением, а также позволяют при незначительных потерях использовать данные ИП в связке с DC/DC LED-драйверами отдельных светильников низковольтной сети или линейки светодиодов с линейными стабилизаторами тока.

Слабая зависимость от влияния нагрузки (в пределах рабочего диапазона ±0,5%) позволяет строить светильники с несколькими индивидуально управляемыми линейками светодиодов, включая ШИМ-управление.

Диммирование

Управляемые модели (серии LPF-xxD) обеспечивают достаточно линейную характеристику управления (табл. 3) практически при любом методе — сопротивлением, управляющим напряжением или ШИМ-сигналом (рис. 8).

Номиналы регулировочного резистора — 0–100 К, уровни аналогового регулирования 0–10 В, допустимые частоты управляющего ШИМ-сигнала 100–3000 Гц. Если не использовать функцию управления, выводы диммирования можно оставить разомкнутыми, при этом выходной ток источника будет равен номинальному.

Еще одна важная особенность, связанная с применением ИП серий LPF-xxD: функция диммирования даже на минимальном уровне не полностью прерывает ток через светодиоды, что приводит к незначительному свечению светильника. Для полного отключения светильника необходимо дополнительно разрывать цепь питания источника, например при помощи реле (электрохимического или твердотельного) или механического выключателя.

Даже при работе в режиме постоянного напряжения уровень выходных пульсаций составляет не более 350 мВ, точность поддержания выходного напряжения ±4%, что в итоге дает малый уровень пульсаций светового потока (даже для моделей с выходным напряжением 12 В уровень пульсаций напряжения не превышает 3%). Таким образом, источники питания серий LPF вполне подходят даже для организации систем освещения офисных помещений.

Таблица 3. Зависимость выходного тока от регулировки (LPF-90-48(D))

Сопротивление, кОм	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Выходной ток, А	0,221	0,404	0,591	0,775	0,957	1,136	1,32	1,504	1,704	1,884
$I_{\text{вых}}/I_{\text{ном}}$, %	11,76	21,49	31,44	41,22	50,90	60,43	70,21	80,00	90,64	100,21
Управляющее напряжение, В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выходной ток, А	0,219	0,406	0,591	0,776	0,961	1,147	1,33	1,516	1,701	1,885
$I_{\text{вых}}/I_{\text{ном}}$, %	11,65	21,6	31,44	41,28	51,12	61,01	70,74	80,64	90,48	100,27
Сквозность ШИМ-сигнала, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Выходной ток, А	0,23	0,415	0,6	0,785	0,971	1,156	1,341	1,527	1,713	1,898
$I_{\text{вых}}/I_{\text{ном}}$, %	12,23	22,07	31,91	41,76	51,65	61,49	71,33	81,22	91,12	100,96

Варианты конфигурации светильников на базе LPF-xxD

ИП серий LPF отличает широкий выбор мощностей — 16–90 Вт, в каждой мощностной группе присутствуют модели с напряжениями 12–54 В. При этом ИП, в зависимости от условий и характера нагрузки, может работать как

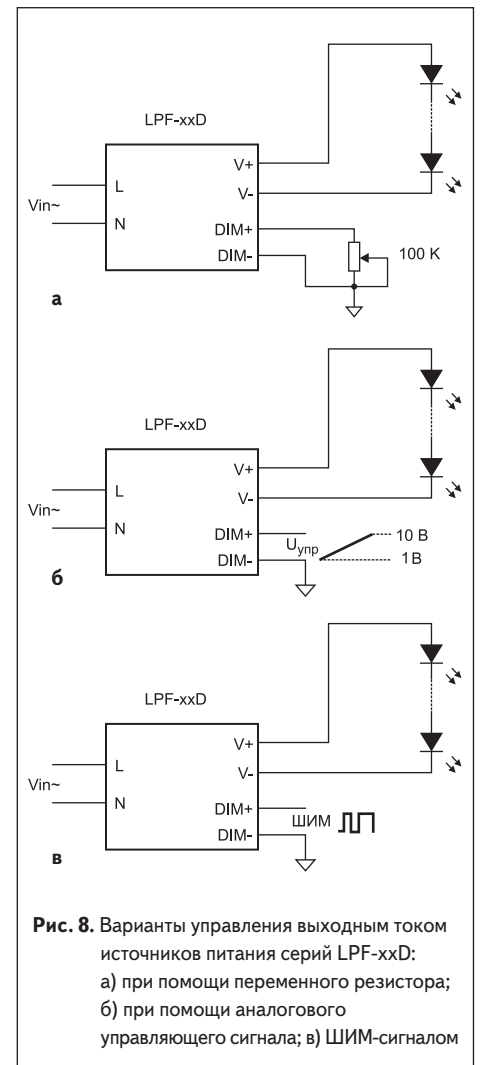


Рис. 8. Варианты управления выходным током источников питания серий LPF-xxD: а) при помощи переменного резистора; б) при помощи аналогового управляющего сигнала; в) ШИМ-сигналом

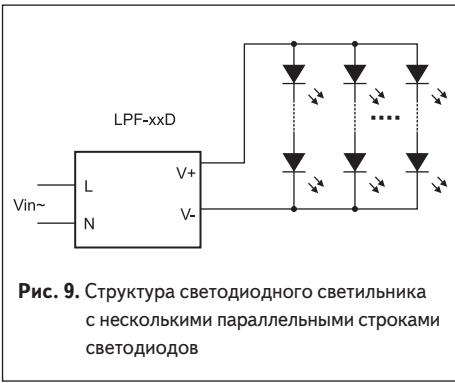


Рис. 9. Структура светодиодного светильника с несколькими параллельными строками светодиодов

источник постоянного напряжения (CV) или как источник постоянного тока (CC). Это позволяет разработчику достаточно творчески подходить к построению систем освещения с применением данных ИП. Дополнительным плюсом является наличие моделей со встроенным регулированием тока — при минимуме внешних элементов и без нарушения надежности системы и степени защиты получается регулируемый светильник.

Номенклатурное обозначение источников питания LPF расшифровывается следующим образом: LPF-выходная_мощность-выходное_напряжение(наличие_встроенного_диммера). Так, LPF-16-48(D) — ИП серии LPF с выходной мощностью 16 Вт и выходным напряжением 12 В с наличием выводов управления.

Рассмотрим несколько возможных вариантов построения светильников и светодиодных систем освещения на базе серии LPF. Пусть имеем ИП типа LPF- $P_{\text{вых.ном.}}$ - $U_{\text{вых.ном.}}$ (D) с номинальной выходной мощностью $P_{\text{вых.ном.}}$, номинальным выходным напряжением $U_{\text{вых.ном.}}$ и номинальным выходным током $I_{\text{вых.ном.}}$. Светодиоды светильника имеют прямое падение напряжения V_{fLED} и рабочий ток I_{LED} .

Режим постоянного выходного напряжения (CV)

Самой простой конфигурацией является параллельное включение нескольких (N_{str}) строк светодиодов (строка светодиодов здесь и далее — цепочка из последовательно соединенных светодиодов). Структурная схема такого светильника представлена на рис. 9. Количество светодиодов в строке N_{led} определяется из условия, что сумма падений напряжений на светодиодах равна или несколько больше выходного напряжения источника:

$$\sum_{i=1}^{N_{led}} V_{fLED} \geq U_{\text{вых.ном.}}$$

Требуемая мощность источника зависит от количества строк и рабочего тока используемых светодиодов:

$$P_{\text{вых.ном.}} \geq N_{str} I_{LED} (N_{led} V_{fLED}).$$

Плюсами данного решения является простота реализации, низкая стоимость, возможность использования светодиодов с меньшим рабочим током, чем номинальный выходной ток источника. К недостаткам следует отне-

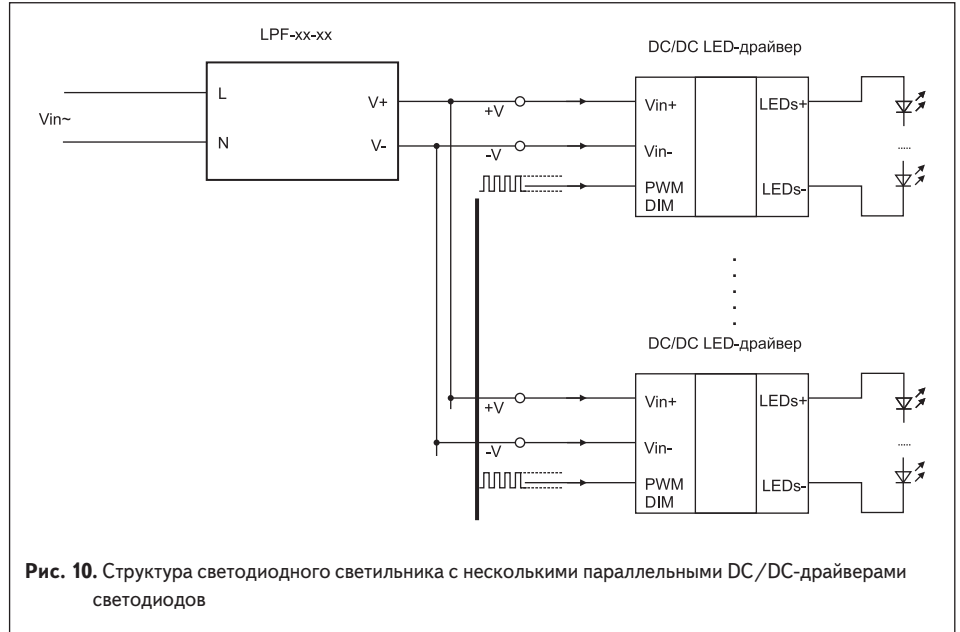


Рис. 10. Структура светодиодного светильника с несколькими параллельными DC/DC-драйверами светодиодов

сти сильную зависимость качества светового потока от параметров светодиодов, сильную температурную и временную нестабильность светового потока. Из-за разброса прямого падения напряжения светодиодов яркость свечения диодов в строке может отличаться, это же касается и яркости свечения строк — со временем возможен сильный разброс тока в отдельных строчках.

Более удачным вариантом применения LPF в режиме источника постоянного напряжения является соединение его с несколькими DC/DC-драйверами светодиодов меньшей мощности (рис. 10). В общем случае вторичные драйверы могут иметь свои дополнительные линии управления, например ШИМ-сигналом.

В этом случае выходное напряжение LPF должно лежать в диапазоне рабочих входных напряжений DC/DC LED-драйверов — $U_{\text{вхDC/DC}}$. Число светодиодов в строке будет определяться выходным напряжением источника LPF и падением напряжения на DC/DC LED-драйвере U_{drop} :

$$N_{led} = \frac{U_{\text{вых.ном.}} - U_{drop}}{V_{fLED}}$$

Например, для неизолированных DC/DC LED-драйверов серий LDD-xx U_{drop} около 4 В [2].

Требуемая мощность LPF должна быть больше суммарной потребляемой отдельными ветками мощности с учетом КПД DC/DC-драйверов:

$$P_{\text{вых.ном.}} \geq \sum_{i=1}^k P_{DC/DC_i}$$

Данный вариант построения системы освещения отличает более качественная работа светодиодов — меньший уровень пульсаций, равномерная яркость, стабильный режим работы. Возможно как индивидуальное, так и групповое управление отдельными ветвями. Данный вариант подходит для по-

строения распределенных зональных систем освещения: комнаты жилых помещений, коридоры, офисы (особенно при организации типа open-office). Для повышения эффективности желательно применять ИП с мощностями 60 или 90 Вт, в частности, высоковольтные их варианты — с выходными напряжениями 42/48/54 В. Безусловно, в качестве вторичных светодиодных драйверов могут применяться драйверы различных типов и выходной мощности, в зависимости от конкретной конфигурации помещения или иных требований.

К недостаткам подобного подхода можно отнести относительно высокую стоимость и дополнительные потери мощности на вторичных драйверах, что может снизить эффективность светильника или системы освещения на несколько процентов.

Режим постоянного выходного тока (CC)

Для светодиодов режим работы с постоянным током является более предпочтительным, особенно если речь идет о последовательном соединении нескольких светодиодов. При постоянном токе через строку разброс яркости отдельных диодов будет заметно меньше.

Самым простым вариантом использования режима постоянного тока ИП серий LPF является прямое подключение строки из нескольких светодиодов на выход источника (рис. 11). Возможно использование функции регулировки тока.

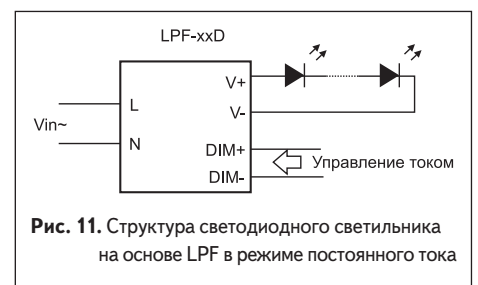


Рис. 11. Структура светодиодного светильника на основе LPF в режиме постоянного тока

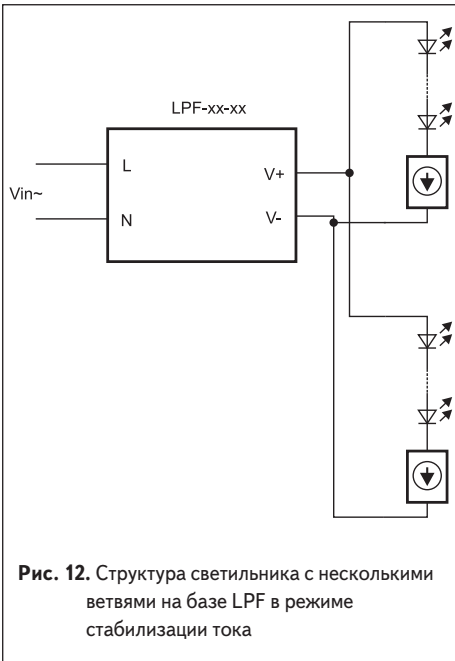


Рис. 12. Структура светильника с несколькими ветвями на базе LPF в режиме стабилизации тока

Для данного случая рабочий ток светодиодов следует выбирать близким к номинальному выходному току источника:

$$I_{LED} \approx 0,95 I_{\text{вых.ном.}}$$

Количество светодиодов в строке определяется из условий режима работы ИП в качестве источника тока (рис. 3):

$$0,6 U_{\text{вых.ном.}} \leq N_{LED} V_{fLED} < U_{\text{вых.ном.}}$$

Данное решение обеспечивает стабильный режим работы светодиодов, легкую регулировку светового потока, минимальное количество дополнительных элементов и позволяет строить светильники с достаточно большим числом светодиодов в строке, а следовательно, и с большей яркостью.

К недостаткам такой архитектуры относится сложность подбора излучающих диодов с прямым током в несколько ампер. На данном этапе развития технологий производства светодиодов более подходящими будут источники малой и средней мощности с большим выходным напряжением.

Путем некоторых модификаций схемы на рис. 9 можно и для режима постоянного

тока получить вариант архитектуры светильника с несколькими отдельными строками светодиодов. Для этого достаточно несколько снизить количество диодов в одной строке и добавить линейный стабилизатор тока в каждую ветвь (рис. 12).

ИП в этом случае должен обеспечивать ток, равный сумме токов отдельных строк. Ток в каждой строке задается отдельным стабилизатором с током I_{LCS} :

$$I_{\text{вых.ном.}} \approx \sum_{j=1}^m I_{LCS_j}$$

Возможное отклонение суммы токов отдельных ветвей лежит в пределах $0,95 I_{\text{вых.ном.}} - 1,08 I_{\text{вых.ном.}}$ (диапазон срабатывания защиты от перегрузки по току — ограничение тока при условии, что выходное напряжение не упадет ниже 0,6 от номинального). Для моделей с функцией регулировки (LPF-xxD) возможна подстройка выходного тока источника в меньшую сторону.

Как и в случае, показанном на рис. 10, токи отдельных ветвей могут быть различны. Количество светодиодов в строке можно определить из следующих соотношений:

$$0,6 U_{\text{вых.ном.}} \leq N_{LED} V_{fLED} + U_{LCSdrop} < U_{\text{вых.ном.}}$$

где $U_{LCSdrop}$ — рабочее падение напряжения на линейном стабилизаторе. Например, для линейных стабилизаторов NSI50350 [13] оно составляет примерно 6–7 В.

Данное решение позволяет применять в светильнике практически любые светодиоды и ИП любой мощности. Но нет возможности плавной регулировки яркости и присутствуют некоторые потери мощности на дополнительных линейных стабилизаторах.

Заключение

Источники питания серий LPF-xxD являются практически универсальным решением для построения систем светодиодного освещения. Благодаря своей компактности, простой схеме включения, высокому уровню защищенности, надежности и широкому диапазону рабочих температур они могут применяться для систем ЖКХ, для освещения офисных, промышленных и складских помещений. С некоторыми ограничениями

данные серии могут быть использованы и в системах наружного освещения. Оговорки в основном связаны с работой в области низких температур — работа ИП специфицирована только для напряжения питания 220–230 В и без гарантии параметров, хотя по результатам тестирования они запускаются и при температуре -40°C .

Литература

1. Бельденков А. Универсальный солдат: светодиодный источник питания с широкими возможностями // Новости электроники + Светотехника. 2011. № 2.
2. Калачев А. Между адаптером и LED: DC/DC LDD-L и LDD-H для установки на печатную плату // Новости электроники + Светотехника. 2011. № 2.
3. LPF-16 Series — 16 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-16/default.htm>
4. LPF-16D Series. 16 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-16D/default.htm>
5. LPF-25 Series. 25 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-25/default.htm>
6. LPF-25D Series. 25 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-25D/default.htm>
7. LPF-40 Series. 40 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-40/default.htm>
8. LPF-40D Series. 40 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-40D/default.htm>
9. LPF-60 Series. 60 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-60/default.htm>
10. LPF-60D Series. 60 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-60D/default.htm>
11. LPF-90 Series. 90 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-90/default.htm>
12. LPF-90D Series. 90 W Single Output Switching Power Supply. <http://www.meanwell.com/search/LPF-90D/default.htm>
13. Калачев А. Экономия прежде всего: регулятор постоянного тока для управления светодиодами NSI50350 // Новости электроники. 2012. № 2.