

Александр Друзь | alexandr.druz@eltech.msk.ru

## Чем питать светодиоды от сети ~220 В?

Как известно, спрос рождает предложение. Бурное развитие оптоэлектронной промышленности, и в особенности появление светодиодов высокой яркости с белым цветом свечения, потребовало соответствующих источников питания. Можно, конечно, использовать для питания светодиодов обычные импульсные источники питания, но условия применения накладывают некоторые особые требования к конструкции и техническим характеристикам источников.

К настоящему времени компанией Mean Well, производится пять серий источников, пригодных для питания светодиодов: CLG, PLN/PLC, ELN, LP и PLP. Первые четыре серии отличаются конструктивным исполнением. Они выпускаются в закрытых корпусах прямоугольной формы, с расположенными по торцам кабелями или разъемами входа и выхода, и напоминают источники питания для галогенных светильников. Источники выполнены в пластиковом или металлическом корпусе с классом защиты IP64–IP67, поэтому их можно использовать как в помещениях, так и на открытом воздухе в широком температурном диапазоне: от  $-30$  до  $+70$  °С. Источники имеют II класс электрозащиты с двойной изоляцией (кроме CLG-150). Но, как показала практика, во многих случаях такие требования к конструкции избыточны и часто достаточно источника питания в виде открытой платы, размещаемой в одном корпусе со светодиодными излучателями. Для этих целей разработана серия PLP.

Рассмотрим более подробно каждую серию.

### Серия CLG

Источники серии CLG (рис. 1) рассчитаны на работу в сложных климатических условиях.



Рис. 1. Внешний вид источника питания серии CLG

В этой серии выпускаются наиболее мощные источники (до 150 Вт). Дальнейшее развитие этой серии предполагается продолжить выпуском преобразователей HLG мощностью до 300 Вт.

Данные источники выполнены в металлических герметизированных корпусах, залитых силиконовым герметиком. Серия CLG обладает высоким классом защиты от внешних воздействий IP65/67. Источники рассчитаны на работу в широком температурном диапазоне от  $-30$  до  $+70$  °С.

Преобразователи CLG-150 могут работать при повышенных входных напряжениях до 280 В AC или до 396 В DC, что важно для российских условий эксплуатации. Источники мощностью 150 Вт имеют три вида конструктивного исполнения:

A — с двумя кабелями (вход и выход);

B — с тремя кабелями (вход, выход и регулятора ограничения тока);

C — с разъемами для крепления подводящих проводников под винт (вход и выход).

В них предусмотрена возможность регулировки выходного напряжения и уровня ограничения выходного тока. Регулировка осуществляется встроенными потенциометрами (конструктивное исполнение A и C), доступ к которым закрывается герметизирующими заглушками, или путем подключения задающего резистора к дополнительному выходному кабелю (исполнение B) для управления величиной ограничения тока.

Система защиты от перегрузок по выходу у данных источников имеет некоторые особенности. При перегрузках тока 100–130% от номинального защита работает в режиме ограничения тока, при возрастании нагрузки резко уменьшается выходное напряжение (рис. 2).

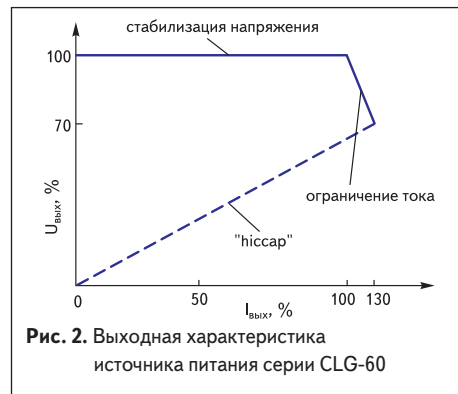


Рис. 2. Выходная характеристика источника питания серии CLG-60

Снижение происходит до 70% от номинального выходного напряжения (для CLG-100/150 — 50%). При большем увеличении нагрузки источник переходит в импульсный режим защиты (hiccap), при этом источник периодически включается, контролируя величину нагрузки, и отключается в случае сохранения аварийной ситуации (рис. 3). При снятии перегрузки источник автоматически возвращается в рабочий режим.

Режим ограничения тока является рабочим, и его можно использовать для питания светодиодных устройств.

В качестве примера рассмотрим возможность подключения светодиодов мощностью 1 Вт к источнику питания CLG-60-24 с номинальным выходным напряжением 24 В и током 2,5 А. В качестве нагрузки выберем применяемые для освещения светодиоды белого свечения мощностью 1 Вт, имеющие прямое падение напряжения около 3,5 В, а ток 350 мА.

В рассматриваемом источнике питания режим ограничения тока будет обеспечиваться в пределах 24–16,8 В (70% от  $U_{\text{вых ном}} = 24$  В). Минимальное количество светодиодов, последовательно подключенных к выходу, составит 5 штук ( $16,8/3,5 = 4,8$ ). Включение 6 светодиодов обеспечит падение напряжения на выходе источника  $6 \times 3,5 = 21$  В. Таким образом, последовательная цепь может состоять из 5–6 светодиодов.

Для обеспечения номинального тока ограничения следует включить параллельно 8 последовательных цепей ( $2,5/0,35 = 7,143$ ). Итак, к выходу можно подключить 8 параллельных цепей по 5–6 светодиодов в каждой, при этом ток через каждый светодиод составит  $2,5/8 = 0,3$  А, а источник будет работать в режиме ограничения тока. Для повышения надежности светодиоды соединяют и между рядами, создавая матричную

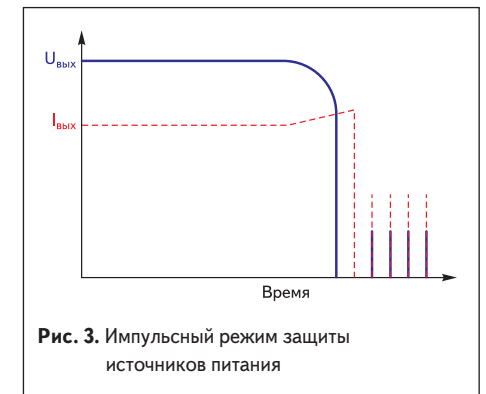


Рис. 3. Импульсный режим защиты источников питания

структуру. При этом обрыв одного из излучателей не приведет к нарушению работоспособности всей цепочки (рис. 4). В случае необходимости величину тока ограничения можно уменьшить потенциометром, находящимся внутри корпуса.

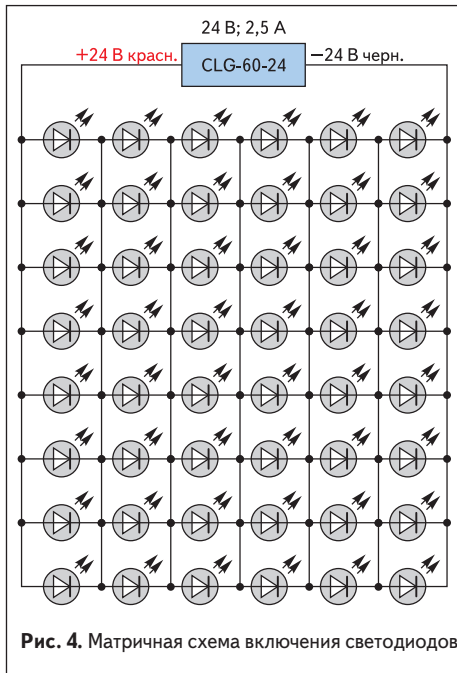


Рис. 4. Матричная схема включения светодиодов

### Серия PLN/PLC

Источники PLN (рис. 5) изготавливаются в пластмассовых корпусах с классом защиты от внешних воздействий IP64 (защита от пыли и брызг) и работают в температурном диапазоне от  $-30$  до  $+50$  °С. Подключение источников производится с помощью кабелей. В новых преобразователях PLC-30/60/100 крепление подводящих проводников осуществляется под винт. Их характеристики аналогичны модулям PLN соответствующей мощности и выходного напряжения. Во всех приборах имеется активный корректор коэффициента мощности.



Рис. 5. Внешний вид источника питания серии PLN

В преобразователях предусмотрена возможность регулировки выходного напряжения и уровня ограничения выходного тока. Регулировка осуществляется встроенными потенциометрами после снятия завинчивающейся саморезами крышки корпуса. Так же как и у CLG, система защиты от перегрузок по выходу у данных

источников имеет два режима: ограничения тока и импульсный режим. PLN/PLC-30 и PLN/PLC-60 предназначены для питания светодиодных приборов и имеют повышенные шумы, а время удержания номинального напряжения отсутствует. Отклонение выходного напряжения от номинального с учетом разброса заводской установки, нестабильности при изменении входного напряжения и нагрузки может достигать  $\pm 10\%$ .

### Серия ELN

Серия источников ELN (рис. 6) представляет собой упрощенную версию серии PLN. В них отсутствует корректор коэффициента мощности, что позволило уменьшить их стоимость. Источники выполнены в пластмассовых корпусах с классом защиты от внешних воздействий IP64 и работают в температурном диапазоне от  $-20$  до  $+60$  °С. Подключение источников производится с помощью кабелей. Во всех источниках серии предусмотрена возможность регулировки выходного напряжения и уровня ограничения выходного тока. Регулировка осуществляется встроенными потенциометрами после снятия крышки корпуса.



Рис. 6. Внешний вид источника питания серии ELN

В отличие от серий CLG и PLN, источники ELN имеют режим защиты от перегрузок в виде ограничения тока. При этом нагрузочная характеристика имеет вид, приведенный на рис. 7.

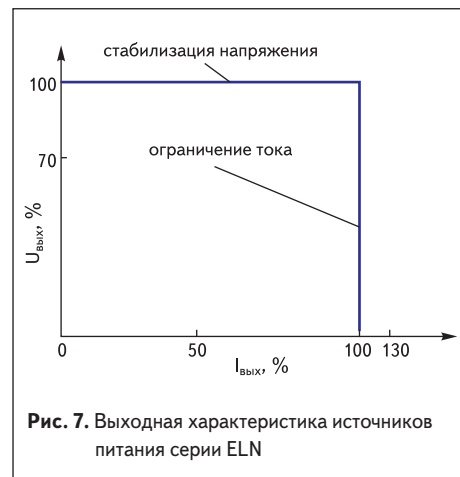


Рис. 7. Выходная характеристика источников питания серии ELN

При увеличении тока до 100–130% от номинального включается защита в режиме ограничения тока. При снятии перегрузки источник автоматически возвращается в рабочее состояние. Этот режим защиты можно использовать как

работчий при использовании светодиодной нагрузки.

Источники могут использоваться не только для питания светодиодных приборов, но и для общего применения. Они имеют типовые уровень шумов и время удержания. Опционально выпускаются версии источников с электронной регулировкой ограничения выходного тока.

Приборы с индексом «D» позволяют управлять выходным током в диапазоне 5–100% путем подачи постоянного напряжения 1,1–10 В на дополнительный управляющий вывод. Приборы с индексом «P» допускают регулировку выходного тока в диапазоне 15–100% подачей ШИМ-сигнала амплитудой до 10 В с изменяемой скважностью 15–100% и тактовой частотой от 100 Гц до 3 кГц на дополнительный вход.

### Серия LP

Серия LP (рис. 8) является наиболее недорогой серией из всего «семейства». Это достигнуто упрощением как схемотехнических решений, так и конструктивных. Но несмотря на это, основные характеристики остались достаточно высокими.



Рис. 8. Внешний вид источника питания серии LP

Источники выполнены в неразборных пластмассовых корпусах, залитых компаундом с высокой теплопроводностью, и имеют класс защиты от внешних воздействий IP66. Они обладают высоким КПД и работают в широком температурном диапазоне от  $-30$  до  $+70$  °С, и могут выдерживать перегрузки по входу до 300 В AC в течение 5 с. Возможность регулировки выходного напряжения и уровня ограничения выходного тока не предусмотрена.

Источники могут использоваться не только для питания светодиодных приборов, но и для общего применения. У них типичные уровень шумов и время удержания. Источники производятся двух типов: со стабилизацией выходного напряжения или тока.

### Серия PLP

Новая серия источников питания PLP (рис. 9) имеет модели мощностью 30 и 60 Вт. Предполагается производство и 20-Вт модулей. В отличие от ранее рассмотренных серий эти источники выполнены в виде открытой платы и предназначены для работы в помещении или в защищенных корпусах в составе другого оборудования.



Рис. 9. Внешний вид источника питания серии PLP

Подключение источников производится с помощью разъемов. Во всех приборах имеется активный корректор коэффициента мощности и предусмотрена возможность регулировки уровня ограничения выходного тока с помощью построечных резисторов, размещенных на плате.

Источники PLP предназначены для питания светодиодов и имеют повышенные шумы, а время удержания номинального напряжения при пропадании входного напряжения (Hold Up Time) отсутствует.

### Серия ULP-150

Еще одна новая серия — ULP (рис. 10) — представлена источниками мощностью 150 Вт. Эти преобразователи выполнены в U-образном корпусе и предназначены для установки в стойку. Подключение входных и выходных кабелей производится с помощью винтовых клеммников. Предусмотрена регулировка только выходного напряжения встроенным резистором, преобразователи предназначены для использования в режиме стабилизации напряжения.



Рис. 10. Внешний вид источника питания серии ULP

Широкий диапазон входных напряжений, возможность выдерживать входные скачки до 300 В в течение 30 с и перегрузку по выходу до 300% в течение 30 мс позволяет применять источник в сложных условиях эксплуатации. Эти преобразователи можно использовать в светодиодных источниках освещения как внутри помещений, так и снаружи, размещая их в корпусе светильника.

### Подключение светодиодов к источнику питания

Итак, имеется достаточный выбор источников питания. Рассмотрим, каким же образом к ним можно подключать светодиоды?

Как известно, при работе со светодиодами использование источников тока предпочтительнее, так как яркость их свечения определяется протекающим током. В случае питания от источника напряжения в процессе работы динамическое сопротивление светодиода при нагревании уменьшается, что вызывает увеличение протекающего тока. Последнее, в свою очередь, вызывает дополнительный нагрев светодиодов. Это приводит к нестабильности яркости светодиодов, их скорейшей деградации, дополнительным потерям на гасящих резисторах, уменьшающим КПД системы. Используя режим стабилизации тока в преобразователе, легче обеспечить оптимальную работу любого допустимого числа светодиодов.

Большинство современных сверхъярких светодиодов или светодиодных модулей, выпускаемых различными производителями, рассчитаны на стандартные токи (350, 700, 1050, 1400 мА) или напряжения питания (12, 15, 24 В).

К одному блоку питания подключают несколько светодиодов или светодиодных сборок. Примеры их подключения к источнику питания со стабилизацией напряжения приведены на рисунках 11–13. Принцип расчета достаточного количества подключаемых светодиодов или модулей был приведен выше.

Схему без токовыравнивающих резисторов (рис. 11) можно применять со светодиодными кластерами, линейками либо в других подобных случаях, когда светодиоды подобраны по характеристикам. В остальных ситуациях следует избегать их параллельного включения, так как из-за различия в падении напряжения на светодиодах происходит неравномерное распределение токов, приводящее к нестабильной работе и преждевременному выходу из строя излучателей.

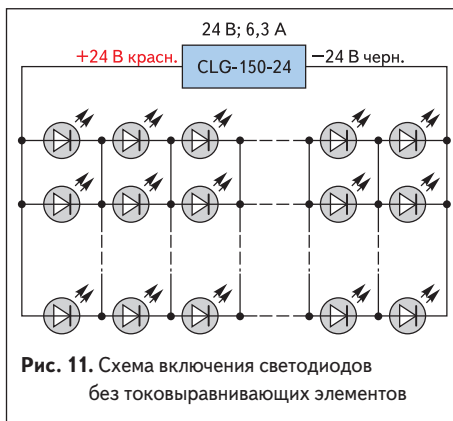


Рис. 11. Схема включения светодиодов без токовыравнивающих элементов

В таких случаях следует применять токовыравнивающие резисторы (рис. 12). Правда, при этом уменьшится КПД системы из-за падения на балластных резисторах. Да и трудно получить равномерное распределение токов между цепями, придется увеличить номинал резисторов.

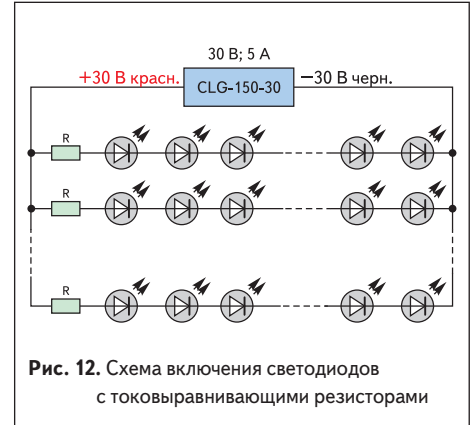


Рис. 12. Схема включения светодиодов с токовыравнивающими резисторами

Наилучшим вариантом будет применение специализированных токовых драйверов (рис. 13). Основным недостатком такого решения — это увеличение стоимости, а при использовании линейных драйверов — еще и снижение КПД.

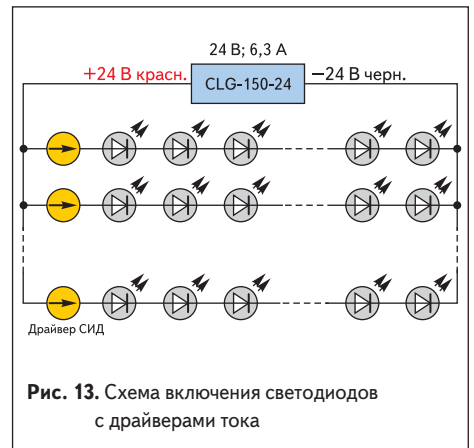


Рис. 13. Схема включения светодиодов с драйверами тока

Источники питания MW, способные работать в режиме стабилизации тока: — CLG; PLN/PLC; ELN; LPC; LPHC; PLP. Для излучателей, предназначенных для работы при постоянном напряжении, следует использовать источники питания, работающие в режиме стабилизации напряжения, такие как CLG; PLN/PLC; ELN; LPV; LPH; PLP; ULP. При этом необходимо контролировать, чтобы суммарный ток нагрузки не превышал максимально допустимого, во избежание перехода преобразователя в режим стабилизации тока или срабатывания защиты.

### Выбор подходящего блока питания

Выбирая определенную модель, необходимо решить ряд вопросов.

Во-первых — выходная мощность источника питания. Ее величина зависит от предполагаемого количества излучателей. Далее — выходное напряжение и ток. Эти параметры зависят от конкретных типов применяемых излучателей или сборок. Исходя из этого же выбирают, в каком режиме использовать преобразователь: стабилизации напряжения или тока.

Таблица 1. Применение ККМ в источниках питания для светодиодов

Наличие ККМ	Серии	Преимущества	Недостатки	Ограничения
Без ККМ	ELN LPV/LPC/ LPHC	Самый дешевый. Простая схемотехника. Надежность	Не соответствует экологическим требованиям. Не соответствует стандартам освещения	Проблема с создаваемыми помехами. Подходят для использования в декоративном оформлении
Комбинированный ККМ+ШИМ	CLG/PLN-60 PLN-30 PLP-30/60	Недорогой. Простая схема. Высокая эффективность. Для моделей с малой мощностью	Высокие пульсации (2–4,5 В, разм.) Изменение ККМ при изменении внешних факторов	Нет времени удержания и медленная реакция на скачки переменного тока. Высокие пульсации могут влиять на время жизни светодиодов
Раздельный ККМ+ШИМ	CLG-100/150 PLN-100 ULP	Оптимальны для осветительных панелей большой мощности. Высокий коэффициент мощности	Выше стоимость. Усложненная схемотехника	Не имеет специфических ограничений для использования

В зависимости от условий размещения источника выбираем степень защиты от внешних воздействий. В случае размещения источника внутри помещения, либо в составе другого оборудования, или совместно с излучателями в общем кожухе достаточно открытого исполнения. При применении преобразователей вне помещений необходима степень защиты IP64–67, в зависимости от обстоятельств. При воздействии на источник повышенных вибраций или ударов следует использовать исполнение с внутренней заливкой теплопроводящим герметиком. При построении мощных систем освещения немаловажную роль играет наличие корректора коэффициента мощности (ККМ). Применяемые в рассматриваемых источниках ККМ имеют разные схемотехнические решения. В источниках мощностью более 100 Вт применяется традиционное построение с раздельными каскадами корректора коэффи-

циента мощности и ШИМ-контроллера для преобразования и стабилизации напряжения. В менее мощных приборах используются комбинированные ШИМ-контроллеры с компенсацией коэффициента мощности. Для принятия решения о применении источника питания с ККМ можно руководствоваться таблицей 1. При построении светодинамических систем в рекламных или декоративных целях можно применить источники с электронной регулировкой яркости либо использовать специализированные светодиодные драйверы с внешним управлением. Как можно убедиться, функциональные возможности рассматриваемых источников питания весьма разнообразны, и выбор оптимального источника для конкретных целей представляет определенную трудность. Для облегчения выбора необходимой модели предлагаем воспользоваться таблицей 2.

### Заключение

Как видим, «семейство» источников питания для светодиодных излучателей — довольно большое и динамично развиваемое компанией MW направление. Рассмотренные преобразователи могут использоваться в различных световых устройствах, начиная от простейших, небольшой мощности на 10–20 излучателей и до разнообразных мощных светодинамических систем. Большой выбор источников может удовлетворить широкий спектр требований installаторов. ИП хорошо защищены от вредного влияния окружающей среды, механических воздействий, отвечают повышенным требованиям к электробезопасности при эксплуатации и монтаже. Помимо этого, данные источники могут с успехом использоваться и для других применений, где важен широкий температурный диапазон работы, повышенная защита от вибраций, ударов, сложных условий окружающей среды.

Таблица 2. Особенности источников питания для светодиодов

Серия	Корпус	Заливка компаундом	Защита	Рабочая температура, °С	Регулировка напряжения/тока	Электрическая регулировка яркости (опция)	Время поддержки	Шумы и пульсации	Применение
CLG-150/HLG-240	Металл	+	IP65/67	–30...+70	+	–	Норма	Нормальные	Общее
CLG-100		+	IP67		–	–	Норма	Нормальные	
CLG-60		+			–	–	Нет	Высокие	Светодиодное
PLN-100	Пластик	–	IP64	–30...+50	+	–	Норма	Нормальные	Общее
PLC-100		–	–						
PLN-60		–	IP64						
PLC-60		–	–				Нет	Высокие	Светодиодное
PLN-30		–	IP64						
PLC-30		–	–						
PLN-20		–	IP64	Ток	+	Норма	Нормальные	Общее	
ELN-60		–	IP64						
ELN-30		–	–						
LPV/LPC-20/35/60	Пластик, неразборный	+	IP66	–30...+70	–	–	Норма	Нормальные	Общее
LPH/LPHC-18	Пластик, неразборный	+	IP67	–30...+70	–	–	Норма	Нормальные	Общее
PLP-20/30/60	Открытый	–	IP67	–30...+70	Ток	–	Нет	Высокие	Светодиодное
ULP-150	U-образный, открытый	+	–	–30...+70	Напр.	–	Норма	Нормальные	Общее