

Андрей Конопельченко, Сергей Кривандин (КОМПЭЛ)

# УПРАВЛЕНИЕ ЯРКОСТЬЮ СВЕЧЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЬНЫХ DC/DC-ДРАЙВЕРОВ

Для питания активно внедряемых в системы освещения светодиодов необходим стабилизированный ток. В качестве его источника применяется специализированный драйвер. В распоряжении разработчика **светодиодного светильника** или системы освещения/подсветки есть несколько вариантов построения этого изделия. Готовые **модульные DC/DC-драйверы сверхъярких светодиодов** выпускает компания **PEAK electronics**.



**Я**ркость свечения светодиода зависит от протекающего через него тока. Для питания светодиода требуется обеспечить постоянство значения этого тока. При этом ток должен быть необходимой величины, которая определяется требуемой оптимальной яркостью и цветом свечения светодиода.

Перед выбором драйвера светодиодов необходимо:

- выяснить, что требуется: постоянное напряжение (если нагрузкой является светодиодная линейка) или постоянный ток (если нагрузка — сверхъяркие светодиоды);
- определить выходное напряжение драйвера и/или выходной ток, а также полную мощность;
- определить диапазон входного напряжения;
- уточнить диапазон рабочих температур и требования по защите от воздействий окружающей среды (ingress protection, IP).
- оценить требования к КПД, электробезопасности и электромагнитной совместимости, проверить эти параметры по фирменному описанию (data sheet) драйвера.

Все многообразие решений можно свести к следующим случаям:

1. проектирование и изготовление собственного оригинального драйвера на основе интегральных схем AC/DC-или DC/DC-драйверов светодиодов,

2. выбор готового модульного драйвера (AC/DC или DC/DC).

В первом случае возможно учесть особенности и нюансы конкретного проектируемого светильника, его применения, места установки и т.д. Во втором случае обеспечивается гарантированное качество решения технической задачи и высокая скорость выхода нового свето-

диодного светильника на рынок. В современных условиях именно скорость выхода на рынок новых востребованных изделий становится важнейшим фактором выживания и сохранения компании.

Проектированию драйверов светодиодов на интегральных схемах посвящено значительное количество статей и технических семинаров. Модульные

так широко. Предлагаемый вниманию читателей материал знакомит с модульными DC/DC-драйверами компании PEAK electronics для монтажа на печатную плату, которые предназначены для питания сверхъярких светодиодов.

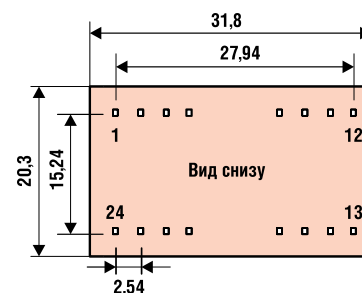
## Драйверы светодиодов в модульном исполнении

Производители светотехнического оборудования — специалисты в оптике и освещении. Для создания светодиод-

Компания **PEAK electronics** выпускает три серии модульных DC/DC-драйверов светодиодов: **PLED**, **PLED-S** и **PLED-T** с выходными токами 300, 350, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 или 1200 мА.

AC/DC-драйверы светодиодов тоже хорошо известны. А вот модульные DC-DC-драйверы этого типа известны не

ного светильника надо разбираться еще и в электронике. Задачу упрощает применение уже готовых модульных свето-



№ вывода	Назначение
1	Ctrl (Вкл/Выкл)
2, 3	-Vin (-Uвх)
9, 11	Не соединен
14	LED+ (Выход+)
16	LED- (Выход-)
22, 23	+Vin (+Uвх)
24	DIM (Управление)

Рис. 1. Драйвер серии PLED: внешний вид, расположение и назначение выводов, размеры корпуса

Таблица 1. Варианты моделей драйверов светодиодов серии PLED

Наименование	I <sub>вых</sub> , мА	U <sub>вх</sub> , В	P <sub>вых</sub> , Вт	U <sub>вых</sub> , В	U <sub>DIM</sub> , В
PLED-300LF	300	5...36	9,6	2...32	0...4,5
PLED-350LF	350	5...36	11,2	2...32	0...4,5
PLED-500LF	500	5...36	16	2...32	0...4,5
PLED-600LF	600	5...36	19,2	2...32	0...5
PLED-700LF	700	5...36	22,4	2...32	0...5
PLED-800LF	800	5...36	25,6	2...32	0...5
PLED-900LF	900	5...36	28,8	2...32	0...5
PLED-1000LF	1000	5...36	32	2...32	0...5
PLED-1100LF	1100	5...36	35,2	2...32	0...5
PLED-1200LF	1200	5...36	38,4	2...32	0...5

диодных драйверов, которые работают по принципу «включил и работает» и не требуют для применения глубоких познаний в электронике.

Компания PEAK electronics выпускает три серии модульных DC/DC-драйверов светодиодов: PLED, PLED-S и PLED-T с выходными токами 300, 350, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 или 1200 мА. Уровень выходного тока каждого драйвера можно изменить подачей управляющего напряжения на специальный вывод модуля. PLED – это серия мощных драйверов в стандартном для DC/DC-преобразователей корпусе типа DIP24 (рис. 1), PLED-S и PLED-T – малогабаритные изделия в корпусах типа DIP14 и DIP16 соответственно.

Варианты моделей и параметры драйверов серии PLED приведены в таблице 1. Число в наименовании указывает на значение выходного тока в миллиамперах, суффикс «LF» (Lead Free) означает бессвинцовое исполнение. Основные параметры модулей PLED:

- Диапазон входного напряжения 5...36 В,
- Стабилизированный выходной ток,
- Возможность управления выходным током,
- Дистанционное включение/выключение,
- Диапазон рабочих температур от -40 до 85°C.

Выходная мощность варьирует от 9 до 38 Вт в зависимости от модели. Это

значительная мощность для преобразователя, реализованного в компактном корпусе типа DIP24, но драйверы серии PLED имеют высокий КПД до 96% и не требуют специальных мер для отвода тепла.

#### Управление яркостью свечения светодиодов и дистанционное включение/выключение

Типовая схема включения драйвера PLED приведена на рис. 2. Драйвер можно применить без обвязки, подавая на вход постоянное напряжение 5, 12, 15, 24 или 36 В и получая на выходе стабилизированный ток для питания светодиодов.

Включение входного LC-фильтра не является обязательным, он применяется только в том случае, если перед разработчиком стоит задача удовлетворить требования стандарта CISPR22 по электромагнитному излучению класса В. Производитель драйвера рекомендует номинальное значение индуктивности L не менее 120 мкГ при указанных на рисунке 2 номиналах конденсаторов. Можно увеличить значения емкостей фильтра для уменьшения номинала индуктивности L.

Максимально допустимый ток через дроссель L определяется моделью выбранного драйвера светодиодов PLED (параметры драйверов приведены в таблице 1). Максимальный ток через дроссель будет протекать при минимальном входном напряжении. Значение тока

дросселя будет определяться и величиной стабилизированного тока через светодиоды (от 300 до 1200 мА) и падением напряжения на последовательно включенных светодиодах. Например, при напряжении на светодиодах 30 В и токе 1200 мА при минимальном входном напряжении 5 В через индуктивность будет протекать ток порядка  $30/5 \times 1200 = 7200$  мА (без учета КПД драйвера). Для более точного расчета необходимо полученный ток разделить на минимальное значение величины КПД. Однако можно остановиться на полученном значении, т.к. все равно нужно обеспечить запас по току дросселя. Если минимум рабочего напряжения на входе имеет другое значение (более 5 В), то номинал индуктивности будет иметь меньшее значение, что значительно расширяет выбор дросселя, уменьшает его габариты и снижает стоимость. Выбрать конкретное наименование дросселя и конденсаторов можно с помощью параметрического поиска на сайте [www.catalog.compel.ru](http://www.catalog.compel.ru) в разделе «Пассивные компоненты».

Вывод «Ctrl» (Control – Управление) драйвера PLED служит для дистанционного включения/выключения модуля, а значит, и светодиодов, что востребовано в устройствах с батарейным питанием. Дистанционное включение/выключение можно осуществить сигналом с выхода микроконтроллера или с помощью тумблера. Для включения модуля значение напряжения на

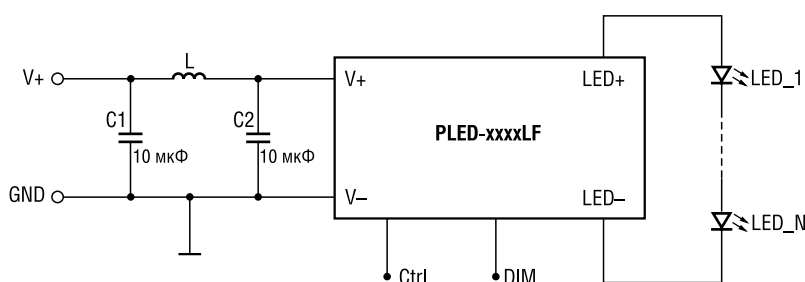


Рис. 2. Схема включения драйвера серии PLED

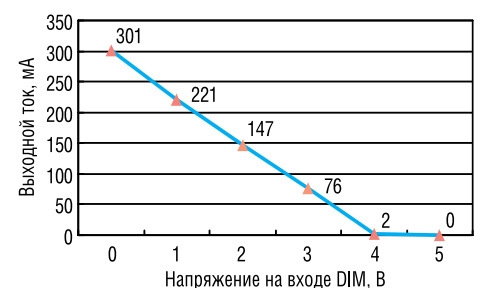


Рис. 3. Регулировочная характеристика драйвера светодиодов PLED-300LF

Таблица 2. Варианты моделей драйверов светодиодов серий PLED-T и PLED-S

Наименование	I <sub>вых</sub> , мА	U <sub>вх</sub> , В	P <sub>вых</sub> , Вт	U <sub>вых</sub> , В	Регулировочная характеристика	Корпус
PLED-S-300LF	300	7...30	8,4	2...28	$I_{out} = \frac{0,08 \cdot U_{adj}}{0,327}$	DIP14
PLED-S-350LF	350		9,8		$I_{out} = \frac{0,08 \cdot U_{adj}}{0,28}$	
PLED-T-500LF	500		14		$I_{out} = \frac{0,08 \cdot U_{adj}}{0,197}$	DIP16
PLED-T-600LF	600		16,8		$I_{out} = \frac{0,08 \cdot U_{adj}}{0,165}$	
PLED-T-700LF	700		19,6		$I_{out} = \frac{0,08 \cdot U_{adj}}{0,1388}$	
PLED-T-1000LF	1000		28		$I_{out} = \frac{0,08 \cdot U_{adj}}{0,095}$	

входе «Ctrl» должно быть в диапазоне от 0 до 0,6 В, для выключения — в диапазоне от 0,7 до 5 В. Потребление по цепи управления не превышает 1 мА.

Вывод «DIM» предназначен для управления выходным током, т.е. яркостью свечения светодиодов. На этот вывод можно подавать аналоговое управляющее напряжение или сигнал с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). В первом случае применяется постоянное напряжение в диапазоне 0...4,5 В или 0...5 В в зависимости от модели (см. табл. 1). Пример регулировочной характеристики модуля PLED-300LF представлен на рисунке 3. Регулировочная характеристика линейна в диапазоне управляющих напряжений от 0 до 4 В. Увеличение управляющего напряжения с 4 до 5 В полностью выключает светодиод. Числа у треугольников указывают значение выходного тока при подаче на управляющий вход «DIM» драйвера напряжения 0, 1, 2, 3, 4 или 5 В

В зависимости от скважности ШИМ-импульсов, подаваемых на управляющий вход «DIM», меняется значение выходного тока драйвера и частота всплесков светодиодов. Скважность импульсов можно менять в диапазоне 10...90%, а максимальная частота управляющих ШИМ-импульсов не должна превышать 200 Гц.

Если функции дистанционного включения/выключения или управления яркостью свечения светодиодов не востребованы в конкретной задаче, соответствующие выводы драйвера можно никуда не подключать.

**Миниатюрные драйверы светодиодов серий PLED-S и PLED-T**

Драйверы серий PLED-S и PLED-T отличаются от PLED более компактными корпусами DIP14 и DIP16 соответ-

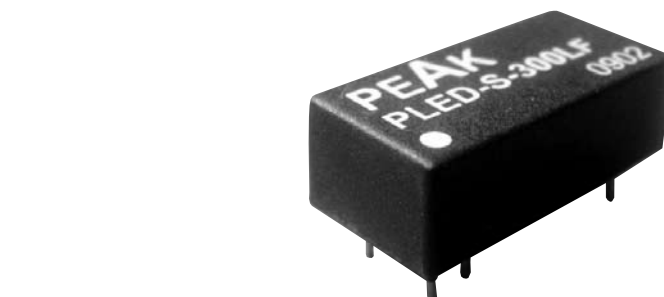


Рис. 4. Внешний вид драйверов серии PLED-S

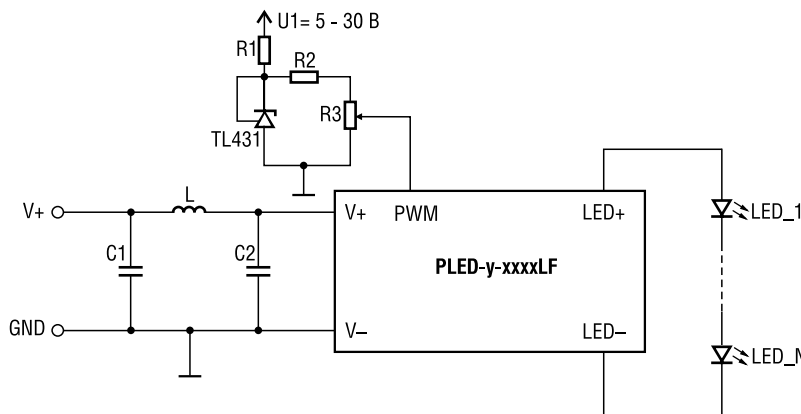


Рис. 5. Схема, где ток светодиодов управляется аналоговым напряжением с помощью переменного резистора

ственно с размерами 20,32x10,16x6,88 и 23,4x14,0x10,2 мм. Внешний вид модуля серии PLED-S приведен на рисунке 4.

Модули питания светодиодов PLED-S и PLED-T имеют широкий диапазон входных напряжений — от 7 до 30 В. Выходной ток драйверов может принимать значения от 300 до 1000 мА в зависимости от модели (см. табл. 2), а КПД преобразователей достигает 95%. Диапазон рабочих температур состав-

ляет -40...71°C для PLED-T-1000LF и -40...85°C для остальных моделей.

**Управление током светодиодов с помощью драйверов PLED-S или PLED-T**

Модули PLED-T и PLED-S имеют функции дистанционного включения/выключения и управления выходным током, отличие от PLED состоит в том, что обе функции совмещены на одном управляющем выводе «PWM».

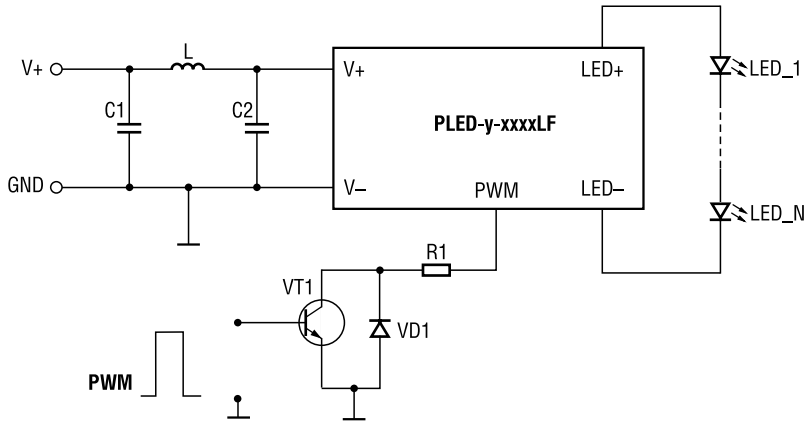


Рис. 6. Схема, где ток светодиодов управляется ШИМ-импульсами

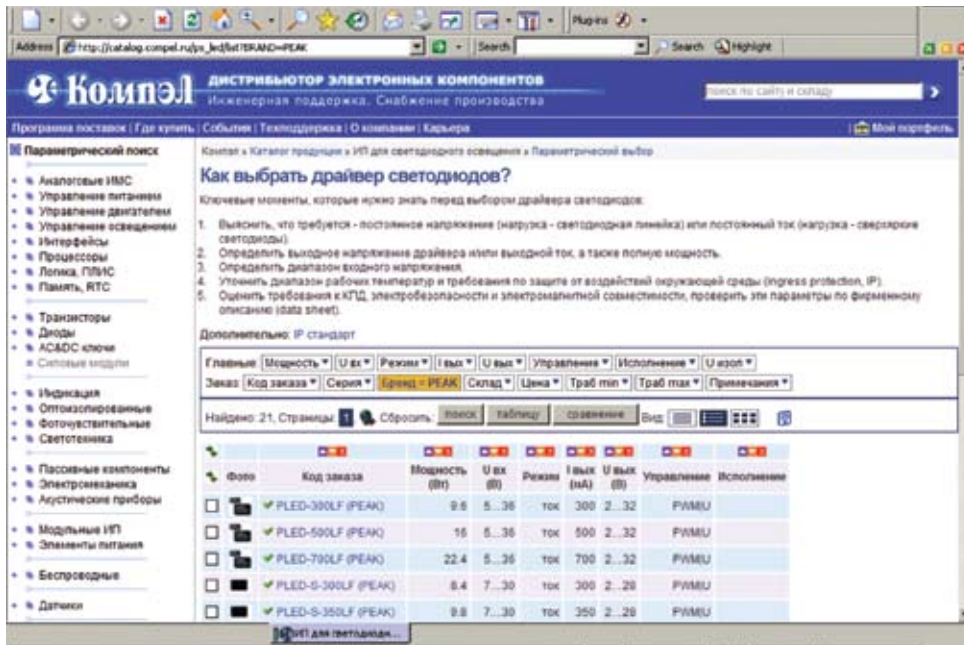


Рис. 7. Результаты поиска модульных драйверов светодиодов PEAK со входом 24 В

Схема управления яркостью свечения светодиодов с помощью управляющего напряжения представлена на рисунке 5. Управление яркостью свечения светодиодов LED\_1...LED\_N осуществляется изменением управляющего напряжения на выводе «PWM» путем вращения ручки переменного резистора R3.

Основным элементом схемы управления драйвером является регулируемый источник опорного напряжения TL431, с которого снимается стабилизированное напряжение 2,5 В. Резистором R1 задается ток через стабилизатор TL431. Рекомендуемое значение резистора R1 составляет 4,7 кОм, при этом напряжение U1 может быть любым в диапазоне от 5 до 30 В. Цепь, состоящая из последовательного соединения резисторов R2 и R3, представляет собой делитель, который формирует напряжение от 0 до 1,25 В на управляющем выводе. Реко-

мендуемые значения постоянного R2 и переменного R3 резисторов составляют по 10 кОм каждый.

Преимуществами этой схемы является отсутствие зависимости параметров драйвера от значения напряжения U1 и возможность использования входного напряжения питания драйвера для формирования управляющего напряжения (значения U+ и U1 одинаковы).

В ряде случаев изменять значение выходного тока драйвера PLED-S или PLED-T вращением ручки переменного резистора неудобно. Можно применить схему управления ШИМ-импульсами, одним из возможных источников которых может быть микроконтроллер. Схема включения представлена на рисунке 6.

В схеме рис. 6 в качестве драйвера управляющего напряжения применяется биполярный транзистор, однако он может быть заменен на полевой транзи-

стор. В качестве VT1 можно применить транзисторы BC817, BC639, BCX56 или BCP56 из номенклатуры компании КОМПЭЛ со склада в Москве. Наличие резистора R1 и диода VD1 в цепи управления драйвером позволяет убрать отрицательные выбросы, которые могут приводить к нестабильной работе драйвера. Рекомендован диод 1N4148, резистор R1 – сопротивлением 10 кОм.

**Модульные DC/DC-драйверы светодиодов на сайте catalog.compel.ru**

Для быстрого поиска драйверов и модулей питания по заданным параметрам удобно пользоваться сайтом <http://catalog.compel.ru/>, на котором представлены электронные компоненты и модули. Для параметрического поиска сначала нужно выбрать тип нужного компонента, например, для поиска источников питания для светодиодов необходим следующий путь поиска: Модульные ИП → ИП для LED. На экране появится окно, в котором можно задать нужные параметры, например, входное напряжение 24 В, производитель (бренд) PEAK (рисунок 7).

Кликнув на наименование подходящего изделия, можно открыть новое окно, где будут приведены основные технические параметры на русском языке, приведено фирменное описание производителя и показано наличие на складе и цены компонента в зависимости от количества.

На том же сайте легко выбрать мощные светодиоды в разделе Индикация/Светодиоды/LED мощные (для освещения) или по ссылке [http://catalog.compel.ru/power\\_led/list?STOCK=](http://catalog.compel.ru/power_led/list?STOCK=).

**Преимущества модульных драйверов светодиодов**

Главным достоинством модульных драйверов светодиодов является простота применения: они не требуют подключения внешних компонентов и используются по принципу «включил и работает». Эта простота позволяет разработчику светодиодного светильника или системы подсветки быстро состыковать драйвер со своей схемой управления яркостью свечения светодиодов. Все это ускоряет процесс разработки нового изделия и увеличивает скорость его выхода на рынок, что является главнейшим условием динамичного развития и устойчивого положения компании. **5**

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: ac-dc-ac.vesti@compel.ru