

**Редактор:**Геннадий Каневский  
*vesti@compel.ru***Выпускающий редактор:**

Анна Кузьмина

**Редакционная коллегия:**Андрей Агеноров  
Алексей Гуторов  
Евгений Звонарев  
Сергей Кривандин  
Валерий Куликов  
Александр Райхман  
Борис Рудяк  
Игорь Таранков  
Илья Фурман**Дизайн, графика, верстка:**Елена Георгадзе  
Владимир Писанко  
Евгений Торочков**Распространение:**

Анна Кузьмина

**Электронная подписка:**[www.compeljournal.ru](http://www.compeljournal.ru)**Отпечатано:**«Гран При»  
г. РыбинскТираж – 1500 экз.  
© «Новости электроники»**Подписано в печать:**  
21 ноября 2008 г.

# СОДЕРЖАНИЕ

## КОМПОНЕНТЫ

### ■ ДИСКРЕТНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ

- Мощные светодиоды ведущих мировых производителей (Cree, Lumileds, Avago, OSRAM)  
*Евгений Звонарев*..... 3
- Мощные светодиоды компании Hongli Optoelectronics  
*Андрей Никитин* ..... 11
- Обзор оптических систем для LED  
*Антон Булдыгин* ..... 15
- Системы охлаждения для светодиодов  
*Константин Староверов* ..... 21

### ■ АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

- Обзор драйверов компании Texas Instruments  
*Евгений Звонарев*..... 24
- Интегральные драйверы светодиодов от NXP  
*Николай Алимов*..... 30
- Обзор LED-драйверов National Semiconductor  
*Георгий Королев*..... 32

### ■ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

- Источники питания для светотехники и светодиодных светильников (Mean Well)  
*Сергей Кривандин* ..... 35
- Обзор модульных драйверов светодиодов компаний Dialight Lumidrives, Advance, Glacial Power  
*Дмитрий Цветков* ..... 38

### ■ УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ

- Управление освещением в зданиях по технологии компании Systel  
*Владимир Хаменко*..... 42

## ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

### ■ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

- «Алладин» – хозяин лампы  
*Кирилл Меньшов* ..... 46



# ОТ РЕДАКТОРА

## Уважаемые читатели!

Техническую новинку можно считать состоявшейся и вошедшей в повседневную жизнь, когда ее начинает замечать

не инженер, не технарь, а обычный обыватель, далекий от технических тонкостей. Или — ребенок.

Несколько лет назад мой сын впервые обратил внимание на то, что в новых моделях автомобилей сигналы поворота вместо одной лампы накаливания сделаны с использованием нескольких ярких элементов, дающих ровный и, что называется, «футуристический» свет. Затем появились светофоры, театральные прожектору, элементы подсветки зданий с теми же характерными чертами.

В 1993 году талантливый японский инженер-технолог из компании Nichia Chemicals Суджи Накамура создал первый коммерческий образец синего светодиода на основе нитрида галлия, а также разработал технологию его промышленного производства. Сверхъяркий белый светодиод, о котором и шла речь выше — это и есть синий светодиод плюс люминофор. В информационных и рекламных отраслях (табло и дисплеи) сверхъяркие светодиоды уже стали незаменимыми. На очереди — массовая светотехника. И пусть пока 96% мирового рынка источников света остается за лампами накаливания, становится все более понятно, что открытие Накамуры — не только научный и технологический прорыв. Это потенциальное изменение всего стиля жизни, особенно существенное в условиях глобального экономическо-

го кризиса: значительное снижение энергопотребления, рост экологической безопасности, уменьшение габаритов источников света, возможность экономичного управления ими. Да, сверхъяркие светодиоды пока еще более дороги, чем лампы накаливания. Но стоимость их снижается, а по долговечности работы они, согласно исследованиям компании Philips Lumileds, в 50 раз превышают показатели ламп накаливания (50000 часов работы против 1000). Энергопотребление сверхъярких светодиодов в среднем в десять раз меньше, чем у лампы накаливания. А по удельной стоимости светового потока (главный показатель экономической эффективности источника света) они сравнимы с широко распространенными энергосберегающими лампами. Отсюда — и существенный рост продаж этой продукции во всем мире.

Этот номер журнала целиком посвящен полупроводниковой светотехнике — сравнительно новой отрасли для нашей компании, но — необычайно перспективной точке приложения сил. Номер подготовлен специалистами компаний КОМПЭЛ и Rainbow Technologies, и содержит материалы о всем спектре продукции для полупроводниковой светотехники, от светодиодов и оптических систем — до модульных драйверов и систем управления освещением.

Как всегда, ждем ваших вопросов и предложений.

С уважением,  
Геннадий Каневский



Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

## МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Появившись в начале 1990-х годов, **сверхъяркие светодиоды** постепенно начали вытеснять галогеновые светильники и обычные лампы накаливания. В наши дни доля белых светодиодов, применяемых для освещения, превышает 50% от общего потребления ярких светодиодов. Среди современных применений этих светодиодов – активные дорожные знаки и светофоры, автомобили, световая иллюминация, полноцветные светодиодные дисплеи, архитектурная подсветка и многое другое. Рынок сверхъярких светодиодов огромен, поэтому и выпускаются они многими фирмами. В статье приведен обзор некоторых серий мощных светодиодов компаний **Cree**, **Lumileds**, **Avago** и **Osram**.

### XLamp – семейство сверхъярких светодиодов Cree

Компания Cree – мировой лидер в производстве кристаллов светодиодов с очень высокой эф-

фективностью. Уникальные параметры светодиодов обусловлены использованием технологии производства на подложках из карбида кремния (SiC). Эта технология

обеспечивает наилучшее соотношение цена-эффективность для светодиодных источников света. Главные преимущества кристаллов Cree: низкое прямое напряжение, сверхмалое количество дефектов кристалла, низкое выделение тепла, высокая стойкость к электростатическим разрядам, большой срок эксплуатации.

В таблицу 1 сведены параметры серий наиболее интересного семейства XLamp. Продукция компании Cree всегда отличается высоким качеством и надежностью. Серии XR-E, XR-C, MC-E имеют размер корпуса 7,0x9,0 мм,

Таблица 1. Основные параметры ультраярких светодиодов XLamp компании Cree

Наименование	Размер корпуса, мм	Имакс., мА	Цвет	Световой поток	Внешний вид
XR-E	7,0x9,0	1000	Белый холодный	250 лм	
			Белый нейтральный	182 лм	
			Белый теплый	170 лм	
			Синий Royal	1100 мВт	
			Синий	88 лм	
			Зеленый	150 лм	
XR-C	7,0x9,0	700	Белый холодный	114 лм	
			Белый нейтральный	80,6 лм	
			Белый теплый	80,6 лм	
			Синий Royal	455 мВт	
			Синий	31 лм	
			Зеленый	87 лм	
			Желтый – янтарный (amber)	51,7 лм	
			Красный – оранжевый	93 лм	
			Красный	93 лм	
MC-E	7,0x9,0	700 (на один светодиод)	Белый холодный	750 лм	
			Белый нейтральный	640 лм	
			Белый теплый	550 лм	
XP-E (New!)	3,45x3,45	700	Белый холодный	182 лм	
			Белый нейтральный	160 лм	
			Белый теплый	137 лм	
XP-C (New!)	3,45x3,45	500	Белый холодный	122 лм	
			Белый нейтральный	105 лм	
			Белый теплый	81 лм	
4550	4,5x4,5	125	Синий Royal	60 мВт	
			Синий	8,2 лм	
			Зеленый	13,9 лм	
			Желтый – янтарный (amber)	13,9 лм	
			Красный	10,7 лм	

Таблица 2. Основные параметры некоторых ультраярких белых светодиодов LUXEON

Параметры	Emitter		Star		Emitter	
	LUXEON I	LUXEON III	LUXEON I	LUXEON III	LUXEON K2	LUXEON K2
Световой поток, типовое значение, лм	45	65	45	65	45/60	100/120
Ток, мА	350	700	350	1000	350	1000
Максимальная температура перехода, °С	135	135	135	135	150	150
Тепловое сопротивление, °С/Вт	15	13	20	17	9	9
Размер, мм	14,5x8,0x5,9		19,9x19,0x7,4		11,7x7,3x5,8	
Наименование	LXHL-PW01	LXHL-PW09	LXHL-MW1D	LXHL-LW3C	LXK2-PW12-R00	LXK2-PW14-U00
					LXK2-PW12-S00	LXK2-PW14-V00

что позволяет разместить в корпусе довольно большой размер кристалла и получить световой поток до 750 лм в серии MC-E, состоящей из нескольких светодиодов в одном корпусе. Серия XR-C отличается наиболее широким диапазоном цветов. Серия XR-E характеризуется наиболее мощными кристаллами, что позволяет им работать при токе до 1000 мА. Производитель обращает особое внимание на новые серии

XP-E и XP-C с размерами корпуса 3,45x3,45 мм. Несмотря на относительно малые размеры корпуса по сравнению с предыдущими сериями, максимально допустимый ток светодиодов серий XP-E и XP-C составляет 700 и 500 мА соответственно. Малые размеры корпуса позволяют создавать компактные высокоэффективные источники света. Маломощная серия 4550 с размерами корпуса 4,5x4,5 мм с относительно неболь-

шим рабочим током до 125 мА дополняет семейство XLamp и имеет гораздо меньшую цену по сравнению с сериями, рассмотренными выше. Мощные светодиоды Cree доступны с максимальным током до 1 А и соответствуют самым высоким стандартам светодиодной промышленности. Срок эксплуатации мощных светодиодов Cree достигает 50...100 тысяч часов, что на порядок больше ресурса работы ламп накаливания. Сверхъяркие светодиоды Cree выпускаются в экономичных корпусах для SMD-монтажа со стандартной технологией без использования клея и дополнительных приспособлений. Сайт компании Cree: [www.cree.com](http://www.cree.com).

### Мощные светодиоды фирмы Lumileds

Можно считать, что история компании Lumileds начала свой отсчет около 40 лет назад, когда возникло оптоэлектронное подразделение американской компании Hewlett-Packard (HP). В 1999 году HP выделила оптоэлектронное направление в отдельную компанию под названием Agilent Technologies. В ноябре того же года произошло объединение усилий Agilent Technologies и Philips. Новая совместная компания стала называться Lumileds. Сейчас Lumileds занимает лидирующие позиции в мире по производству мощных ультраярких светодио-

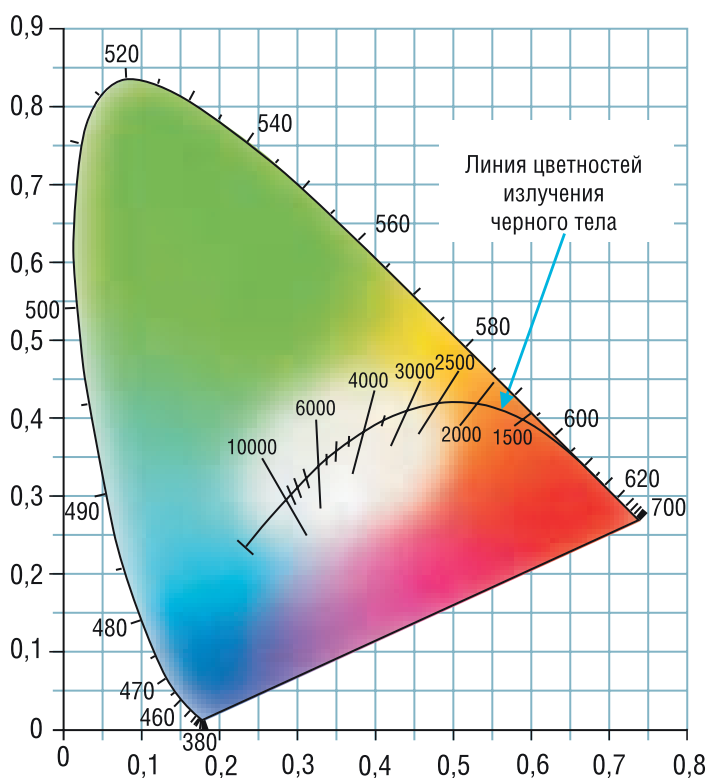


Рис. 1. Диаграмма цветового пространства МК0 1931 (CIE 1931)

Таблица 3. Основные параметры ультраярких светодиодов серии LUXEON K2

LUXEON K2	LUXEON K2 Star	Цвет	Длина волны или цветовая температура	Световой поток (минимум), лм	Ток, мА
					
LXK2-PW12-R00	L2K2-MW12-11-BR00	Белый холодный	6500K	40	350
LXK2-PW12-S00	L2K2-MW12-11-BS00			52	
LXK2-PW14-T00	L2K2-MW14-11-BT00			80	1000
LXK2-PW14-U00	L2K2-MW14-11-BU00			88	
LXK2-PW14-V00	L2K2-MW14-11-BV00			114	
LXK2-PWN2-Q00	L2K2-MWN2-11-BQ00	Белый нейтральный	4100K	31	350
LXK2-PWN2-R00	L2K2-MWN2-11-BR00			40	
LXK2-PWN2-S00	L2K2-MWN2-11-BS00			52	1000
LXK2-PWN4-T00	L2K2-MWN4-11-BT00			68	
LXK2-PWN4-U00	L2K2-MWN4-11-BU00			88	
LXK2-PWN4-V00	L2K2-MWN4-11-BV00	114			
LXK2-PWW2-Q00	L2K2-MWW2-11-BQ00	Белый теплый	3000K	31	350
LXK2-PWW2-R00	L2K2-MWW2-11BR00			40	
LXK2-PWW4-T00	L2K2-MWW4-11-BT00			68	1000
LXK2-PWW4-U00	L2K2-MWW4-11-BU00			88	
LXK2-PM12-R00	—	Зеленый	530 нм	40	350
LXK2-PM12-S00	—			52	
LXK2-PM14-U00	—			88	1000
LXK2-PE12-Q00	—	Голубой (циановый)	505 нм	31	350
LXK2-PE12-R00	—			40	
LXK2-PE12-S00	—			52	1000
LXK2-PE14-T00	—			68	
LXK2-PE14-U00	—	88			
LXK2-PB12-K00	—	Синий	470 нм	9	350
LXK2-PB12-L00	—			11	
LXK2-PB12-M00	—			14	
LXK2-PB14-N00	—			19	1000
LXK2-PB14-P00	—			24	
LXK2-PB14-Q00	—			31	
LXK2-PR12-L00	—	Синий Royal	455 нм	175 мВт	350
LXK2-PR12-M00	—			225 мВт	
LXK2-PR14-Q00	—			435 мВт	1000
LXK2-PR14-R00	—			515 мВт	
LXK2-PD12-Q00	—	Красный	627 нм	31	350
LXK2-PD12-R00	—			40	
LXK2-PD12-S00	—			52	
LXK2-PH12-R00	—	Красный-оранжевый	617 нм	40	
LXK2-PH12-S00	—			52	
LXK2-PL12-P00	—	Желтый-янтарный (amber)	590 нм	24	
LXK2-PL12-Q00	—			31	
LXK2-PL12-R00	—			40	

дов. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские центры Lumileds находятся в Сан-Хосе (Калифорния), а производство — в Нидерландах, Японии и Малайзии. Зарегистрированная торговая марка выпускаемых ультраярких светодиодов — LUXEON.

Светодиоды LUXEON выпускаются в нескольких вариантах:

- LUXEON I Emitter — базовая модель светодиода для освещения (LUXEON III Emitter имеет более высокую яркость при токе 700 мА (см. таблицу 2);



- LUXEON I Star и LUXEON III Star — светодиоды исполнения Emitter, закрепленные на теплоотводе «Звезда» с вырезами для крепления (см. таблицу 2).

LUXEON III Star имеют допустимый ток до 1000 мА.

- LUXEON K2 Emitter — новая серия светодиодов LUXEON с повышенной световой отдачей;

- LUXEON K2 Star — новые светодиоды LUXEON K2 Emitter, закрепленные на теплоотводе «Звезда». Основные параметры светодиодов

Таблица 4. Основные параметры ультраярких светодиодов новой серии LUXEON K2 with TFCC\*

LUXEON K2 TFCC	LUXEON K2 TFCC Star	Цвет	Цветовая температура, К	Световой поток (минимум), лм	Ток, мА
					
LXK2-PWC4-0160	L2K2-MWC4-11-0160	Белый холодный	6500	160	1000
LXK2-PWC4-0180	L2K2-MWC4-11-0180			180	
LXK2-PWC4-0200	L2K2-MWC4-11-0200			200	
LXK2-PWN4-0140	L2K2-MWN4-11-0140	Белый нейтральный	4100	140	
LXK2-PWN4-0160	L2K2-MWN4-11-0160			160	
LXK2-PWN4-0180	L2K2-MWN4-11-0180			180	
LXK2-PWW4-0120	L2K2-MWW4-11-0120	Белый теплый	3000	120	
LXK2-PWW4-0140	L2K2-MWW4-11-0140			140	
LXK2-PWW4-0160	L2K2-MWW4-11-0160			160	

\* TFCC – Thin Film Flip Chip – кристалл с тонкой пленкой и обратным расположением.

Таблица 5. Ультраяркие светодиоды в корпусе PLCC-4 фирмы Avago Technologies

Наименование	Корпус	Цвет	Цветовая температура	Длина волны, нм	Ток (макс.), мА	Ток (тип.), мА	Упр., В	Видимый угол, град.	Световой поток, лм	Яркость, мкд	
ASMT-QWB2-NEF0E	Super 0.5W power PLCC-4	белый	8 оттенков (бинов)	—	150	—	3,6	120	17,0	—	
ASMT-QAB2-FEF0E		янтарный (amber)	—	594,5		—	2,7		11,4	—	
ASMT-QHB2-FDE0E		красно-оранжевый	—	617,0		—	—		14,0	—	
ASMT-QRB2-FCD0E		красный	—	624,0		—	3,1		9,8	—	
ASMT-QWBE-NFH0E		белый	$x=0,33/$ $y=0,33$	—		150	3,6		19,5	—	
ASMT-QYBE-NEG0E			$x=0,437/$ $y=0,413$	—		150			18,0	—	
ASMC-QAB2-TAC0E	Envisium 0.5W power PLCC-4	янтарный (amber)	—	593,5	150	—	2,64	120	6,6	—	
ASMC-QHB2-TCD0E		красно-оранжевый	—	619,3		—			9,3	—	
ASMC-PRB9-TV005	Envisium power PLCC-4	красный	—	630	50	—	2,8	120	2,6...3,3	630...1600	
ASMC-PHB9-TW005		красно-оранжевый	—	617		—			4,3...5,0	1000...2500	
ASMC-PAB9-TV005		янтарный (amber)	—	592		—			3,0...3,8	630...1600	
ASMT-SWBM-NU803	Power PLCC-4	белый	8 оттенков (бинов)	—	30	—	—	120	2,8	560...1400	
HSMA-A431-Y00M1		янтарный (amber)	—	592	50	—	2,2	30	—	2850	
HSMC-A430-W50M1		красный	—	626	50	—	2,2	30	—	1125...3550	
HSMH-A430-W90M2		зеленый	—	518	30	—	3,9	30	—	1400...4500	
HSMV-A430-Y90M1		красно-оранжевый	—	617	50	—	2,8	30	—	3500	
HSMN-A430-U50M2		синий	—	468	30	—	3,9	30	—	450...1400	
HSMA-A460-W50M1		янтарный (amber)	—	590	70	50	2,2	50	—	2100	
HSMA-A461-X83M1			—	590			2,2	50	—	3300	
HSMC-A460-U30M1		красный	—	626	70	50	2,2	50	—	580	
HSMC-A461-V00M1			—	626			2,2	50	—	1750	
HSML-A461-W40M1		оранжевый	—	605	—	—	2,2	50	—	1850	
ASMT-QTB2-0A002	красный	—	628	20	—	2,06	120	—	505		
		зеленый	—			526		—	3,32	—	1015
		синий	—			472		—	3,32	—	325
QSMF-A367-FP9J1	красный	—	635	30	—	1,9	120	—	250		
		зеленый	—			523		—	3,4	—	800
		синий	—			468		—	3,4	—	155
QSMF-A368-F99J1	красный	—	635	30	—	1,9	120	—	140		
		зеленый	—			523		—	3,4	—	355
		синий	—			468		—	3,4	—	72

Таблица 6. Ультраяркие светодиоды семейства DRAGON фирмы OSRAM

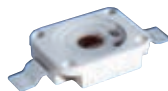
Наименование	Цвет	Длина волны или цветовые координаты, нм	Световой поток (тип.), лм	Ток, мА
--------------	------	---	---------------------------	---------

## Серия Golden DRAGON:



LR W5SM	Красный (Red)	625	43	400
LA W5SM	Желтый-янтарный (Amber)	617	53	
LY W5SM	Желтый (Yellow)	590	44	
LT W5SM	Зеленый (True green)	528	63	350
LB W5SM	Синий (Blue)	470	21	
LD W5SM	Синий насыщенный (Deep Blue)	455	310 мВт	
ZW W5SG	Белый (White)	x/y 0,32/0,31*	62	
LW W5SM	Белый (White)	x/y 0,32/0,31*	62	
LUW W5SM	Белый ультра (Ultra White)	x/y 0,31/0,32*	75	
LCW W5SM	Белый теплый (Warm White)	x/y 0,42/0,40*	45	

## Серия Platinum DRAGON:



LR W5SN	Красный (Red)	625	71	700
LA W5SN	Желтый-янтарный (Amber)	617	91	
LY W5SN	Желтый (Yellow)	590	69	
LT W5SN	Зеленый (True green)	528	75	
LB W5SN	Синий (Blue)	470	37	
LW W5SN	Белый (White)	x/y 0,33/0,33*	113	
LCW W5SN	Белый теплый (Warm White)	x/y 0,42/0,40*	89	

## Серия Diamond DRAGON:



LR W5AP	Красный (Red)	625	145	1400
LA W5AP	Желтый-янтарный (Amber)	617	180	
LY W5AP	Желтый (Yellow)	590	130	
LT W5AP	Зеленый (True green)	528	185	
LB W5AP	Синий (Blue)	470	75	
LD W5AP	Синий насыщенный (Deep Blue)	455	1250 мВт	
LW W5AP	Белый (White)	5000K...5700K	225	
LUW W5AP	Белый (White)	5700K...6500K	260	
LCW W5AP	Белый теплый (Warm White)	2700K...4200K	160	

## Серия Golden DRAGON Plus:



LUW W5AM	Белый ультра (Ultra White)	6500K	110	350
LW W5AM	Белый (White)	5700K	85	
LCW W5AM	Белый теплый (Warm White)	3000K	75	
LA W5AM	Желтый-янтарный (Amber)	617	60	400
LR W5AM	Красный (Red)	625	53	
LY W5AM	Желтый (Yellow)	590	48	
LB W5AM	Синий (Blue)	470	27	350
LT W5AM	Зеленый (True green)	528	80	
LD W5AM	Синий насыщенный (Deep Blue)	455	419 мВт	

\* Цветовые координаты CIE 1931 (CIE = МКО = Международная Комиссия по освещению, 1931 год)

Таблица 7. Ультраяркие мощные белые светодиоды серии OSTAR-Lighting фирмы OSRAM Opto Semiconductors

Наименование	Внешний вид	Цветовая температура, К	Описание и свойства	Упр., В	Видимый угол, град.	Ток, (тип.), мА	Световой поток (тип.) (ток, цветовая температура)	Мощность (тип.), Вт
LE UW E3B		5700...6500 (дневной свет)	6 светодиодов; линза 130°	20,8	130	700	730 лм (700 мА, 6500К)	15
LE W E2A		4500...7000 (дневной свет)	4 светодиода без линзы	14	120		280 лм (700 мА, 6000К)	10
LE W E2B			4 светодиода, линза 130°	14,0	130		410 лм (700 мА, 6000К)	10
LE W E3A			6 светодиодов без линзы	20,8	120		430 лм (700 мА, 6000К)	15
LE W E3B			6 светодиодов; линза 130°	20,8	130		600 лм (700 мА, 6000К)	15
LE CW E2A		2800...4200 (белый теплый)	4 светодиода без линзы	14	120		210 лм (700 мА, 3000К)	10
LE CW E2B			4 светодиода, линза 130°	14	130		310 лм (700 мА, 3000К)	10
LE CW E3A			6 светодиодов без линзы	20,8	120		330 лм (700 мА, 3000К)	15
LE CW E3B			6 светодиодов; линза 130°	20,8	130		450 лм (700 мА, 3000К)	15

LUXEON K2 Star приведены в таблице 3.

Самая новая серия мощных белых светодиодов LUXEON K2 with TFFC (Thin Film Flip Chip или кристалл с тонкой пленкой и обратным расположением) представлена в таблице 4. Эта серия отличается более высокой световой отдачей и допустимым током до 1 А. Серия имеет три оттенка

белого цвета — холодный, нейтральный и теплый. Необходимо обратить внимание на то, что на теплоотводящей поверхности мощных светодиодов может присутствовать потенциал напряжения, поэтому нужно обеспечить электрическую изоляцию от теплоотвода. Малая теплоотдача позволяет сделать светильники на основе светодиодов легкими и

миниатюрными. Низкий нагрев освещаемой поверхности дает неоспоримое преимущество светодиодам при их использовании в медицинской технике и при освещении предметов, не переносящих даже слабый нагрев (например, некоторые продукты питания). Несколько оттенков белого цвета (определяется цветовой температурой и бинами) позволяют подобрать оптимальный тип освещения для конкретной ситуации. В сочетании с мощными цветными светодиодами пользователь может оперативно менять цвет освещения в зависимости от настроения или конкретного случая. Сайт компании Lumileds: [www.philipslumileds.com](http://www.philipslumileds.com).

### Ультраяркие светодиоды Avago Technologies

Avago Technologies — одна из крупнейших в мире частных независимых полупроводниковых компаний, основанная в 1961 году как полупроводниковое подразделение фирмы Hewlett-Packard. В 1999 году это полупроводниковое направление вместе с производством измерительной аппаратуры было выделено в компанию Agilent Technologies. В 2005 году Agilent Technologies была куплена Kohlberg, Kravis Roberts & Co. (KKR) и преобразована в новую

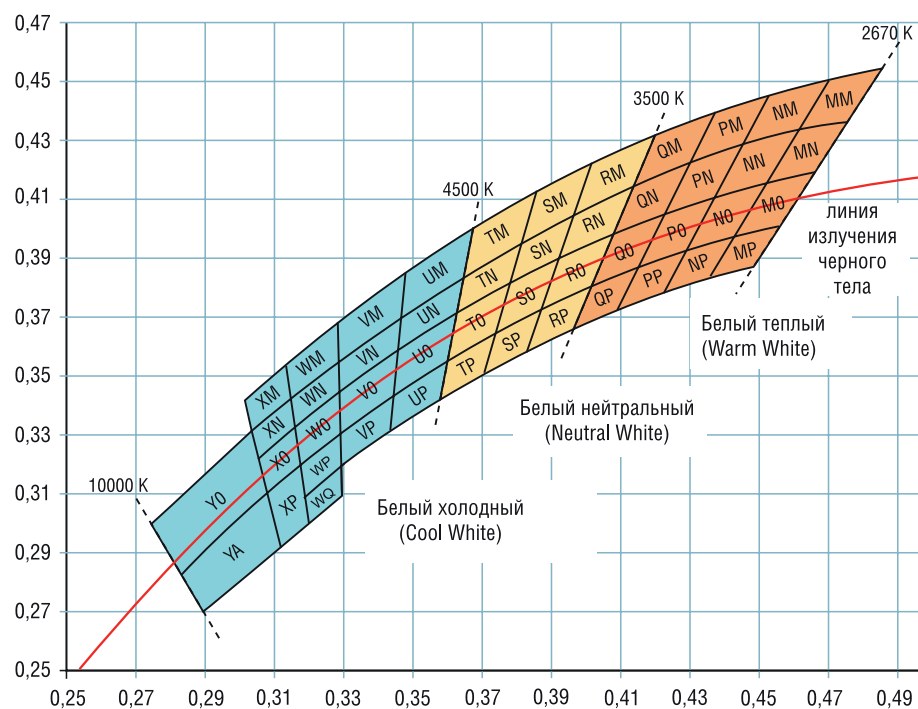


Рис. 2. Пример кодирования бинов компанией Lumileds для некоторых серий белых светодиодов

компанию Avago Technologies. Таким образом, компании Lumileds и Avago Technologies имеют общего прародителя – фирму Hewlett-Packard. Главный офис компании Avago Technologies расположен в Калифорнии. Оптоэлектроника – одно из основных направлений деятельности компании. Особое место уделяется развитию технологии светодиодов с высокой световой отдачей. Одна из наиболее интересных линеек этой продукции – ультраяркие светодиоды в стандартных корпусах PLCC-4. Основные параметры светодиодов этой серии сведены в таблице 5. Стандартные корпуса, высоконадежная конструкция и широкий диапазон рабочих температур от -40 до 100°C позволяют осуществлять монтаж компонентов с помощью стандартных автоматизированных технологий пайки. Доступны все цвета – красный, желтый, зеленый, синий (голубой), оранжевый и полноцветный вариант (три кристалла разных цветов в одном корпусе). Большинство светодиодов в этих корпусах имеют широкий угол излучения 120°. Производитель гарантирует низкую деградацию параметров для этого класса продукции (менее 50% в течение 50000 часов при 25°C). Основные рекомендуемые применения светодиодов Avago Technologies в корпусах PLCC-4:

- архитектурная и декоративная подсветка;
- полноцветные светодиодные экраны;
- подсветка наружных вывесок и контуров;
- внутренние и внешние автомобильные источники света.

Сайт Avago Technologies: [www.avagotech.com](http://www.avagotech.com).

### Мощные светодиоды OSRAM Opto Semiconductors

История компании OSRAM насчитывает более 100 лет и началась с выпуска ламп накаливания. Первые лампы накаливания имели нить из осмия. Позднее для этой цели стали использовать вольфрам. Название OSRAM было образовано путем слияния частей названия металлов осмия (OSmium) и вольфрам (wolfRAM). В 1906

году была зарегистрирована торговая марка OSRAM. Длительную часть времени своей истории OSRAM выпускала (выпускает и сейчас) лампы накаливания, галогенные светильники и энергосберегающие люминисцентные лампы. В 2001 году был построен большой завод для производства светодиодов. Оптоэлектроника становится наиболее перспективным направлением подразделения OSRAM Opto Semiconductors. Время эксплуатации некоторых серий светодиодной продукции OSRAM Opto достигает 100 тысяч часов. В 2002 году компанией были разработаны органические светодиоды (OLEDs – Organic Light Emitting Diodes), пригодные для массового производства.

### Семейство DRAGON – несколько серий ультраярких светодиодов OSRAM

Среди ультраярких светодиодов OSRAM Opto Semiconductors очень популярна продукция расширенного семейства DRAGON (основные параметры серий светодиодов DRAGON сведены в таблицу 6).

Максимальный световой поток в семействе DRAGON обеспечивает серия Diamond DRAGON (рекомендуемый рабочий ток 1400 мА; максимальный ток может доходить до 2 А). Новая серия Golden DRAGON Plus обеспечивает более мощный световой поток по сравнению с серией предыдущего поколения Golden Dragon при одинаковых рабочих токах (см. таблицу 6). Миниатюрный низкопрофильный корпус, герметизация кремний-органической смолой для длительного срока эксплуатации и низкое тепловое сопротивление обеспечивают оптимальную эффективность светодиодов семейства DRAGON компании OSRAM Opto Semiconductors. Поставляются в белом цвете с цветовой температурой от 2700 до 6500°K. Запатентованная технология ThinFilm/ThinGan обеспечивает высокую световую отдачу и низкое прямое напряжение. Тепловое сопротивление находится в пределах от 8 до 15 К/Вт. Нанесенный непосредственно на кри-

сталле люминофор обеспечивает превосходный белый цвет.

### OSTAR-Lighting – серия мощных белых светодиодов OSRAM

Серия OSTAR-Lighting – это мощные твердотельные источники белого света из четырех или шести светодиодов мощностью 10 или 15 Вт в одном корпусе, размещенных на основании с низким тепловым сопротивлением. Параметры светодиодов этой серии приведены в таблице 7.

Объединение четырех или шести светодиодов в один твердотельный источник света в серии OSTAR-Lighting уменьшает размер и стоимость светодиодных светильников. Особенности конструкции, наличие дополнительных отверстий в основании для более плотного прилегания к теплоотводу, низкое прямое напряжение и сниженное тепловое сопротивление позволяют минимизировать размер радиатора и добиться максимальной эффективности с меньшим выделением тепла. Разнообразие механических, цветных и оптических вариантов обеспечивает максимальную гибкость при проектировании на основе светодиодов OSTAR-Lighting. Главное применение светодиодных сборок серии OSTAR-Lighting – проекционные системы высокой яркости и, конечно, все традиционные области применения мощных светодиодов, которые уже рассматривались в этой статье для других серий и семейств мощных светодиодов. Сайт OSRAM Opto Semiconductors: [www.osram-os.com/osram\\_os/EN/](http://www.osram-os.com/osram_os/EN/).

### Бины и цветовая температура для белых светодиодов

Для каждого белого светодиода в документации указывается цветовая температура (измеряется в градусах Кельвина), характеризующая оттенок белого цвета (холодный, нейтральный или теплый). Однако такой грубой градации оттенков белого свечения в некоторых случаях бывает недостаточно, поэтому для более точного определения цветовых характеристик применяют понятие «бин». Бин за-

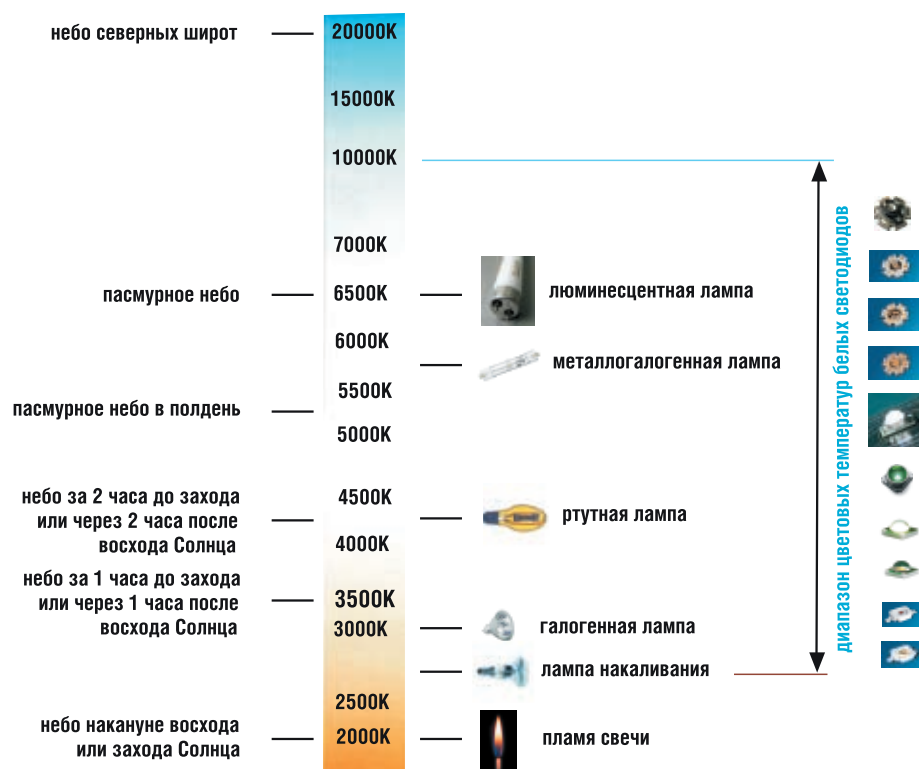


Рис. 3. Цветовые температуры некоторых источников света

дает цветовую температуру излучения белого светодиода в довольно узком спектральном диапазоне. Это поясняется с помощью рисунков 1 и 2. На рисунке 1 показана диаграмма цветового пространства МКО 1931 (международная комиссия по освещению; стандарт принят в 1931 году). Внешняя линия на рисунке 1 ограничивает цветовое пространство, воспринимаемое среднестатистическим наблюдателем. Длины волн спектральных (монохроматических) цветов указаны в нм. Цветовая температура белого светодиодного излучения определяется сравнением с так называемым «абсолютно черным телом» и отображается линией «черного тела». При росте цветовой температуры черного тела возрастает синяя (холодная) составляющая спектра при уменьшении доли красной. При уменьшении цветовой температуры преобладает красная (теплая) составляющая излучаемого спектра. Это хорошо видно на рисунке 1.

На рисунке 2 приведены бины (коды оттенков белого цвета) на примере кодирования фирмой Lumileds. Производитель обращает внимание на то, что глаз че-

ловека не находит различий в оттенках белого двух светодиодов с соседними бинами (отличие можно зарегистрировать только с помощью приборов). Однако для получения равномерного освещения при большом количестве близко расположенных светодиодов желательно размещать источники света с одинаковыми бин-кодами, тогда отклонения оттенков белого цвета будут незаметны. Производители используют разные системы кодирования цветовых оттенков для белых светодиодов, поэтому в каждой серии светодиодов белого свечения необходимо изучать документацию конкретного производителя для каждого подходящего светодиода.

На рисунке 3 показано соответствие усредненных цветových температур некоторых источников света и характерный цвет излучения каждым светильником. Психологи считают, что холодный цвет лучше стимулирует умственную деятельность, а теплое освещение более предпочтительно для отдыха. В правой части рисунка 3 показан диапазон цветových температур белых светодиодов. Дальнейшее расширение

этого цветового интервала приведет к использованию цветных светодиодов (желтых, синих и их оттенков).

Подведем некоторые итоги.

Основные преимущества мощных светодиодов по сравнению с традиционными источниками света:


- большой срок эксплуатации (в десятки и даже сотни раз больший, чем в случае обычных источников света) — это позволяет гораздо реже производить замену вышедших из строя светильников, что особенно важно для труднодоступных мест;

- эффективность и высокая отдача; при аналогичной яркости светодиодные светильники потребляют в 3...5 раз меньше энергии, чем галогенные лампы или лампы накаливания;

- удобство монтажа и компактность; поверхностный монтаж и малые размеры светодиодов позволяют дизайнерам выбрать более интересное и оптимальное решение для создания системы освещения;

- широкий выбор оттенков белого цвета; цветные и полноцветные светодиоды позволяют реализовать самые разнообразные идеи разработчиков средств освещения или декоративной подсветки, добиваться динамического изменения цвета и яркости;

- низкий нагрев светодиодных светильников позволяет устанавливать их в тех местах, где применение ламп накаливания недопустимо из-за их высокого нагрева.

По прогнозам специалистов, внедрение новых технологий светодиодного освещения постепенно практически полностью заменит традиционные светильники во всем мире, как в свое время полупроводники вытеснили электронные лампы. Похоже, что ждать осталось недолго. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)



Андрей Никиткин (Rainbow Technologies)

## МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ HONGLI OPTOELECTRONICS

*В последние годы с европейскими и американскими производителями высокотехнологичной светодиодной продукции активно конкурируют компании из Юго-Восточной Азии. Китайская компания Hongli Optoelectronic производит мощные светодиоды от 0,5 до 30 Вт.*

Среди сотен компаний, специализирующихся на производстве светодиодной продукции, далеко не последнее место занимают азиатские производители. Одним из них является корпорация Hongli Optoelectronics, основанная в 1998 году в городе Гуанджоу (Китай). Динамичное развитие позволило фирме быстро занять заметное место на азиатском рынке оптоэлектроники, и сегодня она предлагает широкий ассортимент высококачественной светодиодной продукции. Годовая производительность компании — более 60 миллионов светодиодов. Достижение высокого качества продукции обеспечивается применением современного оборудования, отлаженным технологическим процессом и высокой подготовкой персонала, что отражается полученными сертификатами ISO9001, ISO9002 и QS9000.

Номенклатура выпускаемой продукции широка: мощные светодиоды, выводные светодиоды и светодиоды для поверхностного монтажа, светодиоды типа «пиранья», светодиодные модули и изделия для декоративной подсветки, светодиодные балласты и контроллеры. В данной статье речь пойдет о мощных светодиодах компании Hongli Optoelectronic.

**Определим основные характеристики светодиодов.**

Световые или фотометрические параметры характеризуются световым потоком и силой света. **Световой поток** — количество излучаемой энергии, протекающей через единицу площади за едини-

цу времени. Единица измерения светового потока — люмен (лм). Величина светового потока характеризует излучающий источник, и ее нельзя увеличить никакими оптическими системами. Действие этих систем может лишь сводиться к перераспределению светового потока в пространстве, например, большей концентрации его по некоторым избранным направлениям. **Сила света** — это световой поток, приходящийся на единицу телесного угла, в пределах которого он распространяется. То есть сила света характеризует восприятие источника света наблюдателем. Таким образом, для тех светодиодов, которые выполняют в основном индикаторные функции, главной потребительской характеристикой является именно сила света. Для мощных светодиодов световой поток является более подходящей оценкой произведенного света при сравнении различных источников света.

Для оценочного пересчета силы света в световой поток используют следующий метод:

1. Зная плоский угол свечения светодиода  $\theta$  (двойной угол половинной яркости), указанный производителем, определяем телесный угол:  $\Omega = 2\pi (1 - \cos(\theta/2))$ .

2. Вычисляем световой поток:  $F = Iv \times \Omega$ , где  $Iv$  — сила света светодиода.

Спектральные или колориметрические параметры светодиодов характеризуют длиной волны, координатами цветности и цветовой температурой. **Длина волны** используется для характеристики



цвета монохромного («не белого») светодиода. Различают пиковую и доминирующую длину волны. Доминирующая длина волны — это, по существу, цвет, фактически воспринимаемый человеческим глазом. Пиковая длина волны — это длина волны максимальной спектральной интенсивности. Пиковое значение легко определить, и поэтому оно является наиболее частым параметром, указываемым изготовителями светодиодов. **Цветовые координаты** характеризуют цвет по диаграмме цветности, принятой Международной комиссией по освещению (CIE) в 1931 году (см. рис. 1 в статье Евгения Звонарева о мощных светодиодах в этом номере журнала). Цветовые координаты используются главным образом для характеристики оттенков излучения светодиодов белого цвета и при бинировании светодиодов. Оттенки излучения белых светодиодов также характеризуют **цветовой температурой** (измеряется в градусах Кельвина). Не углубляясь в теорию отметим, что определяют, как правило, теплый или мягкий белый (*Warm White*) с цветовой температурой от 2000 до 3500°K, натуральный белый (*Natural White*) с температурой от 3500 до 4500°K и холодный или чистый белый (*Cool White*) с цветовой температурой 4500°K и выше. Меньшая цветовая температура соответствует желтоватым оттенкам белого, характерного для ламп накаливания, а большая — голубоватым оттенкам люминесцентных ламп.

Угловые характеристики светодиодов характеризуются главным образом диаграммой пространственного распределения света или углом излучения  $\theta$ . Эти параметры характеризуют не столько источник света сам по себе, сколь-

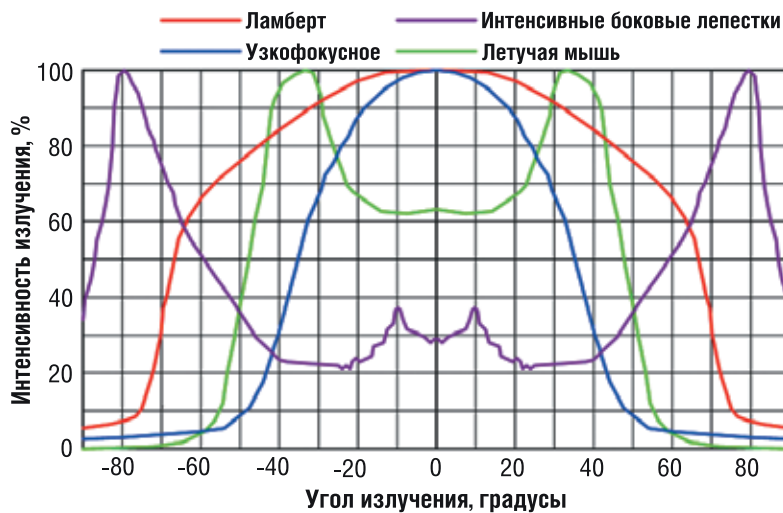


Рис. 1. Диаграммы пространственного распределения света

ко параметры линзы, которая установлена на светодиоде. Для мощных светодиодов используются следующие типы линз:

- Линза с распределением Ламберта (*Lambertian*). В общем случае дает равномерное распределение, примерно такое же, как и в обычных круглых светодиодах. Как правило, угол излучения у линз Lambertian составляет 100...140°.

- Линза с распределением «Летучая мышь» (*Batwing*). Диаграмма направленности таких линз характеризуется боковыми пиками, величина которых в 1,5...3 раза превышает интенсивность излучения по центральной оси.

- Линза с интенсивным боковым излучением (*Side Emitting*).

Боковые пики находятся в области ±60...90 градусов, а интенсивность между ними не превышает 40% от максимума. Отметим, что если в Batwing интенсивность между пиками ровная, то в Side Emitting присутствуют явно выраженные небольшие всплески около центральной оси.

- Узкофокусные линзы (*Dome, Narrow* или *Focusing*). Диаграмма направленности таких линз равномерная, однако угол излучения уже: 60...80°.

Типовые диаграммы пространственного распределения света представлены на рисунке 1.

Рассмотрим параметры, характеризующие эффективность применения мощных светодиодов в задачах освещения. Главным па-

раметром является светоотдача, то есть, отношение светового потока к входной мощности (люмен/Ватт). К примеру, для ламп накаливания этот показатель равен 10...15 лм/Вт, для люминесцентных 70-100 лм/Вт. Для белых светодиодов этот параметр лежит в пределах от 30 до 70 лм/Вт, хотя у отдельных производителей это соотношение достигает значения 100 и более. Понятно, что цифра «100 и более» выглядит привлекательнее, чем 30 или 70, но здесь имеет смысл задуматься и о таком параметре, как «люмен на доллар», то есть, сколько будет стоить единица света. С этой точки зрения пиковые значения светоотдачи, достигнутые ведущими производителями, становятся менее привлекательными. Они отражают тенденцию развития мощных полупроводниковых источников света, которые во временной перспективе после массового освоения должны быть поддержаны лучшими ценовыми параметрами готовой продукции.

В товарной линейке Hongli Optoelectronic присутствуют светодиоды мощностью 0,5; 1; 3; 5; 10; 20 и 30 Вт. Их характеристики приведены в таблицах 1...5.

Как мы видим, минимальные и максимальные значения интенсивности могут существенно отличаться, однако следует иметь в виду, что при заказе продукции можно

Таблица 1. Параметры светодиодов мощностью 0,5 Вт

Модель	Цвет	Длина волны, λ, нм, T <sub>c</sub> , °K	Световой поток		Отношение лм/Вт	Прямое напряжение		Угол, 2θ (°)
			Фв, лм @ 150 мА			Vf, В @ 150 мА		
			min	max		min	max	
ERLQHEA1	красный	620	10,7	23,5	34,2	2,0	2,8	140
EYLBHEA1	желтый	590	10,7	23,5	34,2	2,0	2,8	140
EVC2HEA1	синий	470	3,8	8,2	12,0	3,0	3,6	140
EGNJHEA1	зеленый	525	23,5	34,9	58,4	3,0	3,6	140
EWC2HEA3	белый (хол.)	6000K	23,5	34,9	58,4	3,0	3,6	140

Таблица 2. Параметры светодиодов мощностью 1 Вт

Модель	Цвет	Длина волны, λ, нм, T <sub>c</sub> , °K	Световой поток		Отношение лм/Вт	Прямое напряжение		Угол, 2θ (°)
			Фв, лм @ 350 мА			Vf, В @ 350 мА		
			min	max		min	max	
ERLR1EA1	красный	620	30,6	45,3	38,0	2,0	2,8	140
EYLA1EA1	желтый	590	23,5	34,9	29,2	2,0	2,8	140
EBN11EA1	синий	470	8,2	18,1	13,2	3,0	3,6	140
EGNH1EA1	зеленый	525	51,7	76,6	64,2	3,0	3,6	140
EWC11EA1	белый (тепл.)	3200K	34,9	59,8	47,4	3,0	3,6	140
EWJ41EA3	белый (хол.)	6000K	45,3	67,2	56,3	3,0	3,6	140

Таблица 3. Параметры светодиодов мощностью 3 Вт

Модель	Цвет	Длина волны, $\lambda$ , нм, Tc, °K	Световой поток		Отношение лм/Вт	Прямое напряжение		Угол, 2 $\theta$ (°)
			Фв, лм @ 800 мА			Vf, В @ 800 мА		
			min	max		min	max	
ERER3EE1	красный	620	51,7	76,6	21,4	2,0	2,8	140
EYLA3EE1	желтый	590	39,8	67,2	17,8	2,0	2,8	140
EBC83EA1	синий	470	18,1	30,6	8,1	3,2	4,0	140
EGNH3EE1	зеленый	525	99,7	113,6	35,6	3,0	3,8	140
EWJ73EA3	белый (хол.)	6000K	87,4	129,5	36,2	3,2	4,0	140

Таблица 4. Параметры светодиодов мощностью 5 Вт

Модель	Цвет	Длина волны, $\lambda$ , нм, Tc, °K	Световой поток		Отношение лм/Вт	Прямое напряжение		Угол, 2 $\theta$ (°)
			Фв, лм @ 1200 мА			Vf, В @ 1200 мА		
			min	max		min	max	
ERER3EE1	красный	620	65,0	80,0	14,5	2,0	2,8	140
EYEA5EG1	желтый	590	110,0	140,0	25,0	2,0	2,8	140
EBN15EG1	синий	470	23,5	34,9	5,8	3,2	4,0	140
EGNH5EG1	зеленый	525	168,2	249,6	41,8	3,0	3,8	140
EWJ85EA1	белый (хол.)	6000K	144,7	218,9	36,4	3,2	4,0	140

Таблица 5. Параметры светодиодов мощностью 10, 20 и 30 Вт

Модель	Можность, Вт	Цветовая температура, Tc, °K	Световой поток, Фв, лм		Отношение лм/Вт	Прямое напряжение, Vf, В	Прямой ток, If, А	Угол, 2 $\theta$ (°)
			min	max				
HL-PWD3AH1	10	5000...7000	300	450	37,5	10,0	1,4	140
HL-PWD3CK1	20	5000...7000	700	850	38,8	15,0	1,4	140
HL-PWD3EL1	30	5000...7000	850	1110	32,7	24,0	1,4	140

указать конкретный бин. **Бинирование** — это автоматическая сортировка светодиодов по таким параметрам как световой поток, длина волны (для цветных) или цветовая температура (для белых светодиодов), реже по величине прямого падения напряжения. Следует иметь в виду, что стоимость бинов различна — понятно, что цена бина с максимальным световым потоком будет велика, поскольку для выполнения такого заказа потребуются сортировка большей партии светодиодов.

Какие технические решения и технологии при производстве мощных светодиодов использует Hongli Optoelectronics для достижения высоких пользовательских характеристик?

Во-первых, используются многокристальные конструкции (то есть, в одном корпусе установлено несколько параллельно включенных светодиодов), что позволяют повысить ток и суммарную мощность устройства, а, следовательно, и световой поток, без снижения срока службы (при условии эффективного теплоотвода).

Во-вторых, использование конструкций светодиодов, обеспечивающих качественный теплоотвод. Известно, что необходимо максимально приблизить подложку, на которой закреплены кристаллы, к теплоотводящей поверхности. Технология COB (*chip-on-board*), которую использует компания Hongli Optoelectronics, является на данный момент одной из самых перспективных.

Рассмотрим основные преимущества применения мощных светодиодов для освещения.

- Экономия электроэнергии. В общем случае, светодиодное освещение требует в 4-5 раз меньшей мощности для обеспечения одного и того же светового потока по сравнению с лампами накаливания и в 2 раза меньшей мощности по сравнению с люминесцентными лампами.

- Длительный срок службы и, как следствие, снижение эксплуатационных затрат. Производители мощных светодиодов указывают срок службы, равный 50000...100000 часов. Это в 100 раз выше чем у ламп накалива-

ния и примерно в 5...10 раз больше, чем у люминесцентных ламп. В настоящее время нет никакого стандарта, определяющего срок службы светодиодов, хотя существуют предложения от авторитетных организаций считать таковым время, в течении которого световой поток уменьшается до некоторого значения (до 70 или 50%) от начальной величины. Необходимо иметь в виду, что реальный срок службы существенно сокращается если, во-первых, протекающий через светодиод ток превышает номинальное значение и, во-вторых, не обеспечивается должный теплоотвод.

- Низкое питающее напряжение, что гарантирует высокий уровень электробезопасности.

- Светодиоды не имеют стеклянных колб и нитей накаливания, что обеспечивает высокую механическую прочность и надежность.

- Отсутствие разогрева или высоких пусковых напряжений при включении.

- Безынерционность включения и выключения.

- Возможность регулирования интенсивности излучения без изменения спектральных характеристик излучаемого света.

- Отсутствие ультрафиолетового и иных вредных для здоровья излучений.

- Не применяется никаких опасных веществ, например, ртути, что существенно упрощает процесс утилизации.

Несмотря на вышеперечисленные плюсы, есть объективные факторы, сдерживающие применение светодиодов в качестве средств освещения. Главная причина — высокая цена. Отношение люмен/доллар для обычной лампы накаливания — приблизительно 1000. А мощные светодиоды в настоящее время могут достигать лишь отношения 20...40 люменов на доллар.

Высокая цена является главным аргументом против использования светодиодов в качестве источников освещения в жи-

лом секторе. Перспектива будущей экономии средств на обслуживании и электроэнергию не представляется в этом случае убедительной. В то же время промышленный и коммерческий секторы, где сегодня в основном применяется люминесцентное освещение, наоборот, заинтересованы в приобретении более экономичных и долговечных источников света высокой эффективности. Деятельность этих секторов в большей степени ориентирована на перспективу, поэтому снижение расходов на обслуживание, безопасность и низкие энергозатраты имеют первостепенное значение. **5**

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)



ON Semiconductor®

### «Твердотельные» источники света: решения от ON Semiconductor

Светодиодные источники света применяются в таких ответственных приложениях, как светотехнические приборы для управления дорожным движением, освещения домов и улиц, световой рекламы. Здесь применение LED-освещения обеспечивает высокую степень адаптации к потребностям конечного пользователя и низкий уровень эксплуатационных расходов.

Компания **ON Semiconductor** предлагает на быстроразвивающемся рынке светодиодного освещения микросхемы и платформы (наборы взаимосвязанных микросхем и эталонные проектные решения) для приложений на основе питания от 220 В/АС, 12 В/АС, 12 В/24 В/DC, а также для систем на основе батарейного питания.

Для решений на основе сетевого питания компания ON Semiconductor предлагает широкий спектр микросхем контроллеров питания со встроенными ключами, как с цепью «поджига», так и без схемы «поджига». Самое многочисленное семейство таких микросхем на основе технологии ШИМ с фиксированной частотой включает серию микросхем **NCP1200-1216**, а также микросхемы **NCP101X/1028** для мощностей до 8 Вт.

Для питания светодиодов на основе вторичных источников питания компания предлагает несколько групп микросхем для создания решений по подсветке ЖК-панелей (**NCP5006/7; NCP5005; NCP5010; NCP5021; NCP5602/04/23/12/08**), управления яркостью OLED-дисплеев (**NCP1406; NCP5010; NCP5810**), световых вспышек и стробоскопического освещения.

В линейке предложений компании ON Semiconductor — инструментарий для выбора LED-драйверов, эталонные платформы LED-драйвера на основе сетевого питания, LED-балласта. Разработчикам предлагается поддержка: <http://www.onsemi.com/PowerSolutions/content.do?id=15102>.



## СВЕТОДИОДНАЯ ПРОДУКЦИЯ



Светодиоды Hongli на Пекинской Олимпиаде

### Основные области применения:

- Освещение помещений
- Уличные светильники
- Архитектурная и ландшафтная подсветка

- Автомобильная техника
- Реклама
- Подсветка витрин
- Бытовая техника



Антон Булдыгин (КОМПЭЛ)

## ОБЗОР ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ LED

*В статье представлен обзор оптических систем для светодиодов от всемирно известных производителей таких систем как **LEDIL**, **KATHOD** и **FRAEN**. Приведенные таблицы позволят разработчикам сориентироваться в многообразии оптики и ее соответствии светодиодам ведущих мировых изготовителей.*

Задача оптической системы, используемой в паре со светодиодом — как можно более рационально распределить световой поток в пространстве. Правильно подобранная оптика позволяет существенно увеличить плотность светового потока диода и более точно приспособить его работу для решаемой технической задачи. На сегодняшний день представлены на рынке оптические системы охватывают достаточно широкий спектр применения светодиода: от точечной индикации до приборов основного освещения. При этом, оптика позволяет выстроить не только круговой, но и протяженный эллиптический фронт излучения.

Описываемые оптические системы делятся на два основных типа — линзовые и отражательные. Все они создают различные диаграммы направленности излучения в пространстве. Параметр, отображаемый диаграммами, есть эффективный телесный угол светового потока, то есть угол, внутри которого распределено не менее 50% всего излучения. Наиболее часто встречаемые среди диаграмм следующие:

- узкая диаграмма — угол эффективного излучения 5-20° (см. рис. 1);
- средняя диаграмма — угол эффективного излучения 20-50° (см. рис. 2);
- широкая диаграмма — угол эффективного излучения от 50° (см. рис. 3).

Очевидно, что при использовании оптических систем с бо-

лее широкой диаграммой направленности сила света будет ниже, снизится и освещенность. Происходит это из-за рассредоточения светового потока на сравнительно большой площади. Следовательно, при выборе следует учитывать зависимость между площадью освещаемой поверхности и значением силы света системы. Если значение силы света при применении одного светодиода недостаточно, разумно применить систему с тремя, пятью и более светодиодами.

Важным параметром также является собирательная способность систем. Это отношение светового потока внутри угла эффективного излучения ко всему световому потоку, прошедшему через систему. Выраженная в процентах, эта величина часто обозначается как оптическая эффективность. Хорошим значением эффективности следует считать величины от 75% и выше. У линзовых систем, как правило, они меньше. Это связано с тем, что свет, проходя через линзу, дважды пересекает границу раздела двух оптических сред. Поэтому, выбирая систему с узкой или средней направленностью, следует помнить о том, что отражатель может быть эффективнее линзы.

Компании, представленные в этом обзоре, — всемирно известные производители оптических систем для полупроводниковых источников света. В их номенклатуре можно найти не только стандартные решения, но и оригинальные и узкоспециализированные. Если же требуется эксклюзивное

изделие, стоит только сформулировать техническое задание и начать диалог.

### Линзовые системы компании LEDIL

**TWIDDLE** — это совершенно новая разработка компании LEDIL. Уникальность конструкции состоит в использовании двухкомпонентной линзовой системы, в которой последняя линза имеет степень свободы. Такое решение позволяет наклонять излучение на  $\pm 15^\circ$  от нормали. Для равномерного распределения излучения задействованы матовые линзы. Система TWIDDLE прекрасно передает белый и теплый белый цвета. Базовые светодиоды — системы NICHIA серия 083.

Специфическим продуктом следует считать и линзу-призму **CAT**. Ее диаграмма рассчитана так, что излучение рассекается на два фронта в горизонтальной плоскости. Визуально это выглядит как две вертикальные равнояркие полосы со средней диаграммой направленности по горизонтали

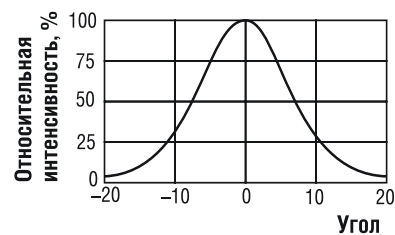


Рис. 1. Узкая диаграмма направленности

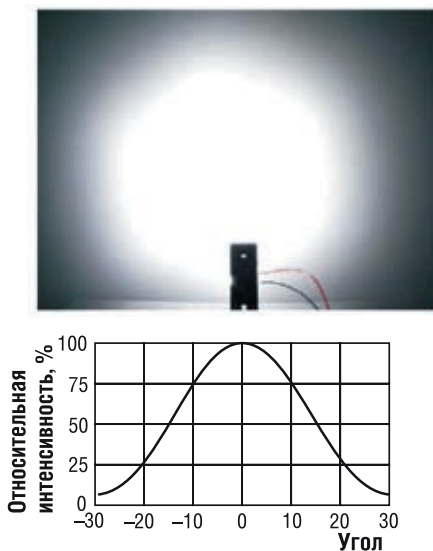


Рис. 2. Средняя диаграмма направленности

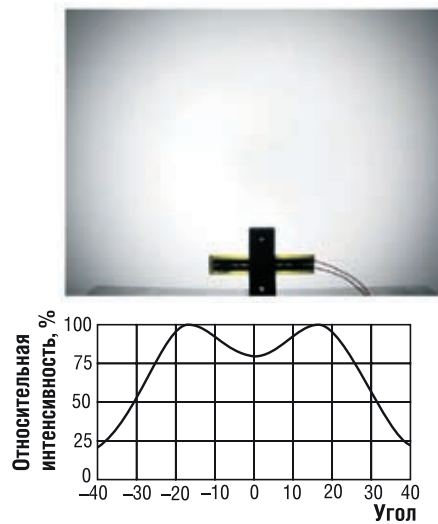


Рис. 3. Широкая диаграмма направленности

каждая. Эта оптика заявлена для применения с OSRAM OSTAR, но также вполне совместима с такими светодиодами, как CREE XLamp XR-E, Seoul Semiconductor P4 и Acriche, Luxeon K2, однако в последнем случае требует специального позиционирования. Поликарбонат, из которого изготовлена линза-призма, обеспечивает хорошую диффузию светового потока и работает при температуре до 135°C. Устанавливается CAT при помощи двух винтов.

Цилиндрическая линза **FLARE** создана для обеспечения широчайшей диаграммы направленности в горизонтальной плоскости. Угол эффективного излучения по горизонту составляет 160°, что позволяет создавать круговой фронт при использовании нескольких таких линз. FLARE работает со светодиодами Luxeon I, III и K2 и крепится при помощи двух винтов.

Миниатюрная прямоугольная линза **SNOWWHITE** — это хорошее дополнение к Luxeon PWT. Рассчитанная на диаграмму средней направленности, она создает равномерное и сбалансированное свечение по всему периметру прямоугольника. Линза изготовлена из акрила и обеспечивает высокую оптическую эффективность > 80%. Устанавливается SNOWWHITE на два миллиметровых отверстия в плате.

**LISA** разработана для применения в паре с OSRAM Platinum Dragon. Ее миниатюрный корпус (менее 11 мм в диаметре) крепится прямо к платформе светодиода. Оптика имеет только среднюю диаграмму направленности и эффективность 80%. Приоритет этой системы — высокая точность передачи белого цвета.

**TINA** так же, как и LISA разработана для светодиода Dragon. Широчайшая диаграмма направ-

ленности (72°) и высокая передача белого — вот визитная карточка TINA. В отличие от LISA оптика бескорпусная, и имеет чуть большие габариты. Оптическая эффективность полимера, применяемого здесь — 80%.

Серия **LE1** предназначена для светодиодов Ledengin 5W. Ее сильные стороны — это передача белого и сверхвысокая эффективность >90%. Доступны три диаграммы направленности, для узкой диаграммы существует версия с более диффузным рассеянием. Конструктивно LE1 представляет собой корпусную систему, устанавливаемую только с помощью клеящих средств на эпоксидной или полиуретановой основе.

Серия **APOLLO** представлена рядом бескорпусных систем с четырьмя диаграммами направленности. Базовые светодиоды — Luxeon I, III и K2. По запросу доступны версии с металлизированной задней поверхностью линзы. Такое решение позволяет увеличить светототдачу за счет полного отражения блуждающего по линзе света в сторону выхода. Оптика этой серии очень удобна в монтаже, она оперативно крепится на клейкую основу. Также можно установить ее на смолу или клей, без какого-либо ущерба для оптических параметров. Все линзы серии имеют одинаковый внешний диаметр 26 мм, что дает возможность подобрать оптимальный вариант простой заменой. Существует бескорпусный вариант линзы для трех светодиодов **APOLLO 3**, с тремя основными диаграммами направленности.

Родственниками APOLLO можно считать серии **SPUTNIK**,

Таблица 1. Характеристики оптических систем семейства Square

Серия	Светодиод	Узкая диаграмма направленности	Средняя диаграмма направленности	Широкая диаграмма направленности	Эллиптическая диаграмма направленности	Габариты, мм
CRS	Cree XR, XR-E	•	•	•	•	21,6x21,6
K2S	Luxeon K2	•	•	•	•	
RES	Luxeon Rebel	•	•	•	•	
OSS	Osram Dragon	•	•	•	•	
SSS	Seoul SC P3	•	•	•	•	
NIS033U	Nichia 033	•	•	•	—	
NIS036	Nichia 036	•	•	•	•	
NIS083	Nichia 083	•	•	•	•	

**ROCKET** и **TITANUM**. Конструктивно, они повторяют все особенности **APOLLO**, но используемый в них акрил имеет более высокую оптическую эффективность около 90%. Оптика **SPUTNIK** разработана для использования в паре с Seoul Semiconductor серий P3, P4 и P5 (только средняя диаграмма направленности). Существует строенная версия с остроумным названием **LAIKA**. **ROCKET** применяется со светодиодами **CREE XLamp XR-C** и **XR-E**. **TITANUM**, в свою очередь, работает в паре с **OSRAM Dragon**. По аналогии с **APOLLO** доступны металлизированные и строенные версии.

В номенклатуре компании отдельное место отведено оптике с квадратным корпусом. В этот ряд входят серии линзовых систем **NIS033U**, **NIS036**, **NIS086**, **K2S**, **CRS**, **OSS**, **RES** и **SSS**. Все они имеют одинаковый корпус, спроектированный таким образом, чтобы можно было собрать любой профиль без зазора между линзами. Также, для удобства монтажа, предусмотрена оперативная установка корпуса на клейкую основу. Специальный оптический полимер, применяемый здесь, обладает повышенной оптической эффективностью — 90%. Следу-

ет отметить и высокую цветовую равномерность потока излучения. Эти серии выпускаются с четырьмя диаграммами направленности, притом для узкой и средней диаграмм существуют модификации с более диффузным рассеянием потока. Исключение составляет серия **NIS033U**. Ее оптика создана специально для работы в ультрафиолетовом диапазоне спектра, на длинах волн от 365 нм, и имеет только три диаграммы направленности. Прочие характеристики отражены в сводной таблице 1.

**LEDILSTAR** — решение для систем основного освещения. Оптика разработана для работы в паре с серией **OSRAM OSTAR**. Поликарбонат, из которого изготовлена система, выдерживает температуры до 130°C, сохраняя при этом эффективность более 80% и высокий показатель диффузии светового потока. Доступны две диаграммы направленности. **LEDILSTAR** допускает различные виды установки: на клеевой основе, на винтах или посредством прижима.

Многолинзовые системы с использованием трех и более светодиодов в ряде случаев повторяют параметры вышеописанных систем. Их оптическая эффективность достаточно высока >85%, а у

серий **CUTE** достигает 90%. Конструкции всех систем бескорпусные. При этом строенные, квадратические и гекто-серии (индексы 3, 4 и 7 соответственно) имеют монтажные ножки и устанавливаются непосредственно на светодиоды. Пента-серии (индекс 5) выполнены в виде плоской пластины с коаксиально расположенными линзами. Для такой конструкции посадочным местом является специальный фланец, расположенный по краю пластины. Прочие характеристики многолинзовых систем отражены в сводной таблице 2.

### Отражательные системы компании LEDIL

Система **BOOMERANG REFLECTOR** разработана для светодиодов **Ledengin** серий 5W и 10W. Доступна только средняя диаграмма направленности. Отражатель отлично передает белый цвет и, традиционно для таких систем, имеет эффективность >90%.

Серия **BOOM REFLECTOR** разработана для работы в паре с **CREE** серии **MC-E**. Как и **BOOMERANG**, отражатели этой серии имеют высокую эффективность и хорошую передачу белого. В серии доступны три диаграммы направленности.

Таблица 2. Характеристики многолинзовых оптических систем LEDIL

Серия	Светодиод	Количество светодиодов	Узкая диаграмма направленности	Средняя диаграмма направленности	Широкая диаграмма направленности	Эллиптическая диаграмма направленности	Оптическая эффективность, %	Стандарт
APOLLO-3	Luxeon I / III / K2	3	•	•	•	—	>85	MR16
RER-5	Luxeon Rebel	5	—	•	—	—	>85	MR11
LAIKA-3	Seoul SC P3 / P4	3	•	•	•	—	>85	MR16
TITANUM-3	Osram Dragon	3	•	•	—	—	>85	MR16
PLATINUM-3	Osram Dragon	3	•	•	•	—	>85	MR16
OSR-5	Osram Dragon	5	—	•	—	—	>85	MR11
ROCKET-3	Cree XLamp / XR-E / XR-E	3	•	•	•	—	>85	MR16
CUTE-3	Cree XR-E	3	•	•	—	—	90	—
CUTE-4	Cree XR-E	4	•	•	—	—	90	—
NIS083-3	Nichia 083	3	—	•	•	—	>85	MR16
NIS083-4	Nichia 083	4	•	•	•	—	>85	MR16
NIS083-5	Nichia 083	5	—	•	—	—	>85	MR11
NIS083-7	Nichia 083	7	—	•	—	—	>85	MR11
NIS036-5	Nichia 036	5	—	•	—	—	>85	MR11

Таблица 3. Основные серии оптики KATHOD

Серия	Количество светодиодов	Seoul SC P3	Luxeon I/III/V/K2	Osram Dragon	Cree XLamp	Nichia	Lamina	Стандарт
PL003	1						•	—
PL02	1	•	•	•				—
PL05	1						•	MR11
PL06	1						•	—
PL09	1						•	—
PL11	1	•						—
PL111	1	•	•					—
PL25	1	•	•	•	•	•		MR11
PL26	1	•	•	•	•	•		—
PL27	1			•	•			—
PL30	1	•						—
PL35	3	•	•	•	•	•		MR16
PL50	4	•	•	•	•	•	•	MR16
PL52	1	•	•	•	•			—
PL59	1	•	•	•	•	•		—
PL60	3	•	•	•	•	•		MR11
PLN063	1					•		—
PLN193	1					•		—
PLN50	1					•		—
KEPL11	1				•			—
KEPL19	1	•	•	•	•			—
KEPL22	1		•					—
KEPL23	1	•						—
KEPL24	1			•				—
KEPL26	1	•	•					—
KEPL29	1	•						—
KEPL30	1		•					—
KEPL333	9	•	•	•	•	•		AR111
KEPL35	1	•	•	•	•	•		MR11
KEPL70	3	•	•					—
PLJT20	1	•	•	•	•	•	•	—
KCLP	1	•	•		•		•	—

### Линзовые системы компании KATHOD

Для более-менее детального обзора линзовых систем, выпускаемых компанией KATHOD, потребовалось бы значительно больше печатного места, чем предоставлено под эту статью. Поэтому мы ограничимся лишь общей информацией, останавливаясь подробно только на самых интересных изделиях. Детально с продукцией можно познакомиться на сайте компании.

Для всех без исключения моделей линзовых систем KATHOD диаграммы направленности фиксированы:

- узкая диаграмма — эффективный световой угол  $\approx 20^\circ$ ;
- средняя диаграмма — эффективный световой угол  $50^\circ$  или  $60^\circ$ ;
- широкая диаграмма — эффективный световой угол  $80^\circ$ .

Разработчики хорошо позаботились об универсальности изделий, оптика изобилует различными способами монтажа и спектром габаритов. На некоторых моделях на внутренней стороне фланца предусмотрен ключ. Если же нужно чтобы внутренняя сторона фланца оставалась плоской, можно воспользоваться такой же моделью без ключа с индексом WP. Основными партнерами для изделий KATHOD стали светодиоды Seoul Semiconductor Z-Power, Luxeon I/III/V/K2, OSRAM Dragon, CREE XLamp, NICHIA и Lamina. Каждому из этих светодиодов соответствуют модификации определенных серий, что отображено в таблице 3.

Модели серий **PL25**, **PL26**, **PL526**, **PL59**, **PL30** и **PL02** представляют собой оптику для работы в паре с одним светодиодом.

Практически для каждой из этих серий существуют три основные диаграммы направленности. Изделия полностью выполнены из фирменного полимера и обеспечивают оптическую эффективность более 85%. Очень интересное решение предлагают системы **KEPL22**, **KEPL26**, **KEPL29** и **KEPL30**. Модели этих серий сборно-разборные, что очень удобно для точного подбора диаграммы. Линза просто заменяется в уже зафиксированной на плате оправе, а нужный вариант закрепляется защелкой или прижимом. Для **KEPL22** и **KEPL26** коллиматорная линза имеет девять вариантов цвета.

В модельный ряд линз, работающих с одним светодиодом, также входят корпусные серии **KEPL19**. Их отличительная черта — наличие френелевских линз с двумя

различными профилями. Таким образом, доступны пять диаграмм направленности. Коллиматорная линза этих систем также изготавливается в девяти цветах.

Миниатюрные линзы представлены сериями **PL111**, **KL90** и **K77**. Две последние примечательны тем, что работают в инфракрасном диапазоне длин волн. Это делает их хорошей декорацией для фотодиодов и фототранзисторов, что может найти применение, например в лучевых системах безопасности. В серии **K77** доступны также прозрачные и молочные линзы. К миниатюрам следует относить и молочную линзу-индикатор **PLJT20**.

Строенные версии оптики — это серии **PL35** и **PL60**. Высокая эффективность, три диаграммы направленности и повышенная антивибрационная устойчивость иллюстрируют их достоинство. Стоит отдельно упомянуть о серии **KEPL70**, выглядящей довольно неожиданно. Это строенная система с двумя диаграммами направленности, лицевая панель которой частично состоит из непрозрачного материала. Решение на базе **KEPL70** выгодно использовать в случае, когда не нужны лишние переотражения от оптики. Также оно вполне могло бы подыграть возможным дизайнерским задачам.

**KEPL333** — это продолжение концепции **KEPL70**. Однако в этой системе задействовано уже девять светодиодов. Очевидно, что приоритет **KEPL333** системы основного освещения. Для удобства, конструкция состоит из трех строенных линз, которые собираются на одной непрозрачной платформе. Оптика имеет только две диаграммы направленности — узкую и среднюю.

### Отражательные системы компании KATHOD

Все отражательные системы компании **KATHOD** производятся с двумя диаграммами направленности — узкой и средней. В модельный ряд входят отражатели с внешним диаметром 17, 20, 23 и 28 мм, основной задачей которых следует считать получение как

можно большей интенсивности светового потока при высокой его равномерности. Все отражатели сохраняют свои оптические показатели в диапазоне температур от -40 до 120°C. Это делает их применимыми в сложных внешних условиях, например, в системах архитектурного освещения.

### Линзовые системы компании FRAEN

Бескорпусные системы серии **FBL** (рис. 4) разработаны для светодиодов **Luxeon I/III**. Оптика изготовлена из акрилового стекла, что обеспечивает хорошую цветопередачу практически во всем видимом диапазоне. Она имеет собирательную способность более 85% и узкую диаграмму направленности.

Система **FLP** работает с **Luxeon I/III/V** а также **Star** и **Emitter**. Серия представлена классической и френелевской линзами, и имеет узкую и среднюю диаграммы направленности соответственно. Оптика может быть установлена непосредственно на светодиод, базируясь на его оправке, либо на специальный держатель. Оптическая эффективность системы >85%. Серия **FNP** конструктивно полностью повторяет **FLP**, и предназначена для **NICHIA 083**.

Оптика серий **FDG** и **FDP** имеет квадратную лицевую сторону, что удобно при сборке какого-либо профиля без зазора между линзами. Доступны четыре диаграммы направленности для **FDG** и две для **FDP**. Серии разработаны для использования в паре с **OSRAM Golden Dragon**. Для этого светодиода доступны также строенная серия **FD3** (две диаграммы направленности) и счетверенная серия **FD4** (только средняя диаграмма направленности).

Интересным решением является серия **FHS**. Плоскость оптики, обычно перпендикулярная нормали, у этой системы имеет небольшой заклон. Это позволяет направить излучение немного в сторону от оптической оси, что в некоторых случаях может быть весьма желательно. Например, такое решение выгодно для декоративной подсветки плоских поверхностей и т.п. Парой для этой серии стали



Рис. 4. Внешний вид линзовой системы Fraen FBL

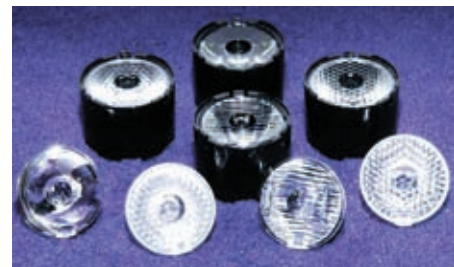


Рис. 5. Внешний вид линзовой системы Fraen FC

**Luxeon Lambertian**. Оптика устанавливается в универсальный держатель **Frain**.

Партнерами серии **FCG** стали светодиоды **CREE XLamp, XR** и **XR-E**. Доступны три диаграммы направленности — узкая, средняя и эллиптическая. Аналогично серии **FLP**, оптику можно установить как на светодиод, так и на держатель. Также для светодиодов **CREE** разработана корпусная серия **FC** (рис. 5), в которую вошла оптика с четырьмя основными диаграммами направленности. Особенность **FC** — низкий профиль линз, в собранном состоянии система возвышается над платой всего на 1,5 см. Доступна также строенная версия на непрозрачной платформе — **FCT-3** (три диаграммы направленности). Аналогом **FCG** являются серии **FSG** и **FSP** для **Seoul Semiconductor Z-Power**.

Назначение **FFLI** — согласовать светодиоды **Luxeon** со световодом. Эта линза сконструирована таким образом, что значительная часть излучения от светодиода фокусируется на ее выходной площадке. Остается только соединить ее с оптоволоконным жгутом или стеклянной трубкой диаметром 7...9 мм.

### Отражательные системы компании FRAEN

**FRC** — это компактный отражатель для светодиодов CREE XLamp, XR-E или OSRAM Ostar. Сегментарная конструкция позволяет получить узкий пучок лучей с хорошей равномерностью. Собирающая способность — около 88% — сохраняется в широком диапазоне температур. Конструкция посадочного места отражателя позволяет довольно точно позиционировать его относительно оправки светодиода.

Отражатель **FRC-MCE** имеет узкую и среднюю диаграммы направленности и столь же высокую собирающую способность, как и FRC-N1. Этот отражатель разработан для светодиодов CREE MC-E. Конструктивно он полностью отвечает стандарту MR11. Модель **FRC A3P7** также соответствует стандарту MR11 и разработана для Seoul Semiconductor ARISHE A3 и P7.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)

### Новые драйверы для светодиодной подсветки TLC5928 и TLC5947



Компания **Texas Instruments** представила новые драйверы для светодиодной подсветки TLC5928 и TLC5947.

#### Области применения:

светодиодные дисплеи, информационные доски, подсветка, световой дизайн.

#### TLC5928

##### Основные особенности:

- Определение обрыва в канале
  - Предупреждение о возможном перегреве
  - Защита от короткого замыкания
  - Установка тока для всех каналов одним внешним резистором
  - Последовательный интерфейс
  - Увеличение числа каналов путем каскадирования
- Число каналов: 16  
Выходное напряжение на один канал: до 17 В

Выходной ток на один канал: 2...35 мА

Точность поддержания тока: 1%  
Управление током: внешний резистор, единый для всех каналов  
Корпус: SO-24, TSSOP-24, HTSSOP-24 PowerPAD™, QFN-24

#### TLC5947

**Основные особенности — то же, что у TLC5928, плюс:**

- Автоматическое отключение при перегреве
  - Рестарт при достижении номинальной температуры
  - Индивидуальное регулирование яркости светодиодов по каждому из каналов
- Число каналов: 24  
Выходное напряжение на один канал: до 30 В  
Выходной ток на один канал: 30 мА  
Точность поддержания тока: 2%  
Напряжение питания: 3...5,5 В  
Интерфейс управления: последовательный, до 30 МГц  
Управление током: ШИМ, 12-разрядный  
Число уровней яркости: 4096  
Корпус: HTSSOP-32 PowerPAD™, QFN-32

# LEDIL

## ГЛАВНЫЙ ШТРИХ ВАШЕЙ СВЕТОВОЙ СИСТЕМЫ



*Выбирая LEDIL,  
Вы выбираете:*

- Высококачественные оптические материалы
- Практичные решения для ведущих производителей светодиодов, таких как PHILIPS LUMILEDS, OSRAM, CREE, NICHIA, SEOUL SC и др.
- Оригинальные оптические системы
- Возможность изготовить оптику для конкретных задач



Константин Староверов

## СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ

*Надежность и выходные характеристики светодиодов тесно связаны с температурой их перехода, что делает тепловой расчет и выбор системы охлаждения весьма ответственным этапом проектирования светодиодных систем. В статье дан обзор использующихся для управления тепловыми режимами светодиодов систем охлаждения.*

Еще 10 лет назад термины светодиод и светодиодный индикатор воспринимались как синонимы. Теперь же уровень развития светодиодных технологий настолько вырос, что светодиоды могут использоваться не только в устройствах индикации, но и в качестве полноценных источников света в различных светотехнических применениях. Светодиоды (СД) как источники света обладают множеством преимуществ, среди которых — энергоэффективность, экологическая безопасность, компактность конструкции и простота регулировки.

В отличие от традиционных источников света, светодиоды не излучают тепло, а проводят его в направлении от р-п перехода к расположенному на корпусе СД теплоотводу (обычно вывод светодиода или специальная металлическая пластина). Таким образом, механизм отвода тепла в атмосферу у светодиодов более сложен. Путь отвода тепла образуется множеством тепловых сопротивлений: «р-п переход — теплоотвод корпуса», «теплоотвод корпуса — печатная плата», «печатная плата — теплоотвод», «теплоотвод — окружающая среда». Вследствие этого, использование мощных светодиодов связано с потенциальной возможностью чрезмерного увеличения температуры перехода, от которой напрямую зависят надежность и световые характеристики СД. При условии соблюдения рекомендованных производителем

тепловых режимов, срок службы СД может достигать 10 лет. Нарушение же теплового режима (обычно это работа с температурой перехода более 120...125°C) может привести к снижению срока службы до 10 раз. Кроме того, повышение температуры перехода приводит к снижению яркости свечения и смещению рабочей длины волны СД, что негативно влияет на качество цветного изображения светодиодных дисплеев.

Таким образом, светодиодная светотехническая продукция будет высоконадежной и высококачественной только при условии обеспечения работы СД в рекомендуемых производителем условиях. Температура перехода СД будет тем ниже, чем будет ниже результирующее тепловое сопротивление «переход — окружающая среда», составляющие звенья ко-

торого перечислялись ранее. Следовательно, отправной точкой в решении рассматриваемой задачи является выбор СД, обладающего как можно более низким тепловым сопротивлением «р-п переход — теплоотвод корпуса». В настоящее время от разных производителей доступны СД с тепловым сопротивлением от 2,6 до 18 К/Вт. На рисунке 1 показано сравнение конструкции двух светодиодов: обычного светодиодного индикатора диаметром 5 мм и современного мощного светодиода. У светодиодного индикатора роль теплоотвода выполняет вывод катода, поэтому тепловое сопротивление достаточно велико и составляет порядка 300 К/Вт. В конструкции же современного мощного СД предусмотрен специальный теплоотвод, существенно снижающий тепловое сопротивление.

Следующим звеном теплового пути СД является переход «теплоотвод корпуса СД — печатная плата». Если использовать светодиоды мощностью менее 0,5 Вт, то вполне приемлемым будет использование обычного текстолита мар-

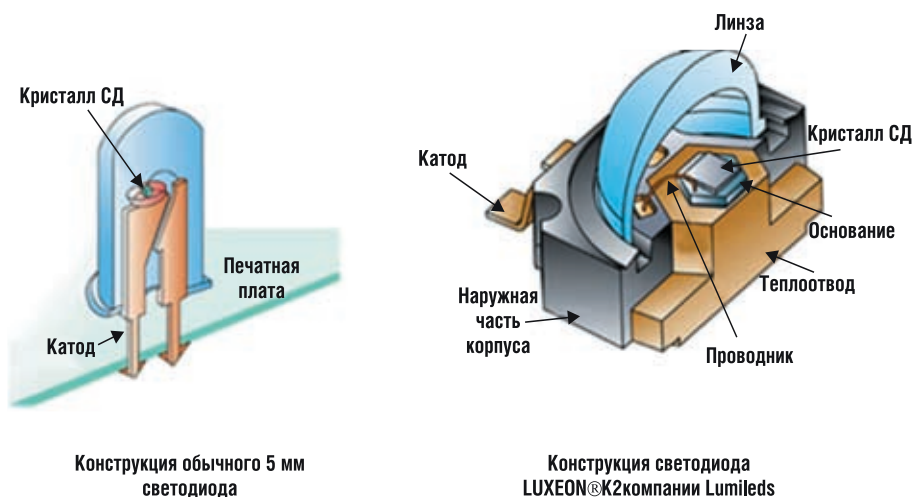


Рис. 1. Сравнение конструкций маломощного и мощного светодиодов



Рис. 2. Системы охлаждения для светодиодов

ки FR-4. Однако при рассеивании более высоких мощностей может потребоваться использование специальных печатных плат с металлизированным основанием и слоем диэлектрика с улучшенной теплопроводностью (см. рисунок 2а). Например, компания **Bergquist** выпускает широкий ассортимент таких печатных плат с тепловым сопротивлением от 0,45 до 1,5 К/Вт. Печатная плата вместе со смонтированными на ней светодиодами может быть установлена на дополнительный теплоотвод — завершающее звено теплового пути. Выбор этого теплоотвода зависит от того, какая часть общего бюджета теплового сопротивления «переход — окружающая среда» была «растрочена» на предыдущие звенья теплового пути. При рассеивании мощности менее 10...15 Вт обычно приемлемо использование алюминиевых радиаторов. Некоторые производители СД указывают рекомендуемый тип радиатора, что существенно облегчает его выбор или поиск аналогов. Так, например, компания **Future Lighting Solutions** рекомендует

использовать алюминиевые радиаторы компании **Aavid Thermalloy**. Из отечественных производителей алюминиевых радиаторов можно выделить петербургскую фирму **ЛИГРА**, которая выпускает широкий ассортимент игольчатых и ребристых радиаторов (см. рисунок 2б).

Главным недостатком конструкции теплоотвода на основе алюминиевого радиатора является многослойность. Многослойной конструкции свойственны сопутствующие переходные тепловые сопротивления, которые хоть и можно минимизировать применением специальных теплопроводящих материалов (изолирующие пластины, пасты, клейкие вещества, материалы для заполнения воздушных промежутков и др.), тем не менее, приводят к увеличению температуры перехода. Перспективным способом охлаждения СД, который избавлен от данного недостатка, является применение керамических радиаторов (примеры керамических радиаторов компании **CeramTec** показаны справа на рисунке 2б). Эти радиаторы

характеризуются малым тепловым сопротивлением, высокой механической и диэлектрической прочностью, отличной адгезией к металлам. Сочетание таких свойств позволит создавать светотехнические устройства с полностью изолированным теплоотводом и монтажом светодиодов к контактным площадкам, размещенных непосредственно на поверхности радиатора. Проведенные немецким институтом Фраунхофера исследования показали, что использование керамического радиатора помогает до 2 раз снизить температуру перехода СД [2].

При рассеивании мощностей более 15...20 Вт или при необходимости оптимизации размеров теплоотвода радиатор можно дополнить элементом принудительного воздушного обдува. Наиболее типичное решение — дополнение радиатора вентилятором (см. рисунок 2г). Такое решение сравнительно недорогое, но ввиду генерации звукового шума имеет ограниченное использование. Для преодоления данного недостатка и еще большего снижения разме-

ров теплоотвода была разработана струйная технология обдува радиатора. Например, разработанные компанией **Nuventix** струйные системы охлаждения светодиодов **SynJet®** при малых размерах и низком излучаемом звуковом шуме обеспечивают тепловое сопротивление 0,75...2,67 К/Вт. Их принцип действия основан на обдуве ребер радиатора импульсными турбулентными потоками воздуха. Такой отвод тепла более эффективен, чем при обдуве равномерным потоком воздуха.

Существуют также решения для рассеивания мощностей, измеряемых десятками и даже сотнями ватт. Столь мощные светодиодные нагрузки могут использоваться в видеопроекторах, прожекторах, специальной светосигнальной аппаратуре. Для эффективного отвода тепла здесь необходимо использовать радиаторы с тепловым сопротивлением, составляющим десятые-сотые доли К/Вт. Добиться такого малого теплового сопро-


тивления позволяют жидкостные охладители (рисунок 2д).

Таким образом, система охлаждения мощных СД является важной составляющей частью любого светотехнического устройства, от которой зависят надежность и световые характеристики. Существует множество технологий охлаждения, которые можно использовать как по отдельности, так и комбинированно. Среди них выделяются две инновационные технологии охлаждения: с использованием керамических радиаторов и струйного обдува. Они позволяют улучшить ряд характеристик предшествующих технологий (с использованием алюминиевых радиаторов и вентиляторов, соответственно). Поскольку между технологиями охлаждения нет четкой границы, разделяющей области их использования, а стоимость смежных технологий может существенно отличаться, очень важно, чтобы проектирование светотехнической продукции осуществлялось

с использованием специальных САД-программ с возможностями моделирования тепловых процессов (например, **FloTHERM** компании **Flomerics**). Помимо более обоснованного выбора системы охлаждения, применение таких программ также позволяет минимизировать риски неудачного проектирования и ускорить продвижение продукции на рынок.

### Литература

1. LED light comparisons and savings//PDF-документ из раздела Downloads сайта компании Joliet Technology ([www.joliet-led-streetlight.com](http://www.joliet-led-streetlight.com)).

2. Ceramic Heatsink Provides Innovative Thermal Management// Power Electronics Europe, №2, 2008 — P.32-33. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)

### Недорогой RGB-датчик Avago в миниатюрном корпусе

**AVAGO**  
TECHNOLOGIES

**ADJD-E622-QR999** — недорогой CMOS RGB-датчик цвета в миниатюрном корпусе QFN-16. В датчик, помимо фотодиодной матрицы, встроены цветные RGB-фильтры и усилители. Микросхема преобразует поступающий на нее RGB-цветовой поток в аналоговое значение напряжения на выходе — VROUT, VGOUT и VBOUT, соответственно.

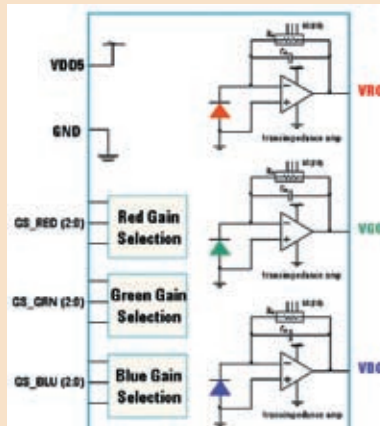
**ADJD-E622-QR999** разработан для измерений цвета в широком динамическом диапазоне уровней освещенности. Датчик может использоваться в паре с белым светодиодом для измерения цвета его отраженного излучения.

#### Отличительные особенности:

- преобразует RGB-световой поток в выходное напряжение;
- соответствует спецификации AEC-Q100;

- независимое усиление по каждому цветовому каналу;
- напряжение питания: 4,5...5,5 В;
- температурный диапазон: -40...85°C;
- тип корпуса: QFN-16 (5x5x0,75 мм).

#### Функциональная схема ADJD-E622-QR999



**Области применения:** обнаружение и измерение цвета освещения, мобильные телефоны, КПК, MP3-плееры, потребительская электроника, портативные медицинские приборы, портативные детекторы цвета.

### Новый смысл POLYLED

Группа компаний **Polymedia** объявила о выпуске светодиодных экранов под собственной маркой POLYLED. Отметим, что данная торговая марка с 2002 по 2005 гг. использовалась компанией Philips для обозначения фирменной технологии производства полимерных OLED-дисплеев для сотовых телефонов и небольших телевизоров, правда, с немного другим написанием — PolyLED.

В модельном ряду POLYLED будут представлены всевозможные виды и варианты изделий с монтируемыми на поверхность светодиодами, обладающими шагом 4, 5, 6, 8, 10 и 12 мм, а также изделия с выводными светодиодами, расположенными с шагом 10, 12, 16, 20, 25 и 32 мм. Модули для экранов POLYLED проектируются техническими специалистами Polymedia совместно с зарубежными инженерами и выпускаются в Китае. В производстве экранов POLYLED используются светодиоды компаний **Cree** и **Nichia**.



Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

## ОБЗОР ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДОВ КОМПАНИИ TEXAS INSTRUMENTS



Компания *Texas Instruments* выпускает широкую номенклатуру драйверов для управления светоизлучающими диодами. В статье приведен обзор драйверов светодиодов TI и рассмотрены ключевые особенности и параметры микросхем, специально разработанных для применения в портативной технике с питанием от батарей или аккумуляторов. Дан краткий обзор микросхем, рекомендуемых к применению в осветительных системах, светодиодных табло и микроэлектронике. Статья первоначально публиковалась в журнале «Электронные компоненты» и перепечатывается с разрешения редакции этого издания.

Сегодня едва ли можно найти электронное устройство, в котором не использовались бы светоизлучающие диоды. Эти приборы нашли широкое применение в различных устройствах: от карманного фонарика до OLED-дисплеев, которые, по прогнозам экспертов, в скором времени придут на смену ЖК- и плазменным панелям. Все шире используются светодиоды и в системах уличного и домашнего освещения. Это объясняется рядом достоинств, присущих светодиодам, среди которых: высокий КПД, высокая удельная яркость и относительно низкая стоимость.

Однако, светодиод — это прибор, очень чувствительный к качеству питающего напряжения. Чтобы максимально использовать все возможности светодиодов, необходимо грамотно организовать систему питания. В противном случае возможно значительное уменьшение срока службы прибора или даже выход его из строя. Кроме того, все более широкое внедрение энергосберегающих технологий требует обеспечение высокого КПД схемы питания. Таким образом, очевидно, что создание оптимальной системы питания светодиодов — сложная схемотех-

ническая задача. В портативных устройствах с батарейным питанием, таких как ноутбуки, КПК, мобильные телефоны, фотоаппараты, MP3-плееры, эта проблема стоит особенно остро из-за ограниченного времени работы питающего элемента. Дополнительными ограничивающими особенностями данного класса устройств являются их компактные размеры и отсутствие необходимости активного охлаждения.

Компания Texas Instruments предлагает широкое семейство драйверов светодиодов для использования в приборах различного назначения, таких как: осветительные светодиоды большой мощности, мониторы, малогабаритные приборы и т.д. На сайте производителя [1] можно найти множество примеров использования данных приборов.

Как видно из таблицы 1 приборы, предлагаемые компанией TI, позволяют решать широкий спектр задач, возникающих при

Таблица 1. Микросхемы для использования в портативной аппаратуре

Наименование	Входное напряжение, В	Тип	Ток, потребляемый в активном режиме, мА	Ток потребления в спящем режиме, мкА	Рабочая частота, кГц	Максимальный коммутируемый ток, А	Защита от перенапряжения, В	Синхронный режим работы	Максимальный КПД, %	Отключение нагрузки в спящем режиме	Корпус
TPS61029	0,9...6,5	Повышающий	0,025	0,1	720	1,8	Есть	Да	96	Да	SON-10
TPS61070	0,9...5,5	Повышающий	0,019	0,05	1200	0,7	Нет	Да	90	Да	SOT-6
TPS61050	2,5...5,5	Повышающий	8,5	0,3	2000	1,5	5,8	Да	96	Да	SON-10/ DSBGA-12
TPS61080	2,5...6,0	Повышающий	6	1	1200	0,5/1,3	27	Нет	87	Да	QFN-10
TPS61140	3,0...6,0	Повышающий	0,125...2	1,5	1200	0,7	28	Нет	85	Да	QFN-10
TPS61160	2,7...18	Повышающий	1,5	1	1200	1,2	38	Нет	80	Нет	SOT-6
TPS62050	2,7...10	Повышающий	0,012	1,5	1000	1,4	Нет	Да	95	Нет	MSOP-10
TPS63000	1,8...5,5	Повышающий	0,04	0,01	1500	1,8	Нет	Да	95	Да	QFN-10

проектировании портативной техники: организация схемы питания одного светодиода (например, индикатор включения), групп светодиодов (подсветка клавиатуры) или OLED-панелей (подсветка ЖК-дисплеев). Высокая рабочая частота приборов позволяет значительно уменьшить габариты используемых катушек индуктивности, что обеспечивает уменьшение общих габаритов импульсных преобразователей.

Большинство подобных микросхем построено на основе повышающего преобразователя (известного также как преобразователя второго типа). Типичная схема такого преобразователя состоит из накопительной катушки индуктивности, силового транзистора, выпрямительного диода и фильтрующего конденсатора (см. рис. 1а).

Достоинством подобной схемы является простота и относительно высокий КПД.

КПД такого преобразователя можно дополнительно повысить, применив вместо выпрямительного диода МОП-транзистор, работающий синхронно с основным транзистором. Повышение КПД связано с тем, что такой транзистор имеет большую проводимость канала, чем диод, следовательно, имеет меньшее падение напряжения при одинаковых рабочих токах. Кроме того, данный вариант позволяет формировать на выходе более низкое напряжение. Такая схема получила название синхронный преобразователь (см. рис. 1б).

У такого варианта схемы есть серьезный недостаток — гальваническая связь между входом и выходом. Однако, при использовании в приборах с автономным питанием он является несущественным.

Система управления (СУ) таких преобразователей обычно строится на основе широтно-импульсного модулятора (ШИМ). Он состоит из генератора пилообразного напряжения, источника опорного напряжения и схемы сравнения.

Т.к. приборы этой серии работают на достаточно большой частоте, при проектировании печатной платы устройства следует учитывать

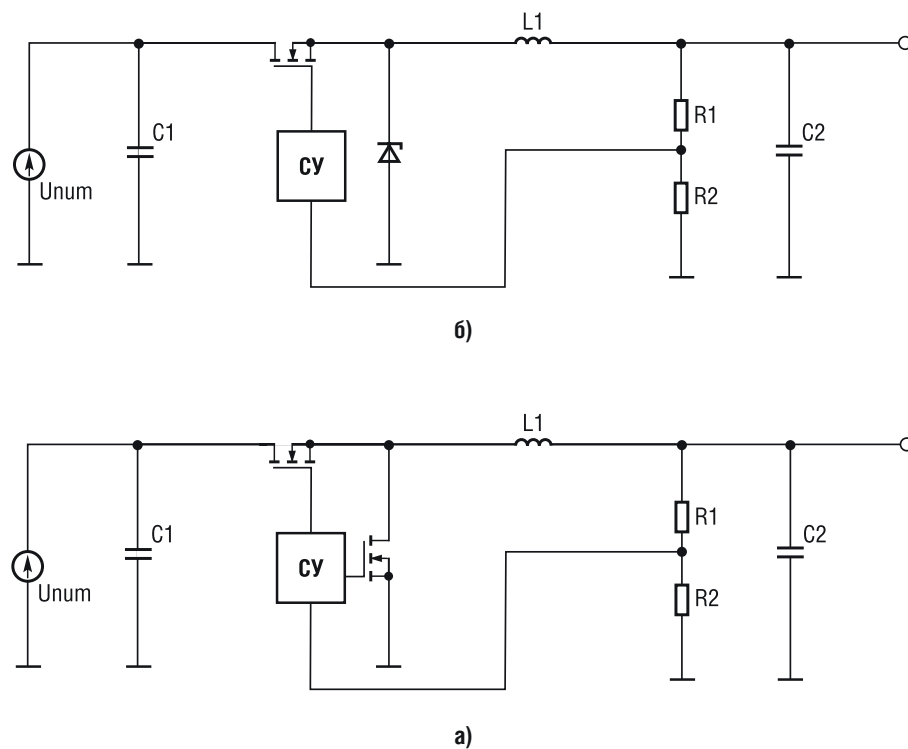


Рис. 1. Упрощенная схема преобразователя с диодом Шоттки (а) и синхронного преобразователя (б); (СУ-система управления)

некоторые ограничения. Разработчику необходимо минимизировать расстояние между микросхемой преобразователя и внешней катушкой индуктивности, использовать индуктивности с магнитным экранированием, в качестве фильтрующих конденсаторов использовать керамические конденсаторы на основе керамики марки NPO (в крайнем случае, X5R). Это позволит свести уровень помех к минимуму и обеспечит надежную работу разрабатываемого устройства.

Остановимся более подробно на особенностях драйверов, используемых в портативной технике.

**Драйверы, предназначенные для подключения одного светодиода**

Данные микросхемы могут быть использованы для подключения различных одиночных светодиодов в устройствах, питаемых от низковольтных источников (батарейка, аккумулятор).

**TPS61029**

Микросхемы обеспечивают питание одного светодиода от одной до трех алкалайновых, никель-кадмиевых батареек, одного литий-ионного или литий-полимерного аккумулятора.

Повышающий преобразователь работает на фиксированной частоте. В его основе лежит ШИМ-контроллер, работающий в синхронном режиме, что позволяет увеличить КПД. Величина выходного напряжения задается внешним резистивным делителем, но по умолчанию она определяется внутренним резистором. В выключенном состоянии нагрузка полностью отключается от батареи. Микросхема снабжена защитой от перегрева. В том случае, когда внешний резистивный делитель (R3R4) не устанавливается, величина выходного напряжения задается внутренним резистором и достигает максимального значения (см. рис. 2).

Микросхема снабжена схемой контроля уровня напряжения на батарее: как только уровень напряжения на батарее упадет ниже заданного, микросхема сформирует сигнал (LBO), который можно использовать, например как сигнал сброса. Уровень контролируемого напряжения задается внешним резистивным делителем.

Подробная методика расчета номиналов внешних компонентов приведена в справочном листе на микросхему.

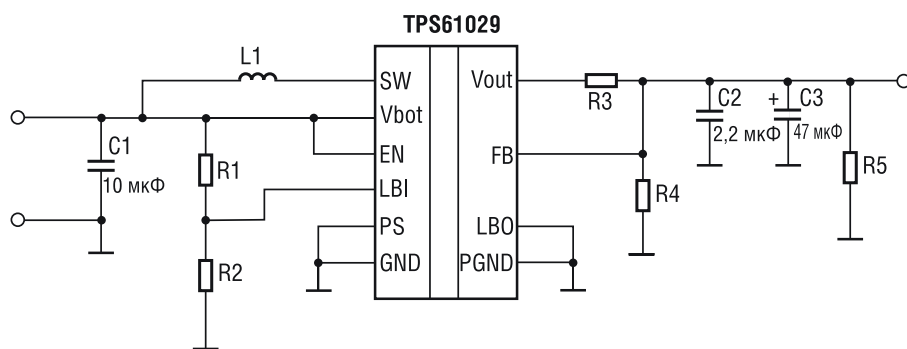


Рис. 2. Типовая схема включения микросхемы TPS61029

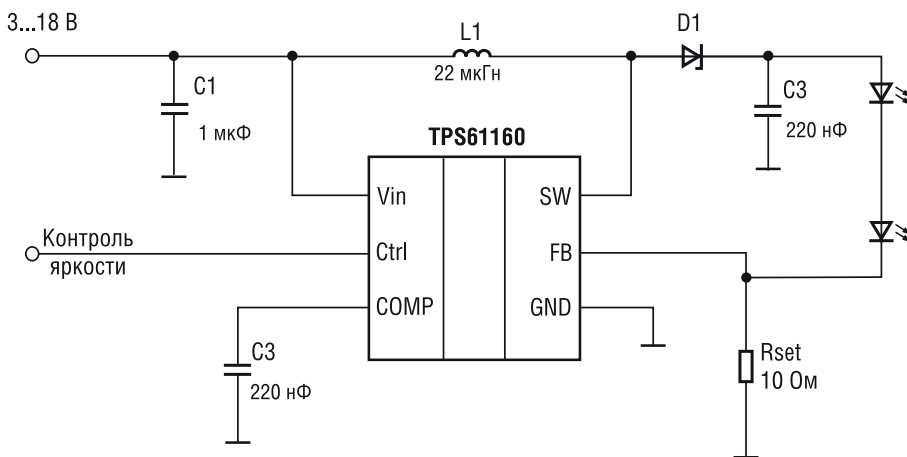


Рис. 3. Типовая схема включения микросхемы TPS61160

К недостаткам микросхемы можно отнести относительно большое количество внешних элементов.

### TPS61070

Устройство и назначение данного драйвера аналогично микросхеме TPS61029, но он рассчитан на несколько меньший ток нагрузки. Рабочая частота выше почти в 2 раза, что позволяет применять индуктивность меньших габаритов. В микросхеме отсутствует узел для контроля уровня напряжения батареи и схема защиты от перенапряжения. Все это значительно уменьшает габариты устройства. Эта микросхема является наилучшим решением для самых простых и недорогих портативных устройств.

### TPS61050

Устройство представляет собой повышающий преобразователь высокой мощности, конфигурируемый по I<sup>2</sup>C-интерфейсу. Драйвер основан на высокочастотном синхронном повышаю-

шем ШИМ-преобразователе. Для работы требуется минимум внешних компонентов. Производитель утверждает, что несмотря на внушительную для данного класса приборов мощность (максимальный выходной ток 1,5 А) всю схему преобразователя можно разместить на плате, размером 5x5 мм, что, впрочем, неудивительно, ведь частота преобразования составляет 5 МГц, при КПД 96%.

Хотя в каталоге производителя эта микросхема числится как драйвер светодиодов, его мощности вполне достаточно для питания и других требовательных к качеству питанию компонентов устройства.

Эта микросхема является прекрасным решением для использования в таких устройствах как, например, handsfree и bluetooth-гарнитурах, MP3-плеерах. Возможность управления по I<sup>2</sup>C-интерфейсу позволяет конфигурировать такой параметр, как громкость, практически без использования дополнительных средств.

Интерфейс I<sup>2</sup>C, реализованный в данной микросхеме и работающий со скоростью до 400 кБ/с позволяет:

- устанавливать следующие режимы работы: спящий режим, режим стабилизации выходного тока, режим стабилизации выходного напряжения;
- управлять яркостью светодиода (в непрерывном и импульсном режимах);
- управлять выходным напряжением;
- настраивать таймер мягкого старта.

В спящем режиме ток, потребляемый микросхемой, составляет 0,3 мкА. При этом вывод LED микросхемы отключается от нагрузки для предотвращения дополнительных утечек тока через нагрузку.

Микросхема снабжена защитой от перенапряжения и перегрева.

Как и любому другому I<sup>2</sup>C-slave устройству, TPS61050 требуется I<sup>2</sup>C-master устройство, которое при включении производит бы конфигурирование (выделял бы I<sup>2</sup>C-адрес). В противном случае параметрическое конфигурирование микросхемы становится невозможным.

Наличие встроенного АЦП позволяет мастеру получать данные о состоянии нагрузки. Так же как и при конфигурировании это обеспечивается посредством обмена данными с внутренними регистрами по шине I<sup>2</sup>C.

### Микросхемы, предназначенные для подключения нескольких светодиодов

Данные приборы могут быть использованы для подключения групп светодиодов, например, для реализации подсветки клавиатуры в мобильном телефоне.

### TPS61160

Этот прибор является драйвером светодиодов с ШИМ-контролем яркости. Содержит интегрированный силовой транзистор и способен питать до десяти последовательно включенных светодиодов. Частота преобразования 600 кГц. Ток через светодиоды задается внешним резистором Rset (см. рис. 3).

Таблица 2. Микросхемы для использования в светодиодных табло

Наименование	Особенности
TLC59116	Имеет 16 независимых, каналов по 100 мА каждый. Частота преобразования — 1 МГц. Имеет встроенный интерфейс I <sup>2</sup> C. Дискретное изменение яркости — 256 оттенков. Групповой режим мерцания — мерцание на частоте 24 Гц с дискретным изменением скважности от 0 до 99,6% (всего 256 режимов). Индивидуальный режим мерцания
TLC5916/17	8 независимых каналов по 120 мА каждый. Имеет дискретно настраиваемый, 256-шаговый, усилитель тока, общий для всех каналов
TLC5923	16 каналов, по 80 мА каждый. Имеет 128-уровневую коррекцию тока для каждого канала. Управляется по последовательному интерфейсу. Имеет систему контроля наличия светодиода
TLC5924	16 каналов, по 100 мА каждый. 128-уровневая коррекция тока для каждого канала
TLC5940	16 каналов, по 100 мА каждый. 128-уровневая коррекция тока для каждого канала. ШИМ-контроль яркости. Встроенная память EEPROM
TLC5941	16 каналов, по 120 мА каждый. 128-уровневая коррекция тока для каждого канала
TLC5942	16 каналов, по 50 мА каждый. 128-уровневая коррекция тока для каждого канала. 12-битный ШИМ-контроль яркости
TLC5943	16 каналов, по 50 мА каждый. 128-уровневая коррекция тока для каждого канала. 16-битный ШИМ-контроль яркости
TLC5945	16 каналов, по 50 мА каждый. 128-уровневая коррекция тока для каждого канала. 16-битный ШИМ-контроль яркости. Низкая задержка изменения выходного состояния
PTR08060W	Токозадающий драйвер для светодиодов. Выходной ток 6 А. Входное напряжение 4,5...14 В. Без гальванической развязки между входом и выходом
PTR08100W	Токозадающий драйвер для светодиодов. Выходной ток 10 А. Входное напряжение 4,5...14 В. Без гальванической развязки между входом и выходом
PTH12020W	Токозадающий драйвер для светодиодов. Выходной ток 18 А. Входное напряжение 12 В. Без гальванической развязки между входом и выходом

Ток через светодиоды можно изменять динамически через вывод Ctrl, используя однопроводной последовательный интерфейс Easyscale™. Можно также управлять яркостью, подав на вывод Ctrl ШИМ-сигнал. В этом случае яркость будет зависеть от коэффициента заполнения. В любом режиме ток через светодиоды не будет иметь резких бросков и прибор не наводит помехи в диапазоне частот.

Микросхема выполнена в 2x2 мм корпусе, что в сочетании с минимальным количеством внешних компонентов и высокой частотой преобразования позволяет использовать ее в миниатюрных устройствах, таких как карманные фонарики, мобильные телефоны, GPS-навигаторы и т.д.

**TPS61165**

Данная микросхема отличается от вышеописанного прибора большей частотой преобразования, что позволяет уменьшить габариты устройства.

**TPS62050**

Микросхема является синхронным понижающим преобразователем и обеспечивает питание от одной до пяти литий-ионных, никель-кадмиевых или алкалайновых батарей.

Драйвер TPS62050 построен на основе синхронного ШИМ с интегрированными силовыми МДП-транзисторами. Частота преобразования составляет 850 кГц, но есть возможность синхронизации от внешнего генератора с частотой от 600 до 1200 кГц.

В обычном режиме преобразователь работает на фиксированной частоте, изменяется скважность импульсов ШИМ (от 100 до 10%). Микросхема может быть переведена в режим пониженного потребления энергии. Переход в режим пониженного потребления производится автоматически на основании мониторинга выходного тока. В режиме пониженного потребления энергии КПД преобразователя оказывается несколько больше, но этот режим не рекомендован к использованию в чувствительных к помехам приложениях. В случае использования внешнего генератора переход в режим пониженного потребления невозможен.

В спящем режиме микросхема потребляет ток менее 2 мкА, что позволяет увеличить срок службы батарей.

Микросхема снабжена защитой от перегрева и перегрузки по току. Минимальное количество внешних компонентов позволяет сократить габариты конечного устройства.

Также весьма полезным может оказаться детектор уровня напряжения на батарее. Уровень контролируемого напряжения задается резистивным делителем, подключенным к выводу LBI. Следует учитывать, что система контроля уровня напряжения батареи включается спустя 500 мкс после включения прибора. Типовая схема включения микросхемы TPS62052 показана на рисунке 4.

**TPS63000**

Микросхема представляет собой решение для питания от одной до трех литий-ионных, никель-кадмиевых или алкалайновых батарей.

Драйвер построен на синхронном ШИМ — контроллере. Выходной ток может достигать значения 1200 мА. КПД преобразователя составляет 96%. Имеет режим пониженного энергопотребления, в который переходит автоматически.

Выходное напряжения задается внешним резистивным делителем. При выключении нагрузка полностью отключается от батареи.

TPS63000 содержит четыре встроенных полевых транзистора. Из-за большого тока через ключи возможно возникновение смещения потенциала земли. Поэтому при проектировании печатной платы производитель рекомендует

Таблица 3. Микросхемы для использования в осветительных системах

Наименование	Описание
TL783	Линейный стабилизатор, 150 В, 750 мА.
TPS61081	Источник тока для подключения семи и более светодиодов в портативных источниках света.
TPS61165	Повышающий преобразователь. Входное напряжение 18 В, выходное — 38 В. Максимальный ток — 1,2 А. Имеется встроенный контроль яркости, управляемый внешним ШИМ или по цифровому последовательному интерфейсу.

Таблица 4. Микросхемы для использования в автоэлектронике

Наименование	Описание
TPIC6B596, TPIC6B595, TPIC6C596	8-битный сдвиговый регистр с силовым выходным транзистором с открытым стоком.
TPIC2810	8-канальный драйвер, снабженный I <sup>2</sup> C-интерфейсом.

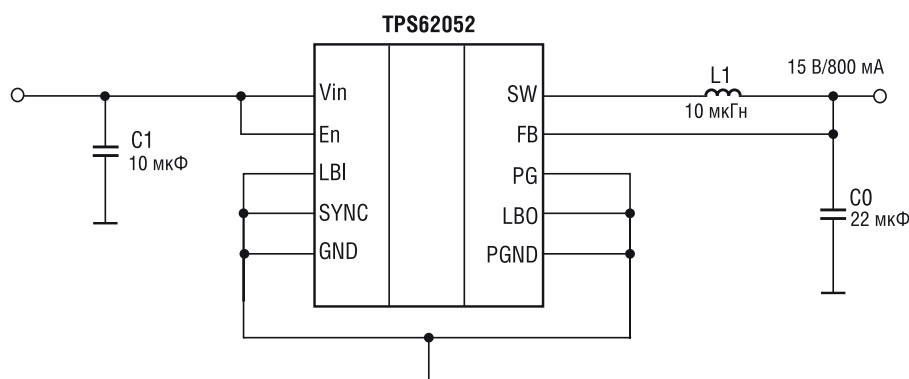


Рис. 4. Типовая схема включения микросхемы TPS62052

использовать две отдельные шины земли — силовую и сигнальную (которые следует затем соединить в одной точке). Силовые ключи подключены к PGND.

Микросхема имеет защиту от перегрева и короткого замыкания. Предусмотрен режим мягкого старта.

Данный прибор будет полезен разработчикам мощной портативной аппаратуры, питающейся от нескольких батарей.

### Драйверы OLED-панелей

К этим приборам относятся микросхемы, разработанные специально для устройств, имеющих в своем составе OLED-панели. Но это не ограничивает их область применения — они могут с успехом использоваться в любых устройствах, требующих наличия микросхем с такими параметрами.

### TPS61080

Данная микросхема является повышающим асинхронным ШИМ-преобразователем. Содержит интегрированные силовые ключи.

Имеется система защиты от короткого замыкания: в этом случае силовой ключ отключает нагрузку от батареи. В выключенном состоянии нагрузка полностью отключается от батареи. Выходное напряжение достигает 27 В.

Рабочая частота (600 или 1200 кГц) задается на выводе FSW. Режим с частотой 600 кГц более эффективен с точки зрения увеличения КПД, однако рабочая частота 1200 кГц позволяет использовать индуктивности меньших габаритов. Рекомендованный производителем режим — 1200 кГц.

Микросхема имеет защиту от перенапряжения и перегрева.

Для предотвращения эффекта смещения потенциала земли, производитель рекомендует делать две отдельные шины земли для силовых и сигнальных цепей.

Данная микросхема может найти применение для питания OLED-панелей, организации подсветки ЖК-матриц и для питания любой электронной аппаратуры от нескольких батарей или через интерфейс USB.

### TPS61140

Микросхема представляет собой повышающий преобразователь с двумя выходами (один выход токовый, другой выход — напряжение). Ток и напряжения задаются отдельно при помощи внешних резисторов. Микросхема имеет отдельные управляющие выводы для каждого канала, что позволяет использовать оба канала одновременно или независимо друг от друга.

Когда используются только источник напряжения, преобразователь работает в режиме ЧИМ (частотно-импульсная модуляция). Это позволяет увеличить КПД преобразователя. Если используется токовый выход, для увеличения выходного тока микросхема работает в режиме ШИМ (частота преобразования 1,2 МГц).

Микросхема имеет встроенные силовые ключи. Для применения микросхемы требуется минимум внешних компонентов.

Предусмотрена защита от перегрева и перенапряжения, а также схема контроля уровня заряда батареи.

Микросхема является оптимальным решением специально для питания OLED-панелей, подсветки ЖК-матриц в портативных устройствах, таких как мобильные телефоны, цифровые камеры, КПК. Второй канал микросхемы может быть использован для питания других элементов схемы. Типовая схема включения микросхемы TPS61140 показана на рисунке 5.

Для большинства вышеописанных приборов компания Texas Instruments предлагает оценочные модули. Модули оснащены всем необходимым для ознакомления с работой предлагаемых микросхем. В состав модуля входит микросхема драйвера с внешними компонентами, набор переключателей, позволяющих менять режимы работы, светодиоды для визуального контроля работы устройства. Такие модули позволяют изучить основные особенности предлагаемых драйверов, собрать с их помощью макет устройства и убедиться в его работоспособности. Внешний вид оценочного модуля TPS61050EVM показан на рисунке 6.

**Микросхемы, предназначенные для использования в светодиодных табло**

Данные микросхемы могут найти применение в информационных панелях, панелях типа «бегущая строка» и других устройствах с большим количеством светодиодов. Перечень микросхем для использования в светодиодных табло приведен в таблице 2.

**Микросхемы, рекомендуемые для использования в осветительных системах**

Сегодня светоизлучающие диоды все чаще применяются для систем освещения, постепенно вытесняя из этой области приборы других классов, такие как лампы накаливания, люминесцентные лампы, галогенные лампы. Данные приборы могут быть использованы для подсветки архитектурных сооружений, внутренних помещений, в карманных фонариках и т.д.

Разумеется, здесь также требуется применение соответствующих драйверов. Для этих целей подходят многие приборы, описанные выше, но компания TI разработала ряд микросхем, предназначенных для работы именно в осветительных системах. В таблице 3 перечислены микросхемы, специально предназначенные для использования в осветительных системах.

**Микросхемы, рекомендуемые для использования в автоэлектронике**

В таблице 4 приведено описание некоторых микросхем драйверов светодиодов для применения в автоэлектронике.

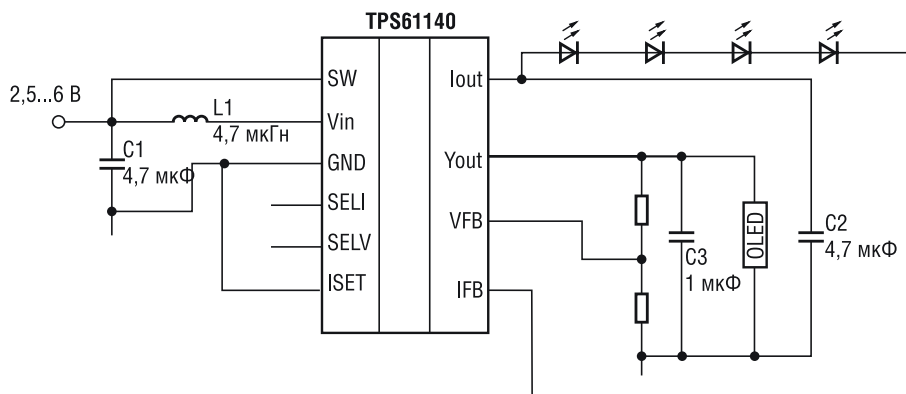


Рис. 5. Типовая схема включения микросхемы TPS61140

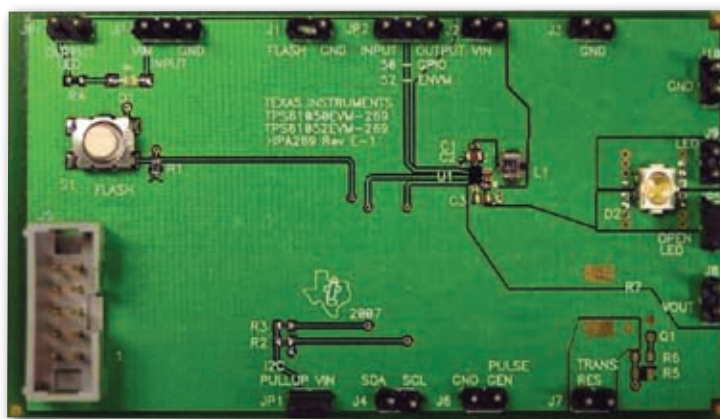


Рис. 6. Внешний вид оценочного модуля TPS61050EVM

**Заключение**

Большое разнообразие драйверов светодиодов, предлагаемых компанией Texas Instruments, обеспечивает оптимальное решение для любых видов портативной техники и осветительных систем. Это достигается за счет удачного сочетания параметров этих устройств и приемлемой цены.

Высокая надежность, присущая всем продуктам компании, обеспечивает длительный срок службы

проектируемых устройств. Высокий КПД преобразования позволяет увеличить время работы батарей. Высокая частота преобразования в сочетании с малыми габаритами микросхем и минимальным количеством внешних компонентов позволяет создавать компактные устройства.

Кроме того следует отметить, что ни один производитель не предлагает такого разнообразия микросхем данного назначения, как Texas Instruments.

**Литература**

1. www.ti.com.
2. Цветков Д. Новые высокоэффективные DC/DC-преобразователи. Современная электроника, № 8, 2007.

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



Николай Алимов

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ДРАЙВЕРЫ СВЕТОДИОДОВ ОТ NXP



В ответ на ускоряющееся развитие рынка светодиодного освещения компания **NXP Semiconductors** предлагает новые серии микросхем **драйверов** для реализации современных **светодиодных приложений**. В статье рассмотрены решения для питания светодиодов от переменного и постоянного тока.

### Высокоэффективные решения для драйверов светодиодов с питанием от переменного тока

Семейство **SSL152x**, **SSL1623PH**, **SSL1750** (рис. 1) представляет собой контроллеры для построения эффективных компактных flyback-преобразователей, идеально подходящих для управления новейшими светодиодами высокой яркости. Питание преобразователей осуществляется непосредственно от выпрямленного напряжения сети, что позволяет использовать минимум дополнительных компонентов. Микросхемы содержат полный комплект встроенных средств защиты от перегрузок.

**SSL152x** — предназначены для внутреннего освещения мощностью до 15 Вт, они идеальны для свето-

диодных ламп со стандартным цоколем, светильников встраиваемых в мебель, подсветки поверхностей на кухне и для многих других задач домашнего освещения. Драйвер на основе этих контроллеров требует минимума внешних компонентов, и полностью совместим с транзисторными и тиристорными диммерами освещения.

**SSL1623PH** — наиболее подходит для светодиодного освещения мощностью до 25 Вт, благодаря специальному отводу тепла под корпусом ИС.

Для светильников мощностью от 25 до 250 Вт NXP предлагает ИС **SSL1750**, которая сочетает в себе flyback-контроллер и корректор коэффициента мощности (PFC). Высокая мощность нагрузки достигается применением внешнего транзистора MOSFET. Драйверы, реализованные на **SSL1750** могут применяться в светильниках для улиц, спортивных площадок, туннелей и других сооружений, где требуется мощное высокоэффективное освещение.

Параметры контроллеров указаны в табл. 1, схемы включения — на рис. 2 и 3.

### Особенности:

- универсальное питание 70...276 В;
- поддержка коррекции коэффициента мощности;
- широкий спектр встроенных цепей защиты;
- соответствует требованиям безопасности/изоляции (UL 1598 класс 2 и IEC60950).

### Преимущества:

- высокая энергетическая эффективность — оптимизированное переключение обеспечивает минимум потерь;
- широкий диапазон входных напряжений;
- широкий диапазон выходных токов;
- минимальное число дополнительных внешних компонентов.

### Применение:

- внутреннее общее и местное светодиодное освещение (квартиры, офисы);
- наружное светодиодное освещение (улицы, фасады, спортивные сооружения, автомобильные стоянки, туннели);
- промышленное освещение;
- подсветка рекламы и вывесок.

### Высокоэффективные решения для драйверов светодиодов с питанием от постоянного тока

**UVA3070** (рис. 4) — первый представитель нового поколения

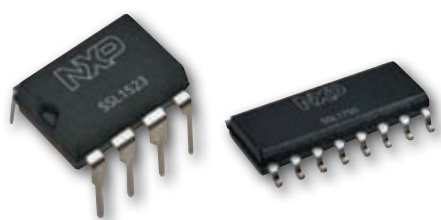


Рис. 1. Внешний вид SSL1523 и SSL1750

Таблица 1. Интегральные контроллеры для LED-драйверов с питанием от переменного тока

Тип	Мощность светодиода, Вт	Входное напряжение, В	Регулировка мощности	Защита	Корпус	Область применения
SSL152x	до 15	80...276	ШИМ, транзисторные, тиристорные диммеры	— регулируемая от перегрузки по току, — от пониженного напряжения питания, — тепловая, — от короткого замыкания	DIP-8 SO-14	внутреннее общее и местное освещение
SSL1623PH	до 25	80...276	ШИМ, транзисторные, тиристорные диммеры		DIP-16	внутреннее общее и местное освещение
SSL1750	до 250	70...276	ШИМ		SO-16	освещение улиц, спортиплощадок, автостоянок, тоннелей

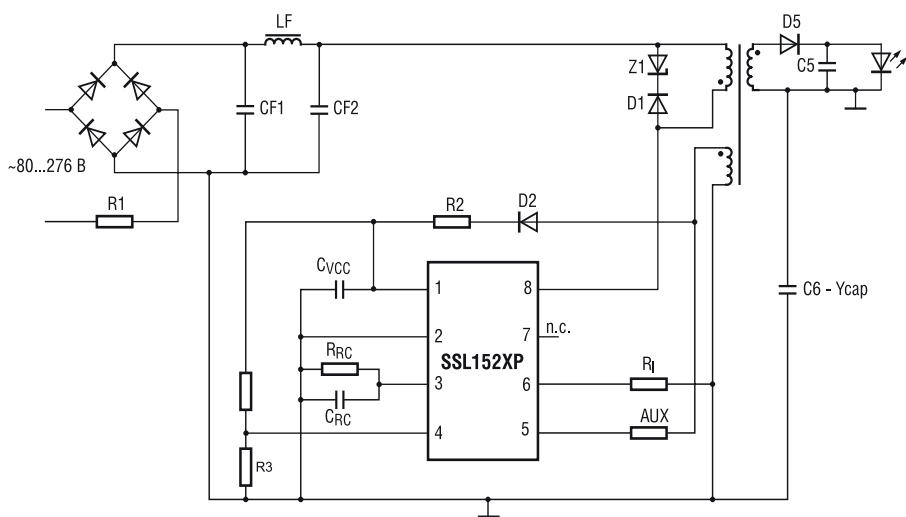


Рис. 2. Типовая схема включения SSL152x

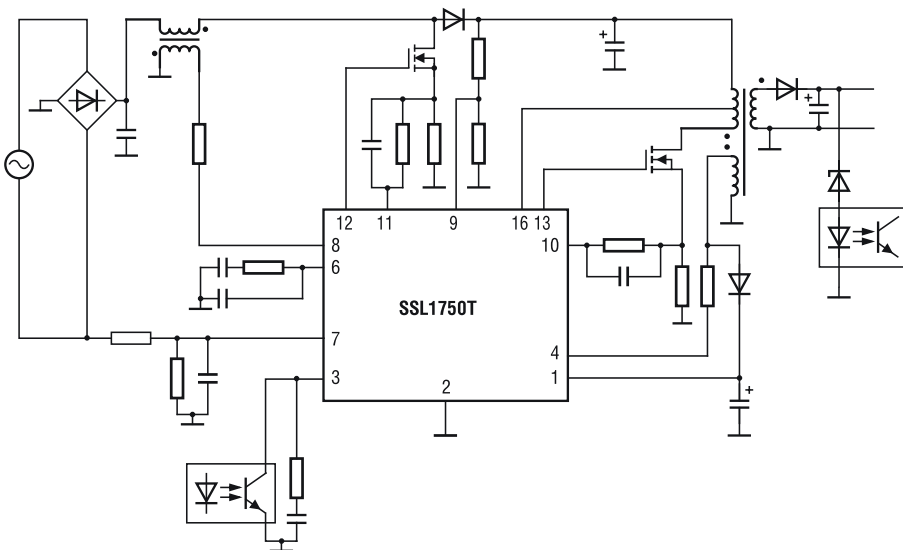


Рис. 3. Типовая схема включения SSL1750T



Рис. 4. Внешний вид UBA3070

универсальных высоковольтных (до 600 В) контроллеров, позволяющий легко создавать высокоэффективные, гибкие и надежные драйверы светодиодной подсветки.

Решения на данной микросхеме позволяют применять как сверхъяркие, так и яркие светодиоды, и могут использоваться совместно с линейками, содержащими сотни светодиодов.

**Особенности:**

- подключение больших линеек светодиодов;
- прямое ШИМ-диммирование;
- точное преобразование при помощи импульсного понижающего конвертора.

**Преимущества:**

- низкая себестоимость изделия;

- высокая надежность и длительный срок службы;
- малое количество внешних элементов.

**Применение:**

- подсветка ЖК-дисплеев;
- общее светодиодное освещение помещений;
- освещение витрин и вывесок.

Многие современные мобильные устройства (сотовые телефоны, коммуникаторы, КПК) обладают функциями фотографирования и записи видеороликов. При недостаточном освещении необходима дополнительная подсветка сюжета. В фотоаппаратах и видеокамерах для этого применяют, соответственно, газоразрядные вспышки и галогеновые лампы, имеющие габариты и энергопотребление, затрудняющие их использование в мобильных устройствах. Появление сверхъярких светодиодов открыло новые возможности для подсветки. Специально для LED-вспышек, NXP выпускает новый высокоэффективный драйвер **SSL3250**, требующий всего четырех внешних элементов. Драйвер управляется по шине I<sup>2</sup>C и может задавать режимы работы светодиода (вспышка, фонарь, индикатор). «Мягкий» старт позволяет избежать перегрузок батарей.

**Особенности:**

- подключение двух светодиодов;
- внутренний таймер времени вспышки;
- управление по шине I<sup>2</sup>C.

**Преимущества:**

- компактность;
- широкий диапазон питающих напряжений (2,7...5,5 В);
- минимальное число внешних элементов;
- КПД до 88%.

**Применение:**

- портативные устройства с питанием от батарей.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)



Георгий Королев (Arrow Electronics Russia)

## ОБЗОР LED-ДРАЙВЕРОВ NATIONAL SEMICONDUCTOR

В статье дается обзор микросхем **National Semiconductor** для построения драйверов сверхъярких светодиодов с описанием как контроллеров, так и схем со встроенным транзисторным ключом.

Признанным лидером в области LED-драйверов является компания National Semiconductor, которая, благодаря огромному опыту в сфере стабилизации напряжения, одна из первых в электронной индустрии занялась разработкой специализированных микросхем для LED-применений. Наиболее энергоэффективные драйверы вошли в семейство изделий PowerWise®, принадлежность к которому позволяет достигать максимально возможных КПД электронной системы. Спектр драйверных микросхем покрывает рабочие напряжения от 2,7 до 100 В и включает:

- драйверы сверхъярких светодиодов с интегрированным ключом,
- контроллеры драйверов сверхъярких светодиодов,
- микросхемы для мобильных устройств.

### Драйверы сверхъярких светодиодов с интегрированным ключом

Компания National Semiconductor предлагает широкий спектр

простых для проектирования понижающих регуляторов (см. табл. 1) с низким энергопотреблением, которые идеально подходят для различных LED-драйверных решений. LED-драйверы компании National Semiconductor позволяют упростить изделия без снижения функциональности благодаря интегрированным МОП-транзисторам в качестве ключей, online-средств проектирования, широкого спектра защитных функций, а также возможностью диммирования. Драйверы LED компании National Semiconductor также обладают низким напряжением обратной связи (не более 200 мВ), что позволяет получить высокий КПД при реализации схем освещения с низким энергопотреблением.

Наиболее популярной серией среди понижающих драйверов является семейство микросхем LM340x/0xHV. Эти микросхемы имеют варианты исполнения для токов в нагрузку 350 мА (LM3402), 750 мА (LM3404) и 1,5 А (LM3406). Стандартный диапазон входных напряжений состав-

**National**  
Semiconductor  
The Sight & Sound of Information

ляет 6...42 В, а для микросхем с индексом HV максимальное значение питания составит 75 В; диапазон рабочих температур для этого типа микросхем -40...125°C. С такими параметрами драйверы отлично подойдут для автомобильных, промышленных применений и применений общего освещения. На рис. 1 представлена схема включения микросхем серии. Отметим, что для применений (например, лампы стандарта MR16) с входными напряжениями не более 30 В и токами 350 мА National выпустил микросхему LM3407, которая обеспечивает меньшую себестоимость конечного изделия.

Спектр повышающих импульсных регуляторов постоянного тока компании National Semiconductor содержит решения как на основе схем с индуктивностью, так и с применением схем на переключаемых конденсаторах. ИС данного класса предназначены для таких применений, как задняя подсветка дисплеев, вспышки в фотоаппаратах, портативные фонари. Для более высоких нагрузочных токов компания National предлагает ряд высокоэффективных индуктивных драйверов LED. Драйверы LED на переключаемых кон-

Таблица 1. Понижающие LED-драйверы

Наименование	Вх. напр., В	Макс. вых. напр., В	Макс. LED-ток, мА	Частота ШИМ, МГц	Кол-во LED	Функции	Корпус
LM3402/HV	6...42/75	37/67	525	Настр. до 1 МГц	1...9/15	Обр. связь 200 мВ, быстрое ШИМ-диммирование	MSOP-8
LM3404/HV	6...42/75	37/67	1000	Настр. до 1 МГц	1...9/15	Обр. связь 200 мВ, быстрое ШИМ-диммирование	SOIC-8
LM3406/HV	6...42/75	37/67	1500	Настр. до 1 МГц	1...9/15	Обр. связь 200 мВ, быстрое ШИМ-диммирование	eTSSOP-14
LM3405	3...22	20	1000	1,6	1...3	Обр. связь 200 мВ, быстрое ШИМ-диммирование	SOT23-6, eMSOP-8
LM3407	4,5...30	27	350	Настр. до 1 МГц	1...7	ШИМ-диммирование на пост. частоте, контроль среднего значения тока через LED	eMSOP-8
LM5010/A	8/6...75	67	1000	Настр. до 1 МГц	1...15		eTSSOP-14, LLP-10
LM5007	9...75	67	700	Настр. до 1 МГц	1...15		MSOP-8

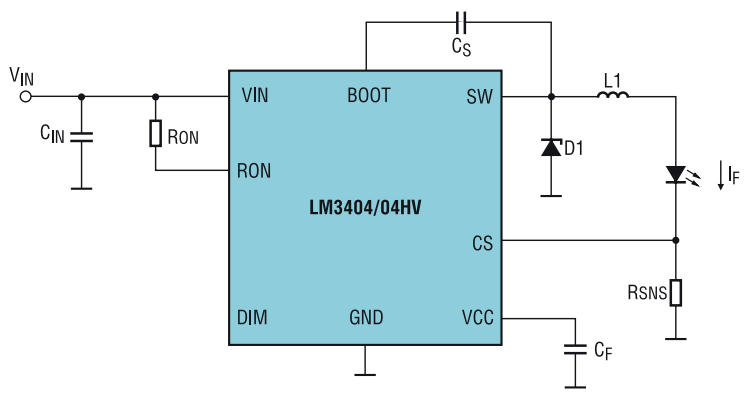


Рис. 1. Схема включения драйвера LM3404/04HV (аналогично для всей серии LM340x)

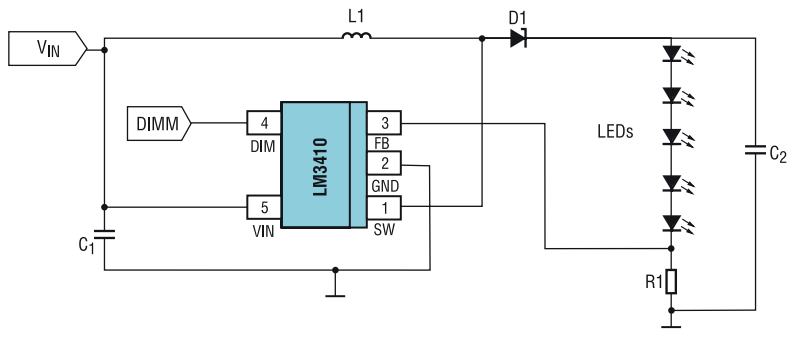


Рис. 2. Схема включения драйвера LM3410

денсаторах от компании National Semiconductor представляют собой малогабаритные, безындуктивные, малощумящие решения для конфигураций LED в параллельном или последовательном включении. Все решения имеют интерфейс многоканального димминга и точную установку тока.

Для батарейных систем рекомендуется рассмотреть LM3410 – высокочастотный малогабаритный повышающий и SEPIC LED-драйвер. Минимум внешних компонентов делает этот драйвер простым для проектирования и минимизирует полный размер решения и стоимость. LM3410 работает с входным напряжением ниже от 2,7 В для работы от Li-

Ion батареи; типовая схема включения представлена на рис. 2.

**Контроллеры драйверов сверхъярких светодиодов**

Компания National предлагает импульсные регуляторы с выходным током вплоть до 6 А и более, которые идеальны для приложений, таких как задняя подсветка дисплеев и проекторные применения. Например, LM3433 поддерживает светодиодный ток до 6 А и позволяет присоединить аноды светодиода прямо к основанию монтажной панели для оптимального рассеяния тепла.

Другой регулятор компании National – LM3401 – способен работать при почти стопроцент-

ном рабочем цикле, чтобы поддерживать максимальное количество светодиодов. Это свойство достигается благодаря р-канальному МОП-транзистору, который позволяет прибору продолжать возбуждать цепочку светодиодов даже в том случае, когда перепад общего прямого напряжения равен VIN. Регулируемый, двусторонний гистерезис дает возможность очень гибко выбирать индуктивность и настраивать частоту переключения.

Самые последние контроллеры от National для построения LED-драйверов – LM3421/LM3423. Эти микросхемы – универсальные высоковольтные (входное напряжение до 75 В) контроллеры для построения LED-драйверов, которые возможно сконфигурировать в схемах включения повышающей, понижающей, повышающе-понижающей и SEPIC. Функции данных контроллеров позволяют использовать драйверы в большом спектре различных применений LED-освещения. Резистивный датчик тока подключается к наиболее высокому напряжению, на нем падает типичное значение напряжения 100 мВ, что позволяет наиболее точно регулировать LED-ток и получать максимальное значение КПД-драйвера. Регулирование выходного LED-тока основано на контроле пиковых значений с предсказуемым контролем времени отключения (Off-Time). Такой метод контроля упрощает разработку петлевой компенсации с неотъемлемой компенсацией прямой связи по напряжению.

В LM3421/LM3423 встроен высоковольтный startup-регулятор, работающий от напряжений 4,5...75 В. Внутренний

Таблица 2. Повышающие и повышающе-понижающие LED-драйверы

Наименование	Вх. напр., В	Макс. вых. напр., В	Макс. LED-ток, mA	Частота ШИМ, МГц	Кол-во LED	Функции	Корпус
LM3224	2,7...7	20	2450	0,6/1,25	1	Boost; специальная м/сх для двухрежимной вспышки	MSOP-8
LM3553	2,7...5,5	18,9	2200	1,2	1...2	Boost; специальная м/сх для двухрежимной вспышки с интерфейсом I <sup>2</sup> C	LLP-12
LM3410	2,7...5,5	24	2100	0,525/1,6	1...5	Boost, SEPIC; сверхнизкий ток покоя 80 нА, внутренняя компенсация	SOT23-5, LLP-6, eMSOP-8
LM2733	2,7...14	40	1000	0,6/1,6	1...8	Boost; внутренняя компенсация	SOT23-5
LM2753	3...5,5	5	400	0,725	1	Безындукторный boost	LLP-10
LM2753	3...5,5	5	800	1	1...4	Безындукторный boost	LLP-10

Таблица 3. Контроллеры для построения LED-драйверов

Наименование	Топология	Вх. напр., В	Макс. вых. напр., В	Макс. LED-ток, А	Частота ШИМ, МГц	Кол-во LED	Функции	Корпус
LM3401	Понижение/контроллер с релейной схемой регулирования	4,5...35	35	3	Настр. до 1	1...9	Высокая скорость, низкое напряжение обр. связи	MSOP-8
LM3433	Понижение	9...14	6	14 и более	Настр. до 1	В зав-ти от схемы	Реализация схемы с общим анодом	LLP-24
LM3421	Понижение, повышение, SEPIC	4,5...75	В зав-ти от схемы	3 и более	Настр. до 2	1...20	Напряжение обр. связи настраивается в диапазоне 20 мВ – 1,235 В; ШИМ-диммирование с макс. частотой 50 кГц	TSSOP-16
LM3423	Понижение, повышение, SEPIC	4,5...75	В зав-ти от схемы	3 и более	Настр. до 2	1...20	Напряжение обр. связи настраивается в диапазоне 20 мВ – 1,235 В; ШИМ-диммирование с макс. частотой 50 кГц, статусные функции, дим-ние верхним ключом	TSSOP-20
LM3431	Повышение	5...36	40	150 мА/канал	Настр. до 1	3 канала по 10 LED	Защита: температурная, КЗ, откр. канал	eTSSOP-28
LM5020	Понижение, повышение, flyback	13...100	В зав-ти от схемы	1 и более	Настр. до 1	1...20	Обр. связь 500 мВ	MSOP-10, LLP-10
LM5022	Понижение, повышение, flyback	6...60	В зав-ти от схемы	1	Настр. до 2	1...9	Обр. связь 500 мВ	MSOP-10
LM3478	Понижение, повышение, flyback	2,97...40	В зав-ти от схемы	1 и более	Настр. до 1	1...9	Обр. связь 200 мВ	MSOP-8

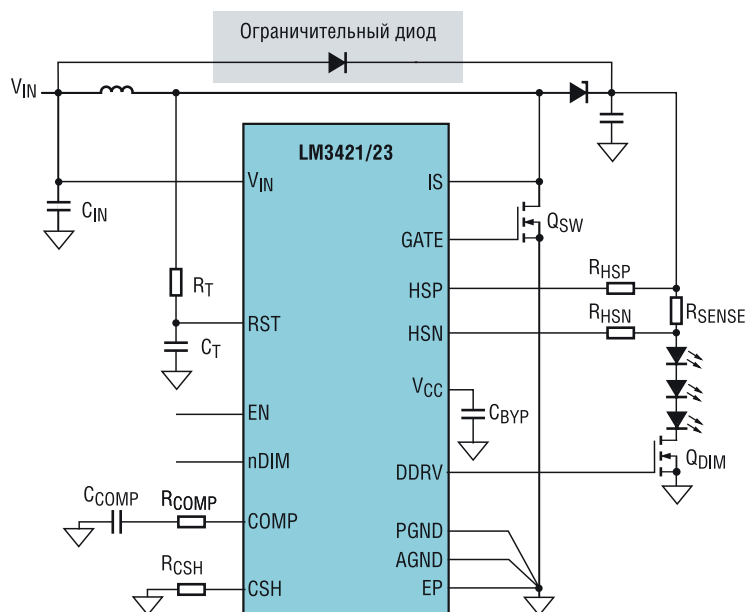


Рис. 3. Схема включения драйвера LM3421/23

ШИМ-контроллер работает от настраиваемой частоты до 2 МГц, что позволяет создавать компактные решения. Дополнительные функции контроллера: shutdown с нулевым током, прецизионный ИОН, логический вход диммирования, поцикловое ограничение

тока и температурное отключение. LM3433 также включает флаг статуса LED-выхода, флаг ошибки, программируемый таймер ошибки и логический вход для выбора полярности драйвера диммирования. Типовая схема включения представлена на рис. 3.

## Заключение

В статье дан обзор LED-драйверов National Semiconductor. Спектр рассмотренных драйверов покрывает решения с напряжением питания 2,7...100 В и токи до 15 А. Основные применения для микросхем: автомобильные и промышленные светильники, системы общего освещения. Благодаря автоматизированной системе разработки WEBENCH® LED Designer подбор драйвера под конкретную модель светодиода и схему включения стал быстрее и проще.

## Ссылки

1. [www.national.com/led](http://www.national.com/led) – портал National Semiconductor, посвященный LED-освещению.
2. COT Drivers Control LED Ripple Current, Analog Edge, Сентябрь 2008.
3. Powering and Dimming High-Brightness LEDs with the LM3405 Constant-Current Buck Regulator, Analog Edge, Июнь 2007.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)



Сергей Криванов (КОМПЭЛ)

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОТЕХНИКИ И СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ



Один из самых быстрорастущих рынков в сфере электроники (до 20% в год [1]) – светодиодное освещение и подсветка. Реагируя на эти тенденции, компания **Mean Well** выпустила в дополнение к популярным модулям серий **ELN, PLN, CLG** мощностью от 30 до 150 Вт новые **модули серии LPC** со стабилизированным выходным током 350, 700, 1050, 1400 или 1750 мА.

### Источники питания LPC со стабилизированным выходным током

Вслед за выпуском серии продуктов для светодиодных применений **CLG-060, CLG-100, CLG-150, PLN-30, PLN-60, PLN-100 и ELN-30, ELN-60**, компания Mean Well представила новую серию бюджетных источников питания **LPC** мощностью 20, 35 или 60 Вт. В модулях питания LPC не применяется активный корректор коэффициента мощности, что позволяет компании снизить цену изделия и предложить клиентам бюджетные решения.

Модули питания серии LPC имеют важную отличительную особенность – стабильный выходной ток. Значение этого тока указано в фирменном описании изделия. Варианты моделей с выходными токами 350, 700, 1050, 1400 или 1750 мА приведены в таблице 1.

Источники питания LPC выпускаются в полностью герметич-

ном пластиковом корпусе по IP66 (рис. 1), подключение входной сети и нагрузки осуществляется с помощью входного и выходного кабелей 18AWGx2C или 16AWGx2C длиной 60 см в зависимости от модели. Высокая степень защиты от пыли и влаги позволяет применять эти источники питания в тяжелых условиях эксплуатации. Широкий температурный диапазон обеспечивает возможность работы при очень низких температурах окружающего воздуха: от -30 до 70°C.

Источники питания LPC имеют универсальный вход 90-264 В переменного тока, ограничение пускового тока, мягкий старт. Кроме того, встроенная защита от внезапных изменений напряжения в нестабильных линиях переменного тока позволяет выдержать скачок входного напряжения 300 В в течение 5 секунд. Стандартные функции включают комплекс защиты от короткого замыкания, перегрузки и превышения напря-

жения на выходе. Электрическая прочность изоляции вход-выход составляет 3 кВ переменного тока. КПД источников питания серии LPC достигает 86%.

Изделия сертифицированы или соответствуют международным стандартам по электрической безопасности и электромагнитной совместимости: UL 1310 класс 2, TUV EN60950-1, CAN/CSA C22.2 No. 223-M91, EN61347-2-13, EN 55022 (CISPR22) класс B, EN 61000-3-2,-3, EN 61000-4-2,3,4,5,6,8,11; ENV50204, EN55024.

Основные области применения источников питания LPC со стабилизацией выходного тока следующие:

- светодиодное освещение,
- архитектурная, интерьерная, сценическая подсветка,
- светодиодные экраны.



Рис. 1. Внешний вид источника питания LPC с стабилизацией выходного тока

Таблица 1. Источники питания LPC со стабилизацией выходного тока. Варианты моделей

Наименование	Рвых, Вт	Ивых, мА	Увых, В	Размеры корпуса, мм	Масса, кг
LPC-20-350	20	350	3...48	118x35x26	0,22
LPC-20-700		700	3...30		
LPC-35-700	35	700	3...48	148x40x30	0,34
LPC-35-1050		1050	3...30		
LPC-35-1400		1400	3...40		
LPC-60-1050	60	1050	3...48	162x42x30	0,40
LPC-60-1400		1400	3...42		
LPC-60-1750		1750	3...34		

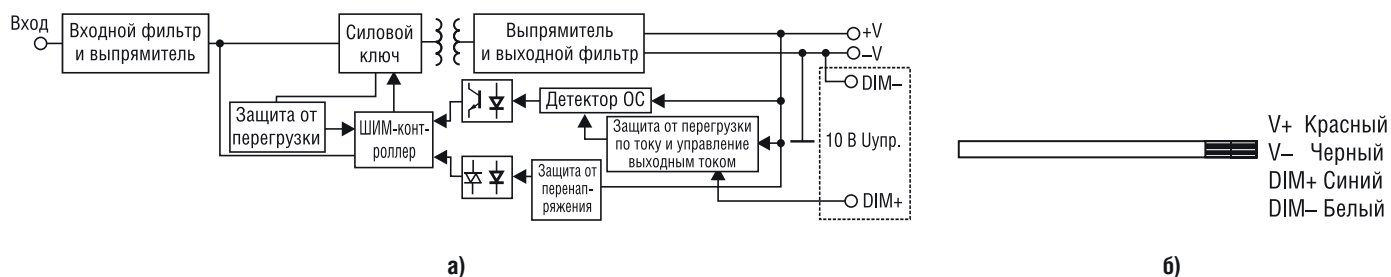


Рис. 2. Модули серии ELN-60 с управлением выходным током: а) структурная схема; б) назначение выводов выходного кабеля

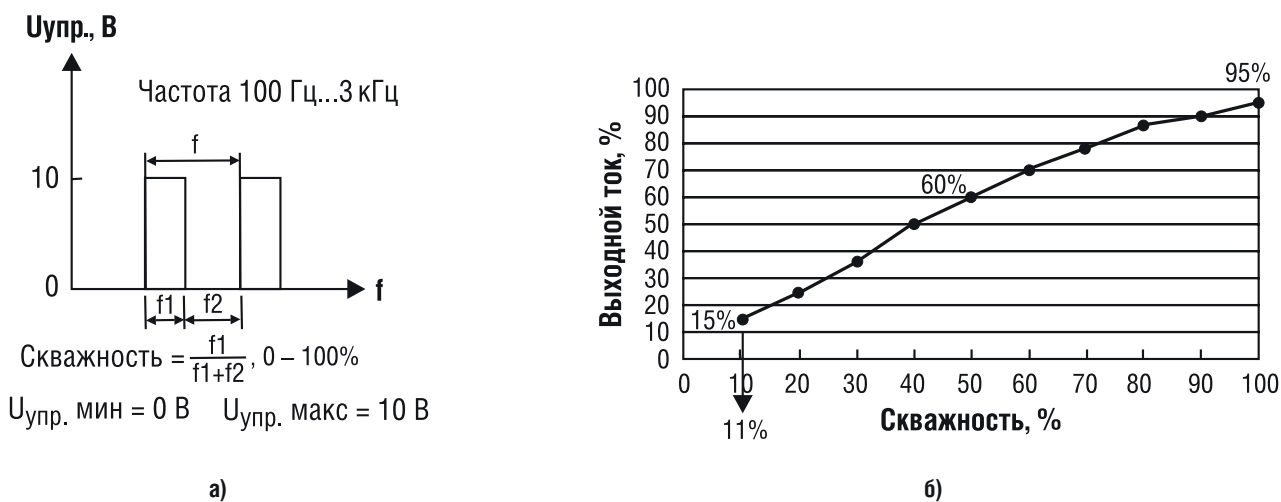


Рис. 3. Управление выходным током модулей ELN-60 с помощью ШИМ управляющего напряжения: а) эпюра управляющего напряжения; б) регулировочная характеристика

Таблица 2. Сравнение параметров источников питания Mean Well для наружной установки и светодиодных светильников

Серия	Заливка компаундом	Степень защиты	Наличие ККМ	Подстройка выхода (триммер)	Уровень шумов	Особенности
<b>Модели в металлических корпусах</b>						
CLG-150	Есть	IP65 или IP67	Есть	Есть	Норма	Самая большая мощность
CLG-100		IP67		Нет		Высокий
CLG-060						
<b>Модели в пластиковых корпусах</b>						
PLN-100	Нет	IP64	Есть	Есть	Норма	Популярная серия
PLN-60						Высокий
PLN-30					Норма	
ELN-60			Популярная серия			
ELN-30						
<b>Новые модели в пластиковых корпусах</b>						
LPH-18	Есть	IP66	Нет	Нет	Норма	Стабилизация выходного напряжения
LPV-20						
LPV-35						
LPV-60						
LPC-20						Стабилизация выходного тока
LPC-35						
LPC-60						

**Источники питания для светодиодных экранов и табло с дистанционным управлением выходным током**

Mean Well выпускает также модули питания для наружной

установки серий **ELN-60/P**, **ELN-60/D** мощностью 60 Вт. В них реализована функция управления выходным током и, соответственно, яркостью свечения светодиодов [2]. Порог ограничения

выходного тока задается путём подачи на управляющий вход постоянного напряжения от 1 до 10 В, либо с помощью ШИМ-импульсов различной скважности – от 10 до 100%. Структурная схема источ-

ника питания ELN-60 с управлением выходным током приведена на рис. 2.

Источники питания ELN-60 с подстройкой напряжением обозначаются суффиксом D: ELN-60-XXD, где XX — значение выходного напряжения источника питания, а модули ELN-60 с ШИМ-управлением выходным током отличаются суффиксом P: ELN-60XXP.

На рис. 3 приведены эпюры управляющего ШИМ-напряжения и регулировочная характеристика [2].

**Герметичные источники питания для наружной установки и светодиодных светильников**


Популярные источники питания для светодиодных применений **CLG-060, CLG-100, CLG-150, PLN-30, PLN-60, PLN-100 и ELN-30, ELN-60** мощностью от 30 до 150 Вт дают возможность выбрать подходящий модуль для конкретного случая. Эти источники питания имеют универсальный вход 90...264 В переменного тока,

комплекс защит от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения, перегрева, диапазон рабочих температур: -30...50°C или -30...70°C в зависимости от модели, не требуют обдува.


Варианты серий и моделей приведены в табл. 2.

Более подробная информация об этих и других источниках питания для светодиодных светильников находится на специализированном сайте по источникам питания <http://ps.compel.ru>.

**Литература**

1. Материалы сайта [www.cleantech.com](http://www.cleantech.com)
2. Источники питания для светодиодных дисплеев и наружной световой рекламы // Электронные компоненты, №10, 2007. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)



**Новые драйверы светодиодов от RECOM**

Для надежного управления светодиодами требуется постоянный ток. Производители осветительного оборудования, будучи экспертами в источниках освещения, зачастую имеют мало опыта работы с электронными компонентами. Чтобы заполнить этот пробел, RECOM предлагает законченное решение в виде серии **RCD-24-x.xx**.

Эти драйверы обеспечивают регулируемый с помощью аналоговой функции изменения яркости (dim-функция) выходной ток в диапазонах до 300, 350, 500, 600 и 700 мА, соответственно. Линейная регулировка яркости от 0 до 100% осуществляется с помощью ШИМ, работающей в частотном диапазоне от 20 до 200 Гц. Преобразователи имеют диапазон входного сигнала 4,5...36 В. Для приложений, работающих от аккумулятора, имеется также режим standby.

Номинальная погрешность выходного тока составляет ±2%, а изменения в зависимости от уровня входного напряжения — до ±1%. Размеры корпуса — всего 22,1x12,6x8,5 мм, корпус сделан из материала UL94-V0. Драйверы доступны с шестью выводами или четырьмя выходными проводниками длиной по 100 мм. Рабочий температурный диапазон без снижения номинальных значений составляет от -40 до 71°C (для 700 мА) или до 85°C (для 350 мА).

Наименование	Выходной ток, мА
RCD-24-0.30**	0...300
RCD-24-0.35*	0...350
RCD-24-0.50*	0...500
RCD-24-0.60**	0...600
RCD-24-0.70*	0...700

\* доступна со склада в Москве  
 \*\* на стадии подготовки к серийному производству



## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОВОЙ РЕКЛАМЫ



Более 80 серий,  
более  
400 моделей  
источников  
питания



Новые модели в пластиковых корпусах

Серия	Заливка компаундом	Степень защиты	Наличие ККМ	Подстройка Выхода (триммер)	Уровень шумов	Особенности
LPH-18 LPV-20 LPV-35 LPV-60	Есть	IP66	Нет	Нет	Норма	Стабилизация выходного напряжения
LPC-20 LPC-35 LPC-60						Стабилизация выходного тока



Дмитрий Цветков

## ОБЗОР МОДУЛЬНЫХ ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДОВ КОМПАНИЙ DIALIGHT LUMIDRIVES, ADVANCE, GLACIAL POWER

В статье приведен обзор наиболее востребованных модулей для питания мощных светодиодов от трех компаний: **Dialight**, **Advance** и **Glacial Power**. Даны краткие характеристики, рекомендации по применению и схемы подключения.

Модульные драйверы по своей сути являются специализированными источниками тока и представляют собой законченные решения. Как правило, они делятся между собой по схемным решениям (AC/DC и DC/DC), варианту исполнения (корпусное и бескорпусное) и типу (стабилизация выходного тока или напряжения).



Компания **Dialight Lumidrives** ([www.dialight.com](http://www.dialight.com)), созданная в 1938 г, начала свою работу с разработки и производства элементов подсветки панелей управления для авиационной и автомобильной техники. Став очевидным лидером в светодиодной промышлен-

ности уже в 1980 г., компания на данный момент специализируется в области производства сверхъярких светодиодов белого свечения, многоцветных (RGB) и источников питания для них. Области использования: рекламные стенды, уличные светофоры, аварийные и габаритные источники освещения для авиационной, автомобильной, военной техники и т.п. Одним из направлений производства Dialight Lumidrives являются источники питания для сверхъярких светодиодов белого свечения, которые представлены ниже.

**MLV3** — серия малогабаритных модулей DC/DC-драйверов (рис. 1), рассчитанных на работу от однополярного источника постоянного напряжения 10...30 В (табл. 1). Выпускаются две версии этих модулей: **MLV3-C-35** и **MLV3-C-70** с максимальных выходным током до 350 мА и до 700 мА соответственно. Драйвер **MLV3-C-35** позволяет питать до

3-х последовательно включенных светодиодов. Количество светодиодов для драйвера **MLV3-C-70** варьируется в зависимости от минимальной величины входного напряжения. При входном напряжении 12 В допускается подключение до двух светодиодов мощностью 1 Вт каждый, при 23 В — до четырех. Драйверы имеют встроенную схему защиты от коротких замыканий и обрыва цепи.

Драйверы серии **MLV-9** (рис. 2) фактически являются развитием модулей серии **MLV3** и отличаются от них наличием цепи управления яркостью свечения питаемых ими светодиодов и расширенным



Рис. 1. Модуль серии MLV3

Таблица 1. Характеристики драйверов светодиодов компании Dialight Lumidrives

Наименование	Тип	Входное напряжение, В	Номинальный выходной ток, мА	Выходное напряжение, В	Максимальная мощность, Вт	Число последовательно включенных светодиодов	Пределы регулировки светового потока, %	Диапазон температуры работы, °С	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм
MLV3-C-35	DC/DC	+10...+30	350	3...12	3	1...3	—	-10...70	51x32x18
MLV3-C-70	DC/DC	+10...+30	700	4...18	3	1...4	—	-10...70	51x32x18
MLV9-C-35	DC/DC	+12...+24	350	8...36	9	1...3	20...95	-10...50	70,5x49,0x11,2
MLV9-C-70	DC/DC	+12...+24	700	4...18	9	1...4	20...100	-10...50	70,5x49,0x11,2
BO1-PWD60-35-70	AC/DC	~90...~264	1200	55...180	60	8...48	—	-10...80	191x53x33
MDU4	AC/DC	~110...~240	350	4...15	4	1...3	—	-20...45	99x39x23
MDU9	AC/DC	~110...~240	700	4...32	9	1...4	—	-20...45	99x39x23

Таблица 2. Характеристики AC/DC-драйверов светодиодов компании Advance

Наименование	Входное напряжение, В	Максимальный входной ток, mA	Номинальный выходной ток, A	Выходное напряжение, В	Максимальная мощность, Вт	Диапазон температуры работы, °C	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Степень защиты
LEDUNIA0350C12F	~120 ±10%	90	0,35	2,8...12	4	-40...65	65x35x23	IP20
	~230 ±10%	40						
LEDUNIA0700C12F	~120 ±10%	180	0,70	2,8...12	8	-40...65	65x35x23	IP20
	~230 ±10%	90						
LEDINTA-0012V-50FO	~120 ±10%	610	5,00	12	73	-40...60	241x43x30	IP66
	~277 ±10%	260						
LEDINTA-0024V-41FO	~120 ±10%	980	4,10	24	117	-40...60	241x43x30	IP66
	~277 ±10%	420						



Рис. 2. Модуль серии MLV-9

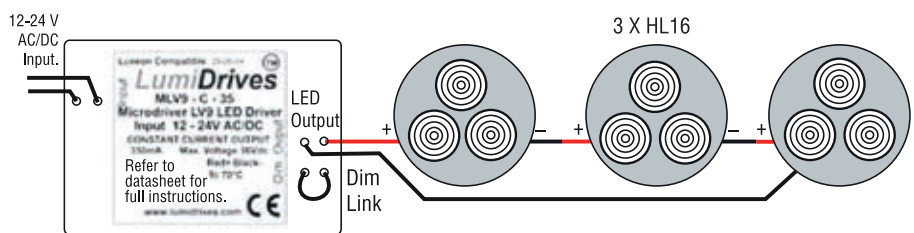


Рис. 3. Схема включения драйверов светодиодов Dialight Lumidrive серии MLV9



Рис. 4. Модуль B01-PWD60-35-70



Рис. 5. Модуль серии MDU

диапазоном выходного напряжения (MLV9-C-35). Для управления яркостью предусмотрен внешний провод, в разрыв которого можно включить переменный резистор сопротивлением 1 МОм. В случае отсутствия нужды в регулировке яркости этот провод следует оставить неразорванным (максимальная яркость свечения).

**B01-PWD60-35-70** — мощный AC/DC-драйвер (рис. 4), идеально подходящий для использования в системах промышленного светодиодного освещения. Модуль выполнен в герметизированном алюминиевом корпусе со степенью защиты

IP67, что позволяет применять его в системах наружного освещения. Драйвер работает от сети переменного тока напряжением 90...264 В и обеспечивает выходную мощность до 60 Вт при фиксированном токе нагрузки 350 или 700 мА. Характерная особенность драйвера — возможность использования обратной связи по температуре. Для этой цели модуль имеет два вывода для подключения термистора, который монтируется на печатную плату со светодиодами.

Завершает обзор драйверов Dialight Lumidrive серия малогабаритных модульных драйверов

**MDU4-SC-35** и **MDU9-SC-3570** малой мощности (рис. 5). Модуль MDU4 обеспечивает питание фиксированным током 350 мА от одного до четырех последовательно включенных светодиодов мощностью 1 Вт каждый. Модуль MDU9 позволяет подключить до девяти светодиодов мощностью 1 Вт каждый при токе 350 мА или до четырех светодиодов мощностью по 3 Вт каждый при токе 700 мА. Драйверы питаются от сети переменного тока напряжением 110...240 В и имеют встроенную систему защиты от короткого замыкания, обрыва цепи и перенапряжения.



Компания **Advance** ([www.advancetransformer.com](http://www.advancetransformer.com)), образованная в 1945 г, в настоящее время занимается разработкой и производством преобразователей для питания различного рода ламп освещения: балласты для



Рис. 6. Модуль серии Xitanium малой мощности



Рис. 7. Модуль серии Xitanium большой мощности

флуоресцентных ламп, драйверы светодиодов, преобразователи для питания неоновых ламп и т.п. В предлагаемой статье приводится обзор двух семейств мощных драйверов светодиодов наружного, то есть уличного исполнения, специально спроектированных для работы в «тяжелых условиях»: низкая температура, высокая влажность, пыль. Стоит отметить, что из всех приводимых в данном обзоре драйверов, драйверы Advance являются

единственными способными функционировать при низких температурах: от  $-40^{\circ}\text{C}$ . Они идеально подходят для российского климата.

Маломощные драйверы серии Xitanium (табл. 2) предназначены для питания светодиодов суммарной мощностью до 4 Вт с током 350 мА (LEDUNIA0350C12F) и до 8 Вт током 700 мА (LEDUNIA0700C12F). Драйверы характеризуются высокой стабильностью параметров в широком диапазоне температур и

способны работать от сети переменного тока с частотой 50/60 Гц в диапазоне напряжений 110...240 В при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $65^{\circ}\text{C}$ . Пластиковый корпус защищен от возгорания и пыли, степень защиты IP20.

Мощные драйверы серии Xitanium предназначены для питания светодиодов суммарной мощностью до 60 Вт с выходным напряжением 12 В (LEDINTA0012V50FO) и 100 Вт с выходным напряжением 24 В (LEDINTA0024V41FO). Модули выпускаются в корпусах с высокой степенью защиты IP66, что позволяет их использовать для систем наружного освещения. Драйверы характеризуются высокой стабильностью параметров в широком диапазоне температур. Модули могут работать от сети переменного тока частотой 50/60 Гц в диапазоне напряжений 110...277 В при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $60^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 3. Характеристики AC/DC драйверов светодиодов компании Glacial Power

Наименование	Выходной ток, мА	Выходное напряжение, В	Максимальная мощность, Вт	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм
LC3512-01	350	3...12	1...3	42x40x21
LC7012-01	700	3...12	3...6	42x40x21
LC3512-02	350	3...12	1...3	65x35x23
LC3536-02	350	3...36	1...8	65x35x23
LC7012-02	700	3...12	3...6	65x35x23
LC7021-02	700	3...21	3...9	65x35x23
LC3512-03	350	3...12	1...3	86x45x26
LC3536-03	350	3...36	1...8	86x45x26
LC7012-03	700	3...12	3...6	86x45x26
LC7021-03	700	3...21	3...9	86x45x26
LC3554-04	350	10...54	3...16	141x45x26
LC7034-04	700	3...34	3...18	141x45x26
LC3512-08	350	3...12	1...3	46x43x23
LC3536-08	350	3...36	1...8	46x43x23
LC7012-08	700	3...12	3...6	46x43x23
LC7021-08	700	3...21	3...9	46x43x23
LV2512-01	250	12	3	42x40x21
LV5012-01	500	12	6	42x40x21
LV1224-01	120	24	3	42x40x21
LV2524-01	250	24	6	42x40x21
LV2512-03	250	12	3	86x45x26
LV5012-03	500	12	6	86x45x26
LV8312-03	830	12	10	86x45x26
LV1224-03	120	24	3	86x45x26
LV2524-03	250	24	6	86x45x26
LV4124-03	410	24	10	86x45x26
MS24NA-5	4.0	5	24	80x55x35
MS24NA-12	2.0	12	24	80x55x35
MS24NA-24	1.0	24	24	80x55x35



## Power Your Idea


Несмотря на свой «юный» возраст — 2 года, компания **Glacial Power** ([www.glacialpower.com](http://www.glacialpower.com)) уже успела захватить сравнительно большую долю рынка модульных импульсных источников питания для промышленного применения, источников для бытовых ПК, зарядных устройств аккумуляторов (ноутбуки), бескорпусных источников питания и драйверов для питания сверхъярких светодиодов.

Драйверы светодиодов Glacial Power отличаются компактными размерами и низкой стоимостью. Компания выпускает линейку модулей на фиксированные выходные токи 350 и 700 мА мощностью от 1 до 18 Вт и линейку модулей с фиксированными выходными напряжениями 5, 12 и 24 В мощностью от 3 до 24 Вт (табл. 3). Все типы корпусов имеют высо-

кую степень защиты IP67, что позволяет использовать драйверы в системах наружного освещения. Драйверы питаются от сети переменного тока 50/60 Гц напряжением 90...264 В и могут работать в диапазоне температур окружающей среды от -10...40°C.

### Заключение

Модульная архитектура порождает ряд преимуществ: простота сборки, настройки и дальнейшего ремонта, конечная стоимость решений для небольших партий, сокращение расходов на разработку на начальном этапе и, наконец, сокращение времени выхода изделия на рынок.

Использование готовых модульных драйверов для сверхъярких светодиодов — очевидный шаг к сокращению стоимости конечного изделия, и как следствие — к росту прибыли производителя. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)

MAX17061 - драйверы 8-строчных белых светодиодов



Встроенный ключевой элемент и контроллер пошагового повышения напряжения с токовым управлением используются в этой ИС для управления матрицей светодиодов, которые составляют 8 параллельных строк по 10 светодиодов в каждой. Для управления яркостью отдельного светодиода в каждую строку встроен источник тока, обеспечивающий точность распределения тока между строками в пределах  $\pm 1.5\%$ . Кроме того, MAX17061 вырабатывает сигнал точного управления яркостью светодиодов (DPWM). Управление сигналом DPWM осуществляется посредством связи с ШИМ, через интерфейс SMBus, или при помощи обоих интерфейсов. Дополнительную гибкость применения гарантирует установка частоты преобразования ШИМ при помощи внешнего резистора.

## Мощные драйверы светодиодов



- Питание от сети переменного тока напряжением до 264 В
- Стабилизированный выходной ток 350, 700 и 1000 мА
- Защищенное исполнение
- Широкий диапазон рабочих температур



## Светодиодные модули



- Светодиоды LUXEON белого свечения или RGB
- Многообразие форм и вариантов исполнения
- Последовательное или параллельное соединение
- Вторичная оптика высокого качества



Владимир Хаменко (Rainbow Technologies)

## УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ В ЗДАНИЯХ ПО ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ SYSTEL



*Задача — создать систему управления освещением в офисном или производственном здании / комплексе зданий. Цель — добиться экономии электроэнергии до 30% по сравнению с первоначальными планами путем внедрения автоматизации и контроля. Решение — применение специальных модулей и интегральных контроллеров управления освещением компании Systel.*

Компания Systel основана в 1984 году и специализируется на разработке и производстве контроллеров с цифровым управлением для конфигурируемых систем управления электропитанием. Целевым рынком компании является рынок систем управления освещением в зданиях.

**Системы управления освещением в зданиях позволяют:**

- Централизованно и с локальных пультов управлять каждым светильником в здании;
- Управлять освещением по сценариям;
- Сократить расход электроэнергии до 30% за счет адаптивного управления яркостью свечения и включения/отключения светильников по событию;
- Снизить стоимость обслуживания за счет централизованного контроля состояния каждого светильника из единого диспетчерского центра;
- Снизить расход силовых электрических проводов на этапе строительства;
- Увеличить срок жизни светильников.
- Управлять инфраструктурой отопления, вентиляции и кондиционирования;

Компания Systel разработала технологию, позволяющую с минимальными затратами реализовать многофункциональные конфигурируемые многоарматурные электронные балласты с высокими потребительскими свойствами, соз-

дающими основу для построения эффективных систем централизованного управления освещением.

### Технология компании Systel

Разработанный Systel электронный модуль используется для производства балластов (ЭПРА) и может быть настроен для конкретного применения в зависимости от типа светильника, способа его подключения и интеграции в систему управления, сценария управления, подключенных к нему датчиков. Большое количество учитываемых параметров позволяет обеспечить высококачественное управление и отражает сложность внутренней структуры модуля. Так, например, при конфигурировании балласта флуоресцентного светильника необходимо указать более ста параметров в специальной системе проектирования Systel.

Модуль поддерживает:

- проводные интерфейсы microLAN, DALI, DMX-512, RS485 для создания масштабируемых систем централизованного управления;
- интерфейс PLC управления по существующей электропроводке, что позволяет отказаться от традиционных выключателей и проводов к ним, а также применить технологию Systel к действующим зданиям без реконструкции их электропроводки;
- инфракрасный и радиочастотный интерфейсы для локального управления с рабочих

мест при помощи дистанционных пультов;

- датчики присутствия и датчики освещенности;
- до восьми выходных каналов подключения светильников;
- канал для резервного освещения;
- плавный запуск светильников, увеличивающий срок их службы;
- три режима коррекции коэффициента мощности;
- диммирование каждого канала;
- диагностику состояния светильника в каждом канале.

Принципиальным достоинством модуля является то, что он содержит все необходимое для реализации разнообразных вариантов управления освещением, и, следовательно, количество дополнительных микросхем для создания законченного решения минимально. Кроме того, отпадает необходимость разработки линейки электронных балластов: один прибор с модулем Systel перенастраивается в зависимости от условий эксплуатации. Это существенное преимущество с точки зрения организации производства.

Преимущества модулей Systel особенно ярко проявляются при создании на их основе сложных многоместных светильников с гибким и автономным управлением каждым каналом (производственные линии, бизнес-центры, общественные здания).

Особый интерес вызывает уникальная возможность создания комбинированных светильников с различными типами ламп, например, люминесцентных и галогенных, управляемых одним балластом. Такие светильники могут



Рис. 1. Семейство микросхем IDC2000

применяться в офисных или производственных помещениях, совмещающая направленность галогенного источника для освещения рабочего места с общим рассеянным светом люминесцентной лампы.

### Ресурсосбережение при освещении общественных зданий и потребительские свойства

Применение технологии Systel позволяет снизить расход материалов и электроэнергии, как на стадии строительства, так и на этапе последующей эксплуатации зданий. Факторы экономии приведены ниже.

### Экономия силовых проводов при проектировании

Традиционно для простейшего управления светильником от него к расположенному на стене выключателю прокладывается пара алюминиевых проводов большого сечения. Электронные балласты флуоресцентных ламп с модулем Systel могут управляться за счет команд, поступающих как по обычной силовой проводке, так и по специальным проводным или беспроводным интерфейсам.

В первом случае отдельная пара к выключателю вообще отсутствует. Во втором случае управление поступает по медному проводу сечением 0,2 мм. или в виде электромагнитного сигнала в инфракрасном или радиочастотном спектре.

### Эффективное расходование электроэнергии

Система управления на базе электронных балластов Systel управляет освещением по сценариям. Сценарий может создаваться для групп из одного или несколь-

ких светильников в одном помещении или целом здании и описывает работу каждой выделенной группы светильников в зависимости от времени суток, дня недели, состояния датчиков освещенности и/или присутствия человека в рабочей зоне освещения.

В соответствии с этой концепцией, например, яркость искусственного освещения в рабочие часы будет плавно нарастать с наступлением сумерек, в нерабочие часы все светильники, за исключением аварийных, будут гарантированно отключаться. Отключаться автоматически будут также светильники в коридорах, аварийных лестницах или других местах аналогичного назначения при отсутствии в них персонала.

Дополнительным ресурсом снижения энергопотребления в здании является контроль состояния всех светильников и управление ими из единого центра. Это позволяет исключить перерасход электроэнергии от оставленных включенными светильников в нерабочие часы.

### Увеличение долговечности светильников

За счет соблюдения правильных условий эксплуатации, реализуемых электронными балластами с модулями фирмы Systel, срок жизни светильника может быть продлен примерно на 25%. Коррекция коэффициента мощности в рамках автономной системы освещения здания является важным свойством, позволяющим обеспечивать стабильное функционирование энергосистемы региона. Электронный балласт на базе микросхем Systel обеспечивает несколько режимов коррекции коэффициента мощности. Эти режимы учитывают разнообразие архитектур построения систем освещения объекта, мощность применяемых светильников и их функциональное назначение.

### Снижение стоимости обслуживания систем управления освещением

Снижение стоимости обслуживания достигается за счет нескольких показателей:

- Ресурс каждого светильника централизованно контролируется, замена светильников подготавливается заблаговременно.

- Свойства балластов и единая сеть управления позволяют оперативно обнаруживать вышедшие из строя светильники и определять их месторасположение.

- Сценарии освещения любых объектов, включение и выключение любых светильников, изменение их режимов работы могут задаваться из единого центра управления.

### Удобство локального использования систем управления освещением

Удобство локального использования систем, построенных на оборудовании Systel, достигается за счет нескольких показателей:

- Электронные пульты в отдельных помещениях и зонах позволяют локально регулировать освещенность зон вручную или на основании заранее заданных сценариев освещения.

- При выходе из строя одной лампы система может автоматически корректировать светоотдачу других ламп для сохранения освещенности соответствующей зоны вплоть до замены сгоревшего светильника.

- Эргономичность и соблюдение требований норм охраны труда достигается за счет отсутствия акустических шумов и обеспечения частоты мерцания лампы, наиболее комфортной для человеческого глаза.

Необходимо учитывать, что при использовании датчиков освещенности интенсивность искусственного освещения будет плавно нарастать по мере того, как падает естественное освещение, обеспечивая тем самым необходимый в целом уровень освещенности, что особенно актуально в освещении учебных учреждений.

Модуль позволяет поддерживать резервный источник питания для реализации режима аварийного освещения. При отсутствии питающего напряжения аварийное освещение включается автоматически.



Рис. 2. Отладочный комплект для IDC2000

### ИС многоканального балласта ламп освещения

Семейство микросхем **IDC2000** (рис. 1) состоит из высокопроизводительных контроллеров класса «система на кристалле» (SoC), предназначенных для управления освещением, и содержащих весь набор встроенных функций, необходимых для реализации одиночного и группового балласта, работающего как автономно, так и в сети (см. также табл. 1).

Контроллеры IDC2000 выполняют все функции управления и защиты схемы балласта и ламп, а также имеют встроенный модем передачи информации по электропроводке.

Коммуникационный интерфейс IDC2000 опционально может работать в стандартах RS232, RS485 I<sup>2</sup>C, DC control, DALI, DMX-512, microLan и т.д. с дистанционным управлением по проводам и с локальным управлением, таким как RF (по радиоканалу) и IR (инфракрасное управление). ИС IDC2000 обеспечивает подключение датчиков движения, датчиков уровня освещенности и имеет управляющие аналоговые и цифровые порты ввода-вывода.

Конфигурационная гибкость такого контроллера, например, устраняет необходимость подстройки схемы балласта под различные типы ламп подбором пассивных компонентов. Значительно увеличивается срок жизни ламп.

#### Технические характеристики:

- Многоканальный/многоарматурный балласт;
- Позволяет подключать различные датчики;

Таблица 1. Основные характеристики семейства IDC2000

Наименование	Описание	Внешняя FLASH	Корпус	Выводы
IDC2003E	Полнофункциональная ИС управления	+	LQFP176	176
IDC2080	11 PSGs – 8 каналов		EPP LQFP	144
IDC2081	11 PSGs – 8 каналов	+	EPP LQFP	144
IDC2040	5 PSGs – 4 канала		QFN64 9x9	64
IDC2041	5 PSGs – 4 канала	+	QFN64 9x9	64
IDC2020	3 PSGs – 2 канала		QFN64 9x9	60
IDC2021	3 PSGs – 2 канала	+	QFN64 9x9	60

- Поддерживает работу в чрезвычайных ситуациях;

- Опции дистанционного управления: PLC, RF, DALI, и т. д.

- Индивидуальное управление/защита лампы;

- Задаваемый диапазон плавного выключения освещения;

- Высокая точность установки уровня освещенности;

- Определяемые пользователем технологии диммирования;

- Низкий коэффициент нелинейных искажений во всем диапазоне диммирования;

- Плавное диммирование до 0,1%;

- Поддерживает различные топологии питания;

- Экономия энергии / отключение нагрузки;

- Реализует несколько методов коррекции коэффициента мощности;

- Драйверы любых комбинаций типов ламп;

- Защита мостовых схем преобразователей установкой мертвого времени;

- Программируемые пользователем параметры запуска.

### Оценочный комплект Lighting Evaluation Kit (LEK) IDC2000

Оценочный комплект для семейства цифровых универсальных управляющих контроллеров компании Systel, или комплект для испытательного тестирования (в дальнейшем КИТ) (рис. 2), предназначен для разработки электронных балластов и оценки их параметров. КИТ позволяет оценить использование семейства этих микроконтроллеров для создания настенных управляющих панелей с

передачей сигналов по электропроводке посредством встроенного в IDC2000 PLC-модема.

В состав КИТ входит **Parameter Development Kit (PDK)** – программный инструмент, осуществляющий конфигурирование контроллеров семейства IDC2000. Совместно с аппаратной частью КИТ он позволяет экспериментировать с множеством балластов на основе библиотеки проектов (PDK-FL), входящей в состав PDK.

Оценочный комплект позволяет ознакомиться с работой:

- многоканальных балластов;
- настенных управляющих устройств;

- внешних интерфейсов.

Состав оценочного комплекта:

- Управляющий модуль IDC2013E (устанавливаемый на плату многоканального балласта);

- Управляющий модуль IDC2041B (для 4-канальных применений, не установленный на плату);

- Управляющий модуль IDC2041A (устанавливаемый на плату настенного управляющего устройства);

- Плата многоканального балласта;

- Плата настенного управляющего устройства (WCU);

- Одноламповый терминальный модуль;

- Модуль формирования сигналов синхронизации (на базе дифференциального усилителя);

- Модуль усилителя передатчика по электропроводке;

- Модуль усилителя передатчика по электропроводке;

- Цифровой адресный светотехнический интерфейс DALI;

- Соединительный кабель между балластом и ламповым терминальным устройством;
- Соединительный кабель между балластом и настенным управляющим устройством;
- Интерфейсный кабель RS-232;
- Разъем лампового терминального устройства (4 контакта);
- Разъем лампового терминального устройства (6 контактов);
- Кабель сетевого питания (Используется для балласта или настенного управляющего устройства);
- Разъем питания настенного управляющего устройства (Для подключения настенного управляющего устройства к сети в обход заградительного фильтра, встроенного в плату настенного управляющего устройства);

- PDK-L3 Программный инструмент на компакт-диске (включая руководство пользователя).

Содержание компакт-диска с сервисным программным обеспечением:

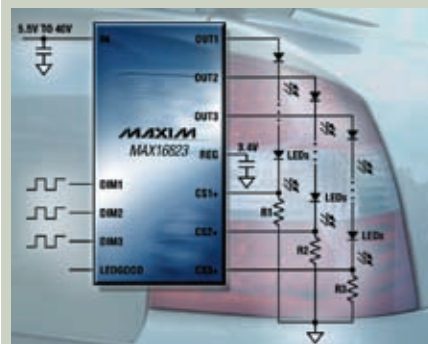
1. BER-тест (Bit Error Rate) для PLC-модема;
2. Программа контроля передачи по сети (Ping-программа);
3. PDK-монитор;
4. Управление освещением с компьютера;
5. Настройка сетевых устройств.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: [lighting.vesti@compel.ru](mailto:lighting.vesti@compel.ru)

# MAXIM

## MAX16822A — драйверы сверхъярких светодиодов

Семейство высоковольтных, высокоэффективных драйверов сверхъярких светодиодов Maxim Integrated Products обеспечивает применение технологии генерирования зеленого света.



MAX16822A/B и MAX16832A/C включают в себя MOSFET и датчик тока верхнего плеча, и позволяют снизить размеры, сложность и себестоимость драйверов светодиодов. Их использование упрощает применение технологии зеленой подсветки.

Для обеспечения подобных преимуществ они оснащены MOSFET-ом на напряжение 65 В и сопротивлением открытого канала со значениями (RDSON) 0,85 Ом (MAX16822A/B) и 0,45 Ом (MAX16832A/C), что позволяет отказаться от использования внешнего мощного транзистора. Кроме того, они поддерживают два способа регулировки яркости свечения: аналоговую и широтно-импульсную модуляцию, а также функцию ограничения тока через светодиоды при их перегреве, обеспечивая тем самым удобство использования и надежность системы.

MAX16822A/B и MAX16832A/C прекрасно подходят для областей применения, где требуется использование удобных, компактных драйверов сверхъярких светодиодов, включая наружную и внутреннюю подсветку в автомобиле, архитектурное освещение, а также вывески, рекламные указатели и системы аварийного освещения.

**SYSTEMEL®** Цифровые системы управления освещением в зданиях

- Централизованное управление каждым светильником в здании
- Управление по сценариям и с локальных пультов
- Адаптация к внешней освещенности и присутствию персонала
- Совместимость с инфраструктурой отопления, вентиляции и кондиционирования
- Сокращение расхода электроэнергии до 30%
- Снижение расхода силовых электрических проводов на этапе строительства
- Модульное построение на базе стандартных интерфейсов RS232, RS485, I<sup>2</sup>C, DC control, PLC, DALI, DMX-512, MicroLan, InfraRed



Кирилл Меньшов (Мастер Кит)

## «АЛЛАДИН» – ХОЗЯИН ЛАМПЫ

Компания «Мастер КИТ» представляет устройство для дистанционного управления освещением с режимом диммера – «Алладин» (модель ME1003). Устройство предназначено для широкого круга покупателей, может использоваться в квартирах, домах, нежилых помещениях. При установке устройства не требуются специальные навыки, и полностью сохраняется существующая электрика: проводка, осветительные приборы, выключатели.

Устройство для дистанционного управления освещением «Алладин», позволяет включать, выключать или устанавливать любую нужную яркость домашнего освещения всего одной кнопкой на миниатюрном радио-брелке. Устройство отличается богатая функциональность и широкий спектр возможных применений, простота установки, не требующая изменений в проводке и осветительных приборах, а также более низкая стоимость в сравнении с аналогами.

### Комплект поставки и функции устройства

В комплект поставки «Алладина» входит исполнительное устройство – диммер, и радио-брелок с батарейкой (рис. 1). По сигналу с радиобрелка диммер плавно включает или выключает осветительные

приборы с лампами накаливания или галогенными лампами, а также фиксирует яркость свечения на любом уровне. Дальность действия брелка составляет 20 метров даже при наличии препятствий в виде мебели или стен. Радиосигнал распространяется во всех направлениях, поэтому брелок не обязательно направлять на исполнительное устройство, кроме того, к брелку предусмотрено штатное средство для закрепления на любых поверхностях. Это открывает возможность использовать его в качестве дополнительного выключателя в любом удобном месте.

Одной из главных особенностей «Алладина» является принцип его инсталляции. Исполнительное устройство устанавливается в обычный комнатный выключатель и скрывается под ним в установочной коробке.

Это позволяет максимально упростить процесс установки системы, свести к минимуму вмешательство в электрическое оснащение дома или квартиры и полностью сохранить дизайн интерьера: не придется менять даже выключатели. При этом выключатель, под которым установлено исполнительное устройство, продолжает работать в штатном режиме, а управление с радиобрелка осуществляется независимо от положения выключателя (т.е. даже тогда, когда сам выключатель находится в положении «выключено»). Осветительные лампы, управляемые этим выключателем, загораются и гаснут плавно, что существенно продлевает срок их службы.

Для управления исполнительным устройством достаточно одной кнопки брелка. При ее нажатии свет начинает загораться (или гаснуть, если лампы в это время были включены). Повторное нажатие на ту же кнопку приводит к фиксации текущего уровня яркости освещения. Если повторного нажатия не будет, свет загорится или погаснет полностью, и на этом остановится до следующего нажатия. При управлении с радиобрелка не имеет значения, в каком положении был оставлен настенный выключатель, а его следующее переключение будет отработано обычным образом с учетом текущего состояния осветительного прибора.

Радиобрелок может управлять одновременно любым количеством исполнительных устройств в радиусе действия. В свою очередь, каждое исполнительное устройство может управляться с нескольких брелков (до 32 брелков на одно исполнительное устройство). В процессе эксплуатации «Алладина» можно произвольно менять сопоставление радиобрелков и исполнительных устройств,



Рис. 1. Комплект «Алладин» (модель ME1003)

для этого не потребуется демонтировать или разбирать ни один из компонентов системы.

### Установка

Процесс установки «Алладина» сводится к подключению исполнительного устройства к обычному выключателю (рис. 2). Исполнительное устройство представляет собой плоский модуль размерами 5x4 см и снабжено пятью проводами. Два из этих пяти проводов оснащены изолирующими пружинными разъемами и подключаются к осветительной проводке. Два других провода подключаются к клеммам выключателя. Пятый провод длиной около 10 сантиметров служит радиоантенной и может быть свернут любым удобным образом перед укладкой исполнительного устройства в установочную коробку выключателя. Однако следует отметить, что слишком тесное сворачивание антенны или ее расположение за металлическими предметами может привести к снижению дальности действия устройства.

После подключения проводов исполнительное устройство просто убирается в установочную коробку настенного выключателя, а сам выключатель возвращается на обычную позицию. Теперь нужно сопоставить «модернизированному» выключателю кнопку на радио-пульте. Для этого, удерживая выбранную кнопку на брелке, следует трижды переключить выключатель («вкл-выкл-вкл» или «выкл-вкл-выкл»). При необходимости кнопку на пульте можно таким же образом «отвязать» от выключателя.

### Как это работает

Управляющий модуль (брелок) построен на базе низковольтного микроконтроллера MSP430F2011 в связке с приемопередатчиком CC1100 компании Texas Instruments, благодаря чему схема получилась довольно эффективной в плане энергопотребления. Питание осуществляется от батарейки типа 23А напряжением 12 вольт, но устройство остается работоспособным даже если батарейка «просядет» до трех

вольт. Заявленное время автономной работы — не менее года, но на практике ресурс в несколько раз больше.

С модулем диммера (исполнительной частью) разработчикам пришлось повозиться особо. Дело в том, что устройство подключается к стандартному выключателю и не имеет собственного источника питания. А из осветительной сети можно получить напряжение 220 В только тогда, когда выключатель находится в положении «ВКЛ» и через него проходит ток, т.е. цепь замкнута. Требованием ТЗ было: работоспособность модуля управления в любом положении выключателя.

Было найдено оригинальное решение (см. рис. 3): выключатель был попросту исключен из цепи питания и «повешен» на порт микроконтроллера, а цепью питания управляет симистор. Металлизация печатной платы используется в качестве теплоотвода. Теперь, даже если лампа выключена, через цепь протекает небольшой ток, которого достаточно для питания самого диммера.

### Возможные применения

Благодаря функциональным особенностям «Алладина» спектр его применений весьма широк. Управление светом осуществляется по радиоканалу и радиус действия брелка составляет 20 метров даже через стены. Сам брелок (рис. 4) обладает небольшими размерами и снабжен штатным средством для закрепления на любых поверхностях. Один брелок может управлять сразу несколькими исполнительными устройствами, и каждым исполнительным устройством можно управлять с нескольких брелков, причем сопоставление брелков и исполнительных

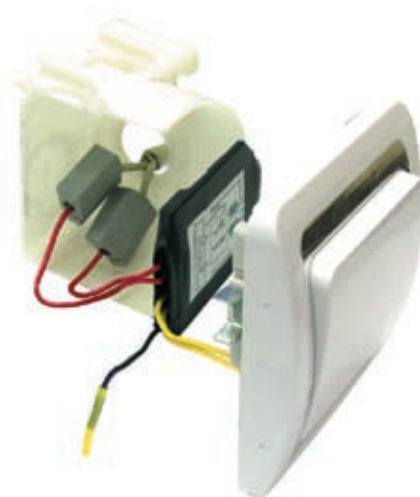


Рис. 2. Установка исполнительного устройства

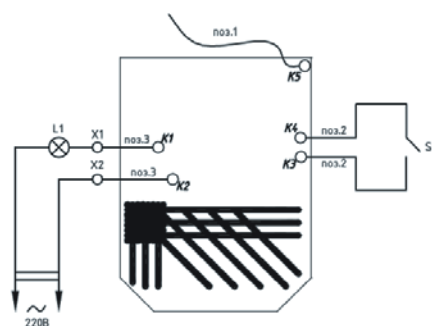


Рис. 3. Схема подключения модуля диммера

устройств легко меняется в процессе эксплуатации.

Таким образом, для использования «Алладина» в качестве средства дистанционного управления домашним освещением не имеет значения планировка квартиры, доступность выключателей или их количество. Брелок можно закрепить в удобном месте рядом с креслом или диваном и использовать в качестве резервного выключателя. А можно назначить для управления освещением несколько брелков и раздать их каждому члену семьи. Например, можно использовать радио-брелок «Алладина» непосредственно в качестве брелка для ключей, и включать свет в



Рис. 4. Радио-брелок «Алладин» можно носить с собой или закрепить на любой поверхности

## Технические характеристики устройства

Напряжение питания исполнительного модуля (диммера), В	переменное, 220
Напряжение питания пульта дистанционного управления, В	постоянное, 12
Допустимая мощность нагрузки исполнительного модуля, Вт	от 30 до 300
Время включения/выключения ламп накаливания, сек	не более 10
Частота управляющего сигнала, МГц	433
Уровень радиочастотного излучения, дБм	не более 10
Длительность работы от батареи пульта управления	не менее 12 месяцев в режиме ожидания
Дальность действия пульта управления, м	не менее 20
Температура эксплуатации, °С	от 5 до 50

прихожей или любом другом помещении прямо от двери.

Устройство будет полезно не только в квартирах, но и в загородных многоэтажных домах. Например, в качестве резервного выключателя на лестнице, ведущей на второй этаж дома, если выключатель света есть только с одной ее стороны. Радио-брелок можно закрепить на стене рядом с тем входом на лестницу, где нет обычного выключателя, и таким образом обеспечить управление светом с любого этажа.

«Алладин» может использоваться и в нежилых помещениях: на складах, в производственных цехах и т.п. Такие помещения, как правило, отличаются большой площадью и высокими потолками, а подход к выключателям может быть загроможден, или все выключатели могут быть вынесены в отдельное помещение (электрощитовую). Поэтому носимый с собой или закрепленный в удобном месте радио-брелок поможет решить вопрос управления освещением в этих помещениях.

## Ограничения

Следует отметить и некоторые ограничения, которые присутствуют у данного изделия. «Алладин» способен управлять осветительными приборами, в которых установлены лампы накаливания или галогенные лампы, но не подходит для ламп дневного света. Кроме того, суммарная мощность ламп, управляемых одним исполнительным устройством, не должна превышать 300 ватт. Последнее ограничение, правда, довольно легко обойти за счет того, что одна кнопка радио-брелка может управлять любым количеством исполнительных устройств, так что нагрузку

можно распределить между ними и по-прежнему включать все требуемое освещение одной кнопкой.

## Резюме

Новое изделие компании «Мастер-КИТ» — ME1003, «Алладин» — это:

- дистанционное управление светом независимо от положения выключателя;
- возможность установить любую яркость свечения ламп накаливания или галогенных ламп;
- дальность действия 20 м., даже через стены;
- возможность сопоставить одному выключателю несколько брелков и наоборот: управлять несколькими выключателями с одного брелка;
- возможность закрепить радио-брелок в любом месте и использовать его как резервный выключатель;
- простая установка, выполняемая за 10 минут самостоятельно;
- никакого вмешательства в существующую проводку, освещение и даже внешний вид выключателей;
- продление ресурса ламп накаливания за счет плавного включения и выключения.



Рис. 5. Внешний вид устройства в упаковке

Богатый функционал и широкий спектр применений «Алладина» не отразился на его стоимости. Напротив: цена устройства почти вдвое ниже существующих на рынке аналогов. Так, розничная стоимость комплекта из брелка и исполнительного модуля (рис. 5) составляет около 800 рублей, а отдельно дополнительный брелок можно приобрести по цене около 400 рублей.

Дополнительная информация и опт. закупки по тел.: (495) 234-7766; e-mail: [infomk@masterkit.ru](mailto:infomk@masterkit.ru); почтовый адрес: Россия, 109044 Москва, МАСТЕР КИТ, А/Я 19. 