



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, типичное 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-

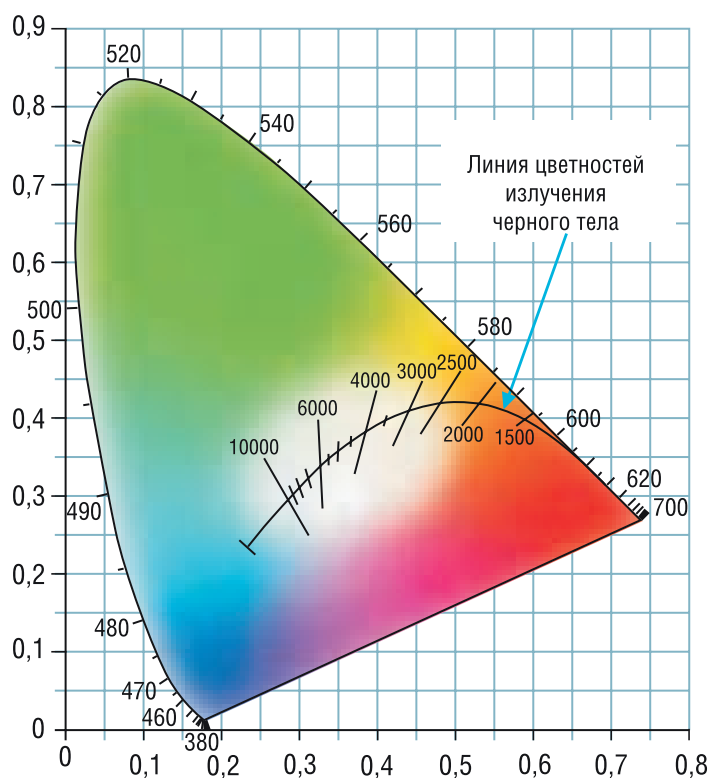


Рис. 1. Диаграмма цветового пространства МК0 1931 (CIE 1931)

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.

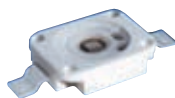
Таблица 5. Ультраяркие светодиоды в корпусе PLCC-4 фирмы Avago Technologies

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

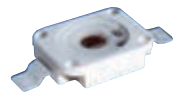
Наименование	Цвет	Длина волны или цветовые координаты, нм	Световой поток (тип.), лм	Ток, мА
--------------	------	---	---------------------------	---------

## 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

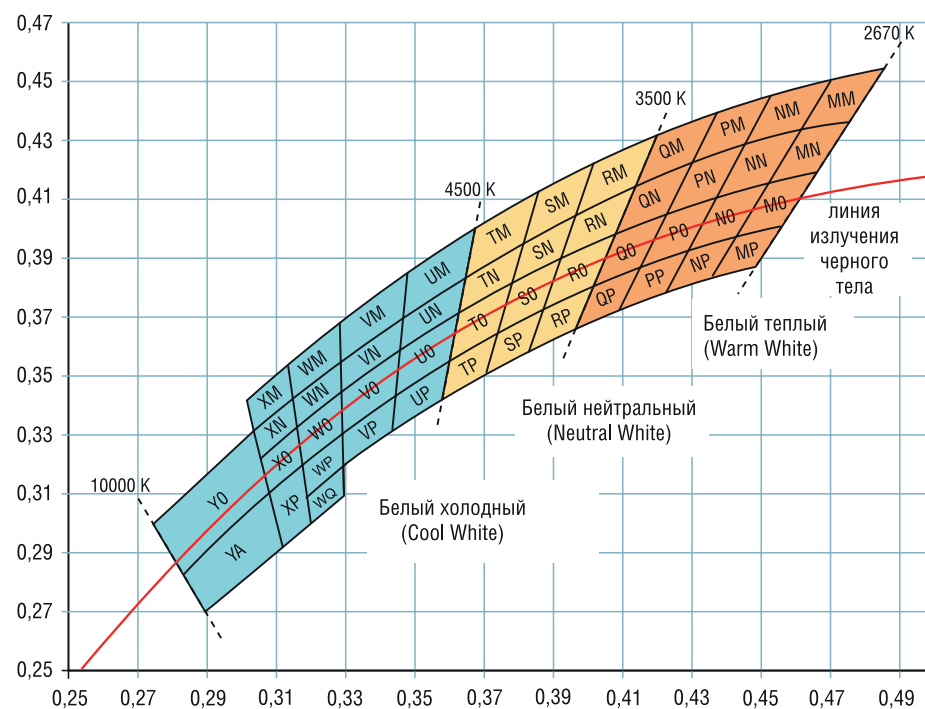


Рис. 2. Пример кодирования бинов компанией Lumileds для некоторых серий белых светодиодов

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 осмий (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-

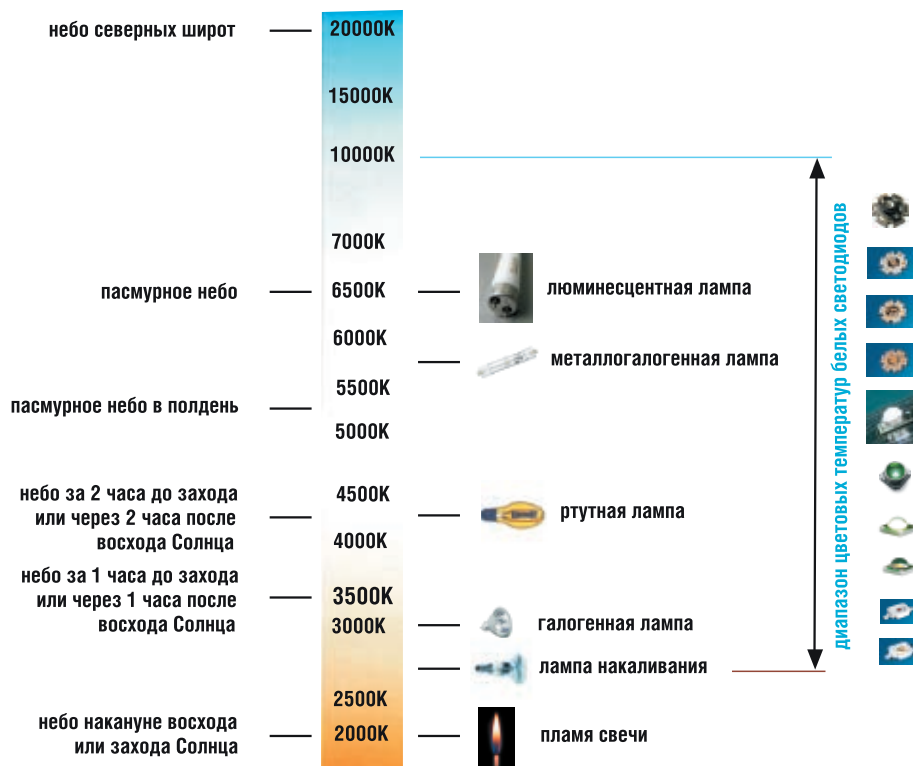


Рис. 3. Цветовые температуры некоторых источников света

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)