

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

# УЛЬТРАЯРКИЕ СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ CREE



Компания **Cree**, мировой лидер в области технологий и материалов на основе карбида кремния и нитрида галлия, выпускает широкий ассортимент **сверхъярких светодиодов** разных форм и размеров. Их сферы применения включают транспортную сигнальную светотехнику, информационные табло, системы машинного зрения, подсветку ЖК-дисплеев, малопотребляющие источники освещения, сценическую и архитектурную подсветку и др. В статье описаны основные параметры сверхъярких светодиодов Cree в круглых корпусах диаметром 5 мм и в овальных корпусах диаметром 4 и 5 мм.

По оценкам экспертов около 20% электроэнергии, вырабатываемой во всем мире, приходится на освещение.

Мощные светодиоды потребляют в 10 раз меньше ламп накаливания и в 2 раза меньше, чем люминесцентные лампы при одинаковых величинах светового потока. Срок службы лампы накаливания — около 1000 часов, люминесцентной лампы — около 5000 часов. Для сравнения, срок эксплуатации светодиодных светильников — от 50 до 200 тысяч часов. Из этого следует, что радикально решить вопрос экономии электроэнергии и затрат на обслуживание систем освещения может только применение светодиодных источников света. Таким образом, применение светодиодных светильников дает двойную экономию: электроэнергии и затрат по эксплуатации осветительных приборов (замена и ремонт).

Светодиоды очень компактны, не требуют высокого напряжения питания, не имеют бьющихся частей (светодиоды — это твердотельные приборы), что обеспечивает устойчивость к вибрации и ударам, не содержат вредных веществ. На основе светодиодов можно создавать источники света с произвольной диаграммой направленности. Кроме того, светодиоды могут работать при низких температурах окружающей среды, что проблематично для люминесцентных ламп.

Компания Cree выпускает ультраяркие (другое равноценное название — сверхъяркие) и мощные (осветительные) светодиоды. Между этими группами твердотельных источников света невозможно провести четкую грань, поэтому в данной статье рассматривается клас-

сификация серий светодиодов по версии производителя Cree, которая представлена на рисунке 1. К ультраярким светодиодам, предназначенным для индикации, производитель относит круглые (P2 Round) и овальные (ScreenMaster P2 Oval) светодиоды в корпусе для монтажа в отверстия, серию P4 (корпус «пиранья») и серии светодиодов для поверхностного монтажа в корпусах PLCC2, PLCC4 и PLCC6. К мощным светодиодам, предназначенным для осветительных приборов, компания Cree относит серии XLamp XR, XLamp XP, XLamp MC.

### Применение ультраярких светодиодов

Ультраяркие светодиоды предназначены, в первую очередь, для индикации (обычно с относительно большого расстояния) и, во вторую, — для подсветки

или в качестве маломощных источников света. Некоторые варианты применения сверхъярких светодиодов показаны на рисунке 2. Светофоры, световые указатели, светодиодные экраны и электронные табло — это одни из самых массовых приложений ультраярких светодиодов. Замена галогенных ламп, ручные и головные фонари с минимумом потребления энергии, медицинские инструменты с местной подсветкой, например, для стоматологии и других медицинских приложений. Наиболее востребованы светодиодные светильники для подсветки витрин ювелирных магазинов, так как тепловыделение светодиодных источников света существенно меньше по сравнению с галогенными лампами. Воздействие повышенной температуры на ювелирные изделия приводит к преждевременному изменению внешнего вида некоторых металлов (к сожалению, не в лучшую сторону). Это главная причина, по которой ювелиры проявляют большой интерес к перспективным светодиодным системам освещения.

Массовое использование ультраярких светодиодов происходит в автомобильной промышленности. Это задние фары, габаритные огни и стоп-сигналы, подсветка салона и приборной панели. Применение современных светодиодов



Рис. 1. Серии ультраярких и мощных светодиодов фирмы Cree



Рис. 2. Некоторые варианты применения ультраярких светодиодов Cree

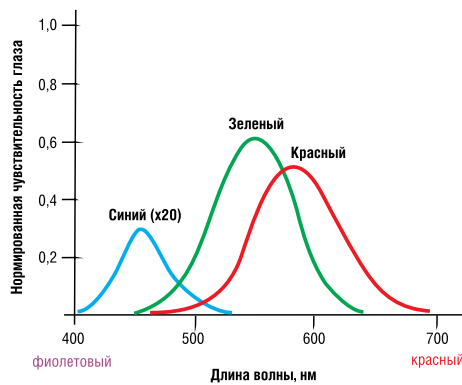


Рис. 3. Чувствительности цветовых рецепторов глаза в разных диапазонах видимого спектра

дает широкое поле деятельности дизайнерам для реализации самых разных вариантов декоративного освещения.

В промышленности востребована подсветка в коммерческих морозильных камерах из-за гораздо меньшего тепловыделения светодиодных светиль-

Ультраяркие светодиоды Cree серии P4 выпускаются в очень популярном корпусе «пирания». Сила света этих светодиодов достигает 13,2 кд при угле излучения 100...120° (гарантированное минимальное значение сила света 4...5 кд).

ников. Простота реализации локальной и направленной подсветки позволяет с успехом использовать ультраяркие светодиоды в системах машинного зрения. И, конечно, одно из наиболее востребованных приложений для сверхъяр-

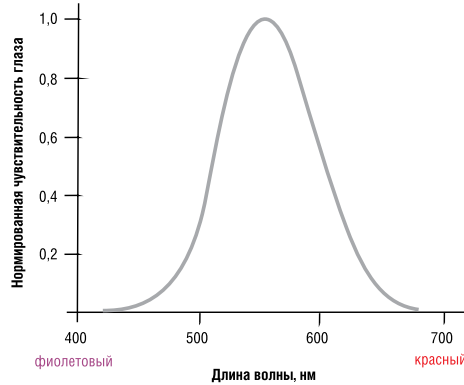


Рис. 4. Суммарная чувствительность цветовых рецепторов глаза в видимом диапазоне света

ких светодиодов — подсветка дисплеев. Несомненно, с каждым годом количество ЖК-телевизоров и мониторов со светодиодной подсветкой будет только увеличиваться. Конечно, все сферы применения ультраярких светодиодов перечислить невозможно, поэтому

переходим к принципам зрительного восприятия человека и световым характеристикам светодиодов, без которых невозможно правильное понимание параметров ультраярких и мощных светодиодов.

Зрительное восприятие и фоторецепторы глаза человека

Принцип работы глаз человека определяет развитие систем освещения и отображения информации. Фоторецепторы сетчатки глаза имеют два типа зрительных клеток: палочки и колбочки. Палочки гораздо чувствительнее к яркости, но не различают цвета. Колбочки различают цвет в видимом диапазоне от 380...400 нм (фиолетовый) до 770 нм (красный), но слабо реагируют на интенсивность светового потока. Сетчатка содержит три типа колбочек, каждый из которых чувствителен к своему цвету (синему, зеленому или красному). Это показано на рисунке 3. Как мы видим, графики в значительной степени пересекаются. Обратите внимание, что чувствительность глаза к синей части спектра минимальна (график показан с умножением на 20 от истинного значения). Суммарный отклик колбочек имеет четко выраженный максимум в области зеленого цвета с длиной волны около 555 нм, что показано на рисунке 4.

Палочек намного больше, чем колбочек, поэтому сетчатка глаза гораздо чувствительнее к интенсивности светового потока, чем к цвету. Очень важно и то, что восприятие яркости света глазом среднестатистического человека происходит по логарифмическому закону. Например, реальная сила света, требуемая для формирования 50-процентного серого изображения (точно по центру между абсолютно черным и полностью белым) составляет примерно 18% от силы света, нужной для формирования полностью белого изображения. Нелинейное восприятие яркости глазом человека должно обязательно учитываться при выводе информации на дисплей. Очевидно, что чувствительность глаз каждого конкретного человека индивидуальна, поэтому в светотехнике пользуются параметрами зрительного аппарата среднестатистического человека.

Фотометрические (светотехнические) характеристики светодиодов

Световые характеристики источников света основаны на двух основных фотометрических стандартах: сила света и световой поток. Единица измерения светового потока — люмен. 1 люмен эквивалентен световому потоку, излучаемому точечным источником с силой света 1 кандела внутри телесного угла 1 стерадиан. Наглядная иллюстрация этого определения приведена в верхней части рисунка 5.

Для понимания фотометрических характеристик необходимо вспомнить определение стерадиана. Стерадиан представляет собой телесный угол Ω (конус с центром сферы радиусом R), который вырезает на сфере поверхность площадью R<sup>2</sup> (как показано в верхней

части рисунка 5). Из определения стереadiana следует, что полный световой поток, излучаемый точечным источником с силой света 1 кандела равен  $4\pi$  люменов.

### Световой поток F

Силу света измеряют в канделах (в переводе с латинского – свеча). Кандела – это сила света обычной восковой свечи.

Возникает вполне правомерный вопрос: почему силу света измеряют в канделах, а не Вт/стерадиан (Вт/ср)? Часто так и делают, но при использовании мощных светодиодов для освещения возникает следующее неудобство. Если включить зеленый, красный и синий светодиоды с одинаковой силой света, измеренной в Вт/ср, то яркость зеленого светодиода будет существенно выше. Это явление объясняет рассмотренные нами выше графики на рисунках 3 и 4, иллюстрирующие разную чувствительность глаза человека к разным длинам волн видимого спектра. Яркость красного светодиода нам казалась бы меньше, чем у зеленого, а свечение синего светодиода вообще оказалось бы очень тусклым. Чтобы устранить эти причины, силу света измеряют в канделах, а световой поток в люменах (см. рис. 5). При расчете освещенности именно люмен является наиболее подходящей единицей измерения для расчетов и сравнения разных источников света.

### Сила света I

Сила света  $I$  – это пространственная плотность светового потока или отношение светового потока внутри телесного угла к величине этого телесного угла. Проще говоря, сила света показывает, какую часть светового потока излучает источник в рассматриваемом направлении. Сила света измеряется в канделах (кд).

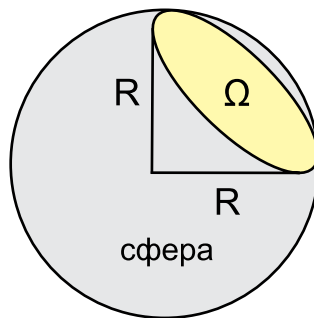
Для пересчета кандел в люмены применяют следующий метод:

1. Зная двойной угол половинной яркости светодиода  $\theta$ , взятый из документации производителя, вычисляем соответствующий телесный угол  $\Omega = 2\pi(1 - \cos(\theta/2))$ .

2. Определяем световой поток  $F = I \times \Omega$ , где  $I$  – сила света светодиода.

### Освещенность E

Освещенность характеризует уровень освещения поверхности, создаваемый световым потоком, падающим на поверхность. В системе СИ измеряется в люксах. Рассчитывается по формуле  $E = F/S$  (1 люкс = 1 люмен/м<sup>2</sup>). Освещенность пропорциональна силе света. С увеличением дистанции от поверхности освещенность уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния. При падении световых лучей наклонно к освещаемой поверхности освещен-



### Телесный угол $\Omega$

Единица измерения: стерадиан (sr)  
 $= S/R^2$

Стерадиан (sr) – телесный угол (конус) с центром в сфере радиуса  $R$ , который вырезает из сферы поверхность площадью  $R^2$

### Световой поток F

Единица измерения: люмен (lm)  
 $F = I \times \Omega$

Один люмен – это световой поток, испускаемый точечным источником с силой света одна кандела в телесный угол один стерадиан.

1 лм = 1 кд x ср  
 1 lm = 1 cd x 1 sr

### Сила света I

Единица измерения: кандела (cd)  
 $I = F/\Omega$

Сила света – это отношение светового потока, направленного от источника в пределах телесного угла, охватывающего это направление, к этому углу

1 кд = 1 люмен / 1 стерадиан  
 1 cd = 1 lm / 1 sr

### Освещенность E

Единица измерения: люкс (lx)  
 $E = F/S$

Освещенность – это отношение светового потока, падающего на поверхность, к площади поверхности

1 люкс = 1 люмен / м<sup>2</sup>  
 1 lx = 1 lm / м<sup>2</sup>

### Яркость L

Единица измерения: нит  
 $L = (I/S) \times \cos\alpha$

Яркость – это отношение силы света элемента поверхности к площади его проекции, перпендикулярной рассматриваемому направлению

1 нит = 1 кд / 1 м<sup>2</sup>

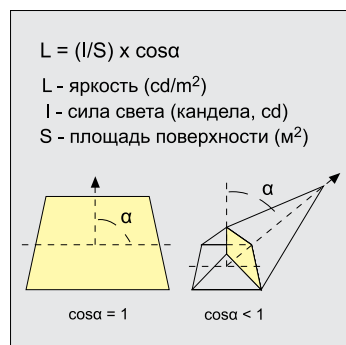
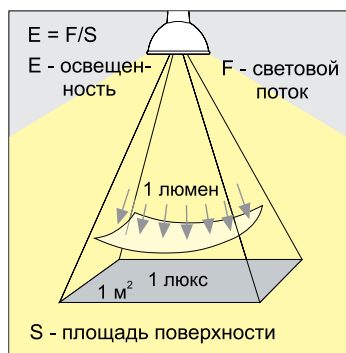
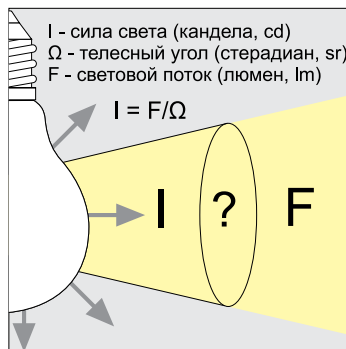
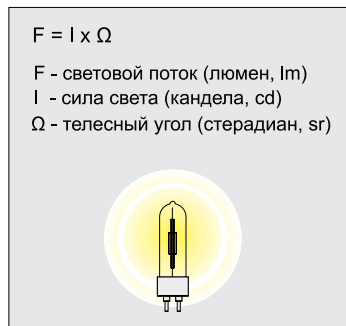


Рис. 5. Фотометрические характеристики источников света

Таблица 1. Параметры круглых ультраярких светодиодов фирмы CREE

Серия	Наименование		Цвет	Диаметр, мм	Угол излучения, град.	Сила света, мкд			Длина волны, нм		
	без ограничителей на выводах	с ограничителями на выводах				Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.
503	C503B-AAN	C503B-AAS	Янтарный (Amber)	5	15	5860	13000	23500	584	591	596
	C503B-ABN	C503B-ABS			23	3000	5000	12000			
	C503B-CAN	C503B-CAS			30	3000	5000	8200			
	C503B-BAN	C503B-BAS	Синий (Blue)		15	5860	11000	23500	465	470	480
	C503B-BCN	C503B-BCS			30	2130	4100	8200			
	C503B-GAN	C503B-GAS	Зеленый (Green)		15	16800	34000	64600	520	527	535
	C503B-GCN	C503B-GCS			30	5860	12500	23500			
	C503B-RAN	C503B-RAS	Красный (Red)		15	5860	12000	23500	618	624	630
	C503B-RBN	C503B-RBS			23	3000	5000	12000			
	C503B-RCN	C503B-RCS			30	3000	5100	12000			
	C503B-WAN	—	Белый (White)		15	14400	18000	32900	—	—	—
C503C-WAN	C503C-WAS	16800		24000	32900						
513	C513A-WSN	C513A-WSS	Белый (White)	55	2130	4000	8200	—	—	—	
535	C535A-WJN	—	Белый (White)	110	770	1400	3000	—	—	—	

\* – последняя буква S (Stopper) обозначает наличие ограничителей на выводах светодиода

\*\* – последняя буква N (No Stopper) обозначает отсутствие ограничителей на выводах светодиода

Таблица 2. Параметры овальных ультраярких светодиодов фирмы CREE

Серия	Наименование	Цвет	Размер, мм	Угол излучения, град.	Сила света, мкд			Длина волны, нм		
					Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.
4SM	C4SME-RJS*	Красный (Red)	4	100x45	770	1100	2130	619	621	624
	C4SMF-RJS	Синий (Blue)			550	1000	2130	460	470	475
	C4SMF-GJS	Зеленый (Green)			2130	4000	8200	520	527	535
	C4SMF-RJS	Красный (Red)			1100	1900	4180	619	621	624
	C4SMG-BJS	Синий (Blue)			390	900	1520	460	470	475
	C4SMG-GJS	Зеленый (Green)			1100	2200	1480	520	527	535
	C4SMG-RJS	Красный (Red)			550	1100	2130	619	621	624
5SM	C5SMA-RJS	Красный (Red)	5	110x50	280	450	770	620	624	628
	C5SMB-AJS	Янтарный (Amber)			390	600	1100	584	591	596
	C5SMB-BJS	Синий (Blue)			200	350	770	465	470	475
	C5SMB-GJS	Зеленый (Green)			1100	1750	3000	520	527	535
	C5SMB-RJS	Красный (Red)			390	750	1100	620	628	635
	C5SME-RJS	Красный (Red)		100x35	770	1100	2130	619	621	624
	C5SMF-AJS	Янтарный (Amber)			770	2100	3000	584	591	596
	C5SMF-BJS	Синий (Blue)			550	1100	2130	460	470	475
	C5SMF-GJS	Зеленый (Green)			2130	4400	8200	520	527	535
	C5SMF-RJS	Красный (Red)			1100	2200	4180	619	621	624
566	C566C-AFN**	Янтарный (Amber)	5	65x35	1520	2500	4180	584	591	596
	C566C-AFS									
	C566C-BFN	Синий (Blue)			770	1500	4180	460	470	475
	C566C-BFS									
	C566C-GFN				Зеленый (Green)	2130	5200	12000	520	527
	C566C-GFS									
	C566C-RFN	Красный (Red)			1100	2200	4180	619	621	624
C566C-RFS										

\* – последняя буква S (Stopper) обозначает наличие ограничителей на выводах светодиода

\*\* – последняя буква N (No Stopper) обозначает отсутствие ограничителей на выводах светодиода

Таблица 3. Параметры ультраярких светодиодов серии P4 фирмы CREE

Серия	Наименование	Цвет	Размер, мм	Угол излучения, град.	Сила света, мкд			Длина волны, нм		
					Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.
P41	CP41B-ADS	Янтарный (Amber)	7,6x7,6	40	4400	6500	11000	584	591	599
	CP41B-AFS			70	5500	7500	13200			
	CP41B-AHS			100	5500	8000	13200			
	CP41B-BFS	Синий (Blue)		70	1650	2500	3300	462	470	475
	CP41B-GFS	Зеленый (Green)		70	4400	6500	8730	515	527	535
	CP41B-RDS	Красный (Red)		40	4400	7000	11000	620	628	637
	CP41B-RFS			70	4400	7500	11000			
	CP41B-RHS			100	4400	8000	13200			
	CP41B-WES	Белый (White)		60	3850	7000	11000	—	—	—
CP41B-WGS	90		3850	7000	11000	—	—	—		
P42	CP42B-AKS	Янтарный (Amber)	120	5500	7000	13200	584	591	599	
	CP42B-BKS	Синий (Blue)	120	1100	1500	3300	462	470	475	
	CP42B-GKS	Зеленый (Green)	120	4400	6500	11000	515	527	535	
	CP42B-RKS	Красный (Red)	120	4400	6000	11000	618	624	630	
P43	CP43B-AGS	Янтарный (Amber)	90	2130	5000	8200	584	591	599	
	CP43B-RGS	Красный (Red)	90	2130	4500	8200	618	624	630	

Таблица 4. Параметры ультраярких светодиодов для поверхностного монтажа (SMD) фирмы CREE

Серия	Наименование	Цвет	Размер, мм	Угол излучения, град.	Сила света, мкд (*Световой поток, лм)			Длина волны, нм		
					Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.
LM1	CLM1B-AKW	Янтарный (Amber)	3,2x2,7	120	355	600	900	584	591	596
	CLM1B-BKW	Синий (Blue)			280	450	710	460	470	480
	CLM1B-GKW	Зеленый (Green)			710	1300	2240	520	527	540
	CLM1B-RKW	Красный (Red)			450	650	1120	618	624	630
	CLM1C-WKW	Белый (White)			710	1200	1800	—	—	—
LM2	CLM2B-AEW	Янтарный (Amber)	60	60	3550	5000	9000	584	591	599
	CLM2B-REW	Красный (Red)			2240	3700	5600	618	624	630
LM3	CLM3A-WKW	Белый (White)	2,7x2,0	120	1120	1600	2240	—	—	—
	CLM3C-AKW	Янтарный (Amber)			355	700	900	584	591	596
	CLM3C-MKW	Белый теплый			1120	1560	2800	—	—	—
	CLM3C-RKW	Красный (Red)			560	740	1400	618	624	630
LM4	CLM3C-WKW	Белый (White)	3,2x2,7	120	1400	1850	3550	—	—	—
	CLM4B-AKW	Янтарный (Amber)			1120	1500	2800	584	591	599
	CLM4B-BKW	Синий (Blue)			355	550	900	460	470	480
	CLM4B-GKW	Зеленый (Green)			1400	1800	3550	515	527	535
LP6	CLM4B-PKW	Оранжевый (Orange)	6x5	120	1120	2000	2800	610	615	622
	CLM4B-RKW	Красный (Red)			1120	1600	2800	618	624	630
	CLP6B-MKW	Белый теплый			7100	9500	14000	—	—	—
	CLP6B-WKW	Белый (White)			7100	11000	18000	—	—	—
	CLP6C-FKB	Синий (Blue)			280	400	560	460...480	—	—
		Зеленый (Green)			1120	1600	2240	520...540	—	—
		Красный (Red)			560	700	1120	619...624	—	—
	CLP6C-AKW	Янтарный (Amber)			2800	4200	7100	584	591	596
CLP6C-RKW	Красный (Red)	3550	4800	7100	618	624	630			
LA1	CLA1A-MKW	Белый теплый	3,2x2,8	120	1400	2000	3550	—	—	—
	CLA1A-WKW	Белый (White)			1800	2600	4500	—	—	—
LV1	CLA2A-WKW	Белый (White)	5,5x5,5	115	2240	3400	5600	—	—	—
	CLV1A-FKB	Синий (Blue)			180	320	450	460...480	—	—
		Зеленый (Green)			560	850	1400	520...540	—	—
LV6	CLV6A-FKB	Красный (Red)	355	550	900	619...624	—	—		
		Синий (Blue)	280	400	560	460...480	—	—		
		Зеленый (Green)	1120	1600	2240	520...540	—	—		
LN6	CLN6A-MKW	Красный (Red)	5x5x1,3	115	560	400	1120	619...624	—	—
		Белый теплый			51*	65*	85,6*	—	—	—
	CLN6A-WKW	Белый (White)			60,5*	80*	101,8*	—	—	—

\* — для светодиодов серии LN6 приведены значения светового потока в люменах (лм)

ность падает пропорционально косинусу угла падения лучей.

### Яркость $L$

В фотометрии термин «яркость» рассматривают применительно к поверхности. Хотя мы все часто употребляем термин «яркость светодиода», это некорректно. Более правильные термины — сила света и световой поток. В данном случае (см. рис. 5) речь идет о яркости поверхности, то есть отраженном от нее свете. Яркость  $L$  — это отношение силы света  $I$  элемента поверхности к площади его проекции, перпендикулярной рассматриваемому направлению или  $L = (I/S) \times \cos\alpha$ . Из всех фотометрических величин яркость наиболее близко связана со зрительными ощущениями, так как освещенности изображений предметов на сетчатке глаза пропорциональны именно яркости этих предметов.

### Световая отдача

Световая отдача характеризует эффективность источника излучения, определяющая, какой вырабатывается световой поток на 1 Вт подведенной мощности. Единица измерения — лм/Вт. Теоретически максимально возможная световая отдача равна 683 лм/Вт у источника света с длиной волны 555 нм при преобразовании электрической энергии в свет без потерь. Из последнего предложения следует, что 1 лю-

мен — это световой поток зеленого излучателя света без потерь с длиной волны 555 нм мощностью 1/683 Вт. Обычная лампа накаливания 60 Вт обеспечивает световой поток 500 лм (светоотдача — 8,33 лм/Вт). Лампа накаливания мощностью 100 Вт излучает световой поток около 1300 лм (13 лм/Вт). Люминесцентная лампа мощностью 26 Вт создает световой поток около 1600 лм (61,5 лм/Вт). Уличная натриевая газоразрядная лампа излучает 10000...20000 лм. Натриевые лампы низкого давления обеспечивают один из максимальных показателей эффективности — световая отдача около 200 лм/Вт. Фирма Cree выпускает светодиоды с оптической эффективностью более 100 лм/Вт. По оценкам экспертов со временем этот показатель будет только увеличиваться, а цена ультраярких и осветительных светодиодов будет только уменьшаться.

### Основные параметры ультраярких светодиодов Cree

В таблице 1 приведены параметры ультраярких светодиодов Cree в крупных корпусах диаметром 5 мм.

Светодиоды для монтажа в отверстия выпускаются с ограничителями на выводах и без них. Производитель указывает четкие допустимые границы минимальных и максимальных значений силы света и длин волн видимого диапазона излучения. Это характеризует

очень высокую культуру производства светодиодов и отлаженность технологического процесса.

Для некоторых приложений, например, для светодиодных экранов часто целесообразнее использовать овальные светодиоды с несимметричной диаграммой направленности. Разные мощности излучения по двум осям позволяют оптимально распределять энергию излучения светодиодов. Параметры ультраярких овальных светодиодов Cree с размерами корпуса 4 и 5 мм приведены в таблице 2.

Более мощные ультраяркие светодиоды Cree серии P4 выпускаются в популярном корпусе «пиранья». Сила света этих светодиодов достигает 13,2 кд при угле излучения 100...120° (гарантированное минимальное значение сила света 4...5 кд). Параметры светодиодов серии P4 сведены в таблицу 3.

Большой популярностью пользуются ультраяркие светодиоды Cree для поверхностного монтажа (SMD). Параметры серий этих светодиодов представлены в таблице 4. Максимальной мощностью излучения отличаются серии LP6 и LN6. Максимальная сила света белых светодиодов серии LP6 достигает 14...18 кд при угле излучения 120°. Для белых светодиодов серии LN6 производитель приводит значения светового потока в люменах. Максимальные значения этого параметра достигают 85...100 лм (типовые значения от 65 до 80 лм).

Удобный и автоматизированный монтаж SMD-светодиодов, их малые размеры, низкий нагрев и высокая светоотдача позволяют дизайнерам выбрать оптимальные и интересные решения для создания систем освещения.

При заказе белых светодиодов необходимо обратить внимание на бины и цветовую температуру. Бин кодирует цветовую температуру и силу света излучения белых светодиодов в довольно узком спектральном диапазоне, поэтому при заказе необходимо внимательно изучать документацию (datasheet), где указаны возможные варианты бинов.

По прогнозам экспертов внедрение в нашу жизнь ультраярких светодиодов (и, конечно, мощных осветительных) со временем будет идти все более быстрыми темпами. При массовом производстве их цена будет постоянно снижаться. Придет время, и наши глаза будут все больше радоваться светодиодному освещению, управляя оттенками которого можно даже поднимать настроение. Остается только пожелать читателю успехов в применении ультраярких светодиодов компании Cree.

## СВЕРХЪЯРКИЕ СВЕТОДИОДЫ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА (SMD)

www.cree.com

### Характеристики

**◆ Размер (mm):**

- ◆ PLCC2: 3,2\*2,7(LM1); 2,7\*2,0 (LM3)
- ◆ PLCC4: 3,2\*2,7 (LM2, LM4); 3,2\*2,8 (LA1, LA2, LV1)
- ◆ PLCC6: 5,0\*1,3 (LN6); 6\*5 (LP6)

**◆ Цвет и доминирующая длина волны (нм):**

- ◆ Янтарный: (591)
- ◆ Синий: (470)
- ◆ Зеленый: (527)
- ◆ Красный: (624)
- ◆ Оранжевый: (615)
- ◆ Белый

**◆ Угол излучения**

- ◆ LM1: 120°
- ◆ LM2: 60°
- ◆ LM3: 120°
- ◆ LM4: 120°
- ◆ LM6: 115°
- ◆ LP6: 120°
- ◆ LA1: 120°
- ◆ LA2: 120°
- ◆ LV1: 120°

**◆ Бессвинцовые**

**◆ Удовлетворяют требованиям RoHS**

\* Световой поток (лм)

### Применение

- ◆ Торговые автоматы
- ◆ Платежные терминалы
- ◆ Информационное табло

Москва  
Тел.: (495) 995-0901  
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург  
Тел.: (812) 327-9404  
Факс: (812) 327-9403

www.compel.ru

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