

Новинки светодиодной продукции Lumileds – сверхъяркие и мощные светодиоды

Андрей Туркин (Москва)

В статье приводится обзор новинок светодиодов компании Lumileds. Компания Lumileds, являющаяся одним из лидеров рынка мощных, а с недавнего времени и сверхъярких светодиодов, продолжает успешно осваивать новые технологии, создавая новые сегменты рынка.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время светотехнические устройства на основе светодиодов уже перестали вызывать удивление. Они применяются практически во всех областях светотехники. Появление в середине 1990-х гг. гетероструктур нитрида галлия [1–6] позволило светодиодам на их основе заполнить коротковолновую область видимого диапазона оптического спектра, чего не хватало для его полного перекрытия полупроводниковыми источниками излучения [1–6]. Сразу после этого началось применение светодиодов в качестве источников света для оптической индикации и отображения информации: появились светодиодные указатели, бегущие строки на основе светодиодов, полноцветные светодиодные экраны и светофоры [7].

Появление в конце 1990-х гг. светодиодов белого свечения [8–10] и разработка специалистами компании Lumileds в самом начале 2000-х гг. нового класса мощных светодиодов открыло дорогу светодиодам в освещение [1, 5, 10]. В результате недавние мечты достаточно быстро воплотились в реальность и светодиоды вошли в повседневную жизнь. Более того, прошло совсем немного времени, и светодиодное освещение стало привычным.

Последние несколько лет рынок светотехнических изделий успеш-

но развивается благодаря постоянному появлению новых светодиодов. Это связано как с появлением новых поколений существующих серий светодиодов и светодиодных модулей, так и с освоением компаниями-производителями новых типов продукции. Компания Lumileds, которая относительно недавно выпустила на рынок новый для себя тип светодиодной продукции – сверхъяркие светодиоды [11, 12], продолжает совершенствовать существующую линейку изделий. Далее представлен обзор новинок компании Lumileds в обоих сегментах – сверхъярких и мощных светодиодов, разработанных в последнее время её специалистами.

ЦВЕТНЫЕ СВЕДИОДЫ LUXEON 3535L COLOR

Прежде всего, нужно сказать о появлении серии цветных светодиодов Luxeon 3535L Color (см. рис. 1), которая добавилась к существующей серии белых светодиодов Luxeon 3535. Как и в случае серии Luxeon 3535L [11, 12], эти светодиоды выпускаются в стандартном корпусе размером 3,5 × 3,5 мм, который полностью соответствует по топологии аналогам других производителей. Указанные светодиоды перекрывают практически весь видимый диапазон оптического спектра – от 440 до 630 нм.

Стоит отметить, что в данной серии есть также цветные светодиоды на основе люминофора в жёлтой (PC Amber) и жёлто-зелёной (Lime) области, что обеспечивает более равномерное перекрытие длин волн данными светодиодами в видимом спектре. Номинальный ток для них составляет 100 мА, типичное значение напряжения при данном токе у синих, голубых и зелёных светодиодов составляет порядка 3,0–3,2 В, у жёлто-зелёных и жёлтых на основе люминофора – порядка 3,05 В, у оранжевых и красных – порядка 2,10 В. Угол кривой светораспределения равен 115°, тепловое сопротивление составляет от 20 до 40°C/Вт в зависимости от цвета светодиода.

Минимальная оптическая мощность синих (440–455 нм) светодиодов Luxeon 3535L в номинальном режиме (ток 100 мА) составляет 130 мВт. Минимальный световой поток голубых (469–480 нм) светодиодов Luxeon 3535L в номинальном режиме составляет 8,2 лм. В аналогичном режиме минимальный световой поток зелёных (520–540 нм) светодиодов Luxeon 3535L равен 21 лм. Минимальный световой поток оранжевых (610–620 нм) и красных (620–630 нм) светодиодов данной серии в номинальном режиме составляет 13 и 10 лм соответственно. Минимальный световой поток светодиодов с люминофором – жёлтых и жёлто-зелёных – в номинальном режиме составляет, соответственно, 24 и 44 лм.

Основные характеристики цветных светодиодов Luxeon 3535L Color представлены в таблице 1. Необходимо пояснить, что жёлтые и жёлто-зелёные



Рис. 1. Цветные светодиоды серии Luxeon 3535L Color компании Lumileds

Таблица 1. Основные характеристики цветных светодиодов Luxeon 3535L Color

Цвет	Угол, °	Длина волны, нм		Напряжение, В @ 100 мА			Световой поток, лм @ 100 мА	
		мин.	макс.	мин.	тип.	макс.	мин.	тип.
Красный	115	620	630	1,75	2,10	2,50	10,0	13,5
Оранжевый		610	620	1,75	2,10	2,50	13,0	15,5
Жёлтый с люминофором (PC Amber)		588		2,80	3,05	3,50	24,0	35,0
Жёлто-зелёный (Lime)		566		2,80	3,05	3,50	44,0	56,0
Зелёный		520	540	2,50	3,20	3,50	21,0	23,0
Голубой		469	480	2,50	3,00	3,50	8,2	11,0
Синий		440	465	2,50	3,05	3,50	130 мВт	155 мВт

светодиоды, изготовленные, как уже было сказано, на основе люминофора, специфицируются по координатам цветности, и в таблице даны приближительные значения их длины волн.

Цветные светодиоды серии Luxeon 3535L Color предназначены в основном для использования в светосигнальной аппаратуре и автомобильной светотехнике. Кроме того, их можно использовать в светильниках для архитектурного и художественного освещения, ландшафтного освещения, а также в светодиодных лампах. Представленный широкий диапазон длин волн у светодиодов данной серии позволяет разрабатывать на их основе перестраиваемые светильники, то есть осветительные приборы с перестраиваемым спектром, что достигается изменением интенсивности свечения светодиодов разного цвета, используемых в составе устройства. Такие светильники могут применяться в различных областях, кроме упомянутого архитектурного, художественного и ландшафтного освещения, стоит также выделить освещение растений [13–16]. Как уже отмечалось [13–16], оптимальное соот-

ношение энергий излучения по спектру для освещения растений составляет примерно 30% в синей области (380–490 нм), 20% в зелёной области (490–590 нм) и 50% в красной области (600–700 нм) [13–16]. Составляя комбинации из светодиодов разных цветов, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне.

Поскольку цветные светодиоды серии Luxeon 3535L Color имеют одинаковые корпуса со светодиодами Luxeon 3535 других серий, то разработчики могут создавать новые светильники с использованием цветных светодиодов без существенного изменения печатных плат и оптики, что позволит сэкономить время и затраты на разработку нового изделия.

Новинки в линейке белых светодиодов LUXEON 3535L

Специалисты компании Lumileds расширили и линейку белых светодиодов Luxeon 3535L (см. рис. 2). В ней появилась бюджетная серия Luxeon 3535LS, световой поток которой несколько ниже, чем у светодиодов серии

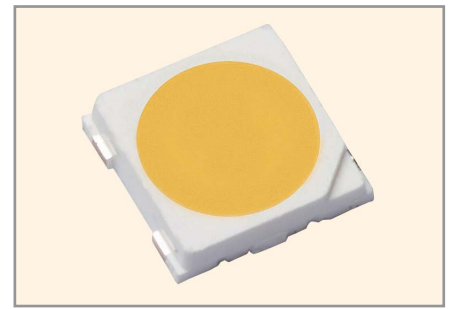


Рис. 2. Белый светодиод серии Luxeon 3535L компании Lumileds

Luxeon 3535L. Разработаны также две серии с более высоким световым потоком – Luxeon 3535L HE и Luxeon 3535L HE Plus. Все новые серии светодиодов выпускаются в стандартном корпусе размером 3,5 × 3,5 мм, который полностью соответствует по топологии аналогам других производителей. Указанные светодиоды перекрывают диапазон цветовой температуры от 2200 до 6500 К и тем самым представляют все оттенки белого света: тёплый, естественный и холодный. Номинальный ток для них равен 100 мА, типичное значение напряжения при данном токе – порядка 3,0 В, угол кривой свето-





МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ LUXEON






- 
Однородность цветных характеристик
- 
Высокий индекс цветопередачи
- 
Стабильность цветовой температуры
- 
Постоянство углового распределения спектра
- 
Постоянство характеристик во времени



POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Таблица 2. Основные характеристики белых светодиодов Luxeon 3535LS

Цветовая температура, К	Угол, °	Макс. ток, мА	Напряжение, В @ 100 мА			Мин. CRI	Световой поток, лм @ 100 мА		Световая отдача, лм/Вт
			мин.	тип.	макс.		мин.	тип.	
4000	115	150	2,8	3,0	3,4	70	38	44	147
5000							38	44	147
5700							38	44	147
6500							38	46	154
2200						80	26	30	100
2500							26	32	107
2700							30	38	127
3000							30	39	130
3500							30	41	137
4000							34	43	144
5000							34	43	144
5700							30	42	140
6500						30	42	140	
2700						90	26	32	107
3000							26	32	107

Таблица 3. Основные характеристики белых светодиодов Luxeon 3535L

Цветовая температура, К	Угол, °	Макс. ток, мА	Напряжение, В @ 100 мА			Мин. CRI	Световой поток, лм @ 100 мА		Световая отдача, лм/Вт
			мин.	тип.	макс.		мин.	тип.	
4000	115	150	2,8	3,0	3,4	70	40	49	161
5000							40	49	161
5700							40	49	161
6500							40	47	155
2200						80	28	33	109
2500							28	34	112
2700							36	44	145
3000							34	44	145
3500							34	44	145
4000							36	46	151
5000							36	47	155
5700							36	45	148
6500						36	45	148	
2700						85	32	36	119
4000							34	40	132
2700						90	31	36	119
3000	31	36	119						

Таблица 4. Основные характеристики белых светодиодов Luxeon 3535L HE

Цветовая температура, К	Угол, °	Макс. ток, мА	Напряжение, В @ 100 мА			Мин. CRI	Световой поток, лм @ 100 мА		Световая отдача, лм/Вт
			мин.	тип.	макс.		мин.	тип.	
4000	115	150	2,8	3,0	3,4	70	42	51	176
5000							42	51	176
5700							42	51	176
6500							42	51	176
2200						80	30	35	121
2500							30	36	125
2700							38	46	164
3000							38	46	164
3500							40	46	164
4000							42	48	183
5000							42	48	183
5700							42	48	183
6500						42	48	183	
2700						90	32	37	128
3000							32	37	128
3500							32	40	138
4000	32	41	142						
5000	32	41	142						
5700	32	40	138						
6500	32	40	138						

распределения составляет 115°, тепловое сопротивление – порядка 20°C/Вт.

Основные характеристики светодиодов серии Luxeon 3535LS, Luxeon 3535L, Luxeon 3535L HE и Luxeon 3535L HE Plus указаны в таблицах 2, 3, 4 и 5 соответственно.

Светодиоды серии Luxeon 3535L предназначены для использования в светильниках и светодиодных устройствах, применяемых для внутреннего освещения. В частности, во встраиваемых светильниках, светодиодных лампах, светильниках типа Down Light и т.д. Также возможно их применение и в светотехнических приборах и системах для наружного освещения.

Светодиоды Luxeon 2835

Светодиоды Luxeon 2835 (см. рис. 3) являются новой серией сверхъярких светодиодов Lumileds, которая предназначена для широкого круга применений.

Светодиоды Luxeon 2835 имеют достаточно компактные размеры корпуса, составляющие 2,8 × 3,5 мм, и соответствуют по топологии аналогам других производителей. Они выпускаются в диапазоне цветовых температур от 2700 до 6500 К, перекрывая, таким образом, практически всю область белого цвета, и имеют достаточно высокие характеристики. Для примера, световая отдача моделей с цветовой температурой 4000 К и индексом цветопередачи CRI = 80 достигает значений до 153 лм/Вт, а световой поток – до 113 лм (при токе 120 мА и температуре р-перехода T_j = 25°C).

Серия Luxeon 2835 включает два семейства светодиодов – Luxeon 2835C и Luxeon 2835E, номинальные значения тока которых составляют соответственно 60 и 120 мА. Номинальные значения напряжений при указанном токе у светодиодов семейства Luxeon 2835C равны 9 и 6 В, у светодиодов семейства Luxeon 2835E – 6 и 3 В. Тепловое сопротивление светодиодов семейства Luxeon 2835C в зависимости от указанного напряжения составляет 15 и 20°C/Вт, у светодиодов семейства Luxeon 2835E – 11 и 21°C/Вт. Угол кривой светораспределения светодиодов серии Luxeon 2835 составляет 120°.

Основные характеристики светодиодов Luxeon 2835 приведены в таблице 6.

Светодиоды серии Luxeon 2835 предназначены в основном для разработки эффективных ламп-ретрофитов, то есть светодиодных аналогов традици-

онных ламп (накаливания и люминесцентных) с высоким световым потоком и световой отдачей. Использовать такие лампы предполагается в готовых светильниках, заменяя ими традиционные лампы, что может привести к повышению эффективности освещения.

ЦВЕТНЫЕ СВЕТОДИОДЫ LUXEON Z COLOR

Светодиоды серии Luxeon Z Color (см. рис. 4) расширили существующую серию светодиодов Luxeon Z, в которой ранее были представлены только модели белого цвета свечения. Светодиоды выполнены в типичном для светодиодов Luxeon Z корпусе, размеры которого составляют 1,7 × 1,3 мм.

В линейке светодиодов Luxeon Z Color представлены все цвета видимого спектра. Длины волн моделей данной линейки перекрывают диапазон от 440 до 670 нм, включая тёмно-красный (Deep Red), сине-зелёный (Суан) жёлто-зелёный (Lime) и жёлтый с люминофором (PC Amber). Номинальный ток указанных светодиодов составляет 500 мА. Максимальное значение тока для синих, голубых, сине-зелёных и зелёных светодиодов составляет 1000 мА, для тёмно-красных, красных, оранжевых, жёлтых и жёлто-зелёных – 700 мА. Для светодиодов данной серии характерно низкое значение теплового сопротивления, которое составляет для синих, голубых, сине-зелёных, зелёных и жёлтых с люминофором 5°С/Вт, для тёмно-красных, красных, оранжевых, жёлтых и жёлто-зелёных – 8°С/Вт.

Значение угла кривой светораспределения для синих, голубых, сине-зелёных, зелёных, жёлто-зелёных и жёлтых с люминофором равняется 125°, для тёмно-красных, красных, оранжевых и жёлтых светодиодов – 145°.

В таблице 7 представлены основные характеристики светодиодов Luxeon Z Color.

Светодиоды серии Luxeon Z Color предназначены для использования в светильниках для архитектурного и художественного освещения и для ландшафтного освещения. Представленный широкий диапазон длин волн у светодиодов данной серии, как и у светодиодов серии Luxeon 3535L Color, позволяет разрабатывать на их основе светильники с перестраиваемым спектром излучения, которые могут применяться, кроме архитектурного, художественного и ландшафтного освещения, также для освещения растений.



Рис. 3. Сверхъяркий светодиод серии Luxeon 2835 компании Lumileds

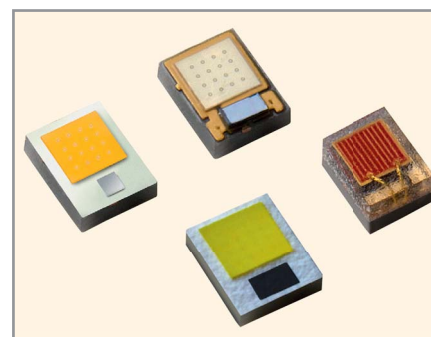


Рис. 4. Мощные цветные светодиоды серии Luxeon Z Color компании Lumileds

Таблица 5. Основные характеристики белых светодиодов Luxeon 3535L HE Plus

Цветовая температура, К	Угол, °	Макс. ток, мА	Напряжение, В @ 100 мА			Мин. CRI	Световой поток, лм @ 100 мА		Световая отдача, лм/Вт
			мин.	тип.	макс.		мин.	тип.	
2700	115	150	2,7	3,0	3,4	80	44	47	165
3000							44	47	165
3500							44	47	165
4000							48	52	186
5000							48	52	186
5700							48	52	186
6500							48	52	186
							48	52	186

Таблица 6. Основные характеристики мощных светодиодов Luxeon 2835

Светодиод	Цветовая температура, К	Угол, °	Мин. CRI	Напряжение, В (ток, мА)	Световой поток, лм		Световая отдача, лм/Вт	
					мин	тип		
Luxeon 2835E	3000	120	70	9 (60)	71	80	143	
	6500				75	83	149	
	2700				65	72	129	
	2700		70		6 (60)	46	52	140
	3000					48	54	145
	3500					49	55	148
	4000			50		56	151	
	5000			50		56	151	
	5700			50		56	151	
	6500		80	3 (120)	50	56	151	
	2700				43	48	129	
	3000				44	49	132	
	3500				46	50	134	
	4000				47	52	140	
	5000				47	52	140	
	5700		80	6 (120)	47	52	140	
	6500				47	52	140	
	2700				80	3 (120)	93	103
3000	96	106					142	
3500	99	109					147	
4000	103	113					152	
5000	103	113	152					
5700	103	113	152					
6500	80	3 (120)	103	113	152			
2700			47	52	140			
3000			49	54	145			
3500			51	56	151			
4000			53	58	156			
5000			53	58	156			
5700	80	3 (120)	53	58	156			
6500			53	58	156			

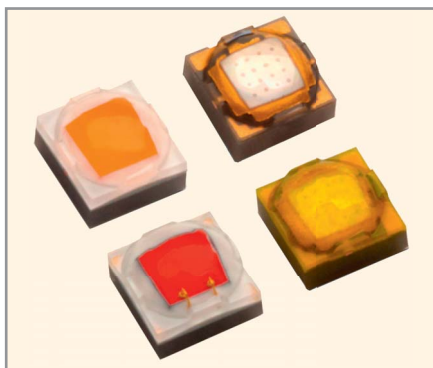


Рис. 5. Мощные светодиоды серии Luxeon C компании Lumileds

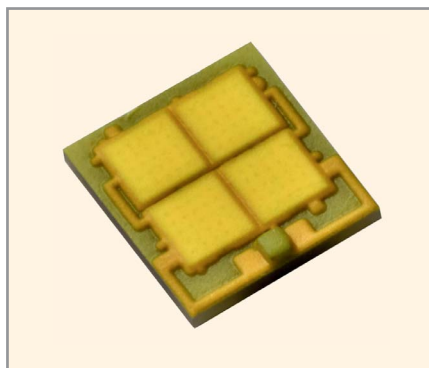


Рис. 6. Мощный светодиод серии Luxeon MZ компании Lumileds

Таблица 7. Основные характеристики цветных светодиодов Luxeon Z Color

Цвет	Угол, °	Длина волны, нм		Напряжение, В @ 500 мА			Световой поток, лм @ 500 мА	
		мин.	макс.	мин.	тип.	макс.	мин.	тип.
Тёмно-красный (Deep Red)	145	650	670	1,75	2,20	2,75	250 мВт	275...375 мВт
Красный		620	645				40	44...60
Оранжевый		610	620				56	60...76
Жёлтый		594	604				16	20...36
Жёлтый с люминофором (PC Amber)	125	585	590	2,50	2,85	3,50	48	52...110
Жёлто-зелёный (Lime)		566	569				144	149...199
Зелёный		520	540				80	84...108
Сине-зелёный (Cyan)		490	510				48	52...68
Голубой		460	480				24	28...44
Синий	440	460	500 мВт	525...625 мВт				

Таблица 8. Основные характеристики цветных светодиодов Luxeon C

Цвет	Угол, °	Длина волны, нм		Напряжение, В @ 350 мА			Световой поток, лм @ 350 мА	
		мин.	макс.	мин.	тип.	макс.	мин.	тип.
Тёмно-красный (Far Red)	162	720	750	1,50	1,73	2,30	190 мВт	230 мВт
Красный		624	634	1,75	2,00	2,50	35	39
Оранжевый		614	624	1,75	2,05	2,50	45	52
Жёлтый		585	600				20	30
Жёлтый с люминофором (PC Amber)	150	588		2,50	2,75	3,50	80	94
Жёлто-зелёный (Lime)		566					140	152
Зелёный	170	520	540	2,50	2,55	3,50	90	97
Сине-зелёный (Cyan)		490	510	2,50	2,60	3,50	65	72
Голубой		465	485	2,50	2,90	3,50	25	37
Синий		165	440	460	2,50	2,75	3,50	480 мВт

Светодиоды LUXEON C

Светодиоды серии Luxeon C (см. рис. 5) являются новыми светодиодами в линейке компании Lumileds. Светодиоды этой серии выпускается в корпусе размером 2,0 × 2,0 мм. В линейке представлены как цветные светодиоды, перекрывающие диапазон длин волн от 440 до 720 нм, включая тёмно-красный (Far Red), сине-зелёный (Cyan) жёлто-зелёный (Lime) и жёлтый с люминофором (PC Amber), так и белые светодиоды, значения цветовой температуры которых перекрывают диапазон от 2700 до 5700 К, таким образом представляя все оттенки белого света – тёплый, естественный и холодный. Номинальный ток данных светодиодов равен 350 мА.

Значение максимального тока данных светодиодов составляет для белых и жёлто-зелёных светодиодов 1225 мА, для тёмно-красных – 700 мА, для всех остальных цветов – 1050 мА. Тепловое сопротивление жёлтых с люминофором светодиодов данной серии составляет 3,5°C/Вт, голубых, сине-зелёных и зелёных светодиодов – 3,0°C/Вт, светодиодов остальных цветов – 2,8°C/Вт.

Угол кривой светораспределения синих светодиодов равен 165°, голубых, сине-зелёных, зелёных – 170°, жёлтых, оранжевых, красных и тёмно-красных – 162°, жёлто-зелёных и жёлтых с люминофором – 150°. Значение угла кривой светораспределения белых светодиодов составляет 150°.

Основные характеристики цветных и белых светодиодов Luxeon C приведены в таблицах 8 и 9 соответственно.

Поскольку светодиоды серии Luxeon C имеют в линейке все возможные цвета, включая белый, их можно применять в различных областях, начиная от общего освещения и заканчивая архитектурным, художественным и ландшафтным освещением. Представленный широкий спектр цветов светодиодов данной серии, как и у светодиодов серий Luxeon 3535L и Luxeon Z, также позволит разрабатывать на их основе источники света и светильники с перестраиваемым спектром излучения, которые могут найти применение в разных видах общего, архитектурного, художественного и ландшафтного освещения и для освещения растений.

Светодиоды LUXEON MZ

Серия светодиодов Luxeon MZ (см. рис. 6) в определённой степени является доработкой серии Luxeon M [17]. Светодиоды этой серии выпускаются в корпусе размером 4,2 × 4,0 мм, в котором расположены четыре кристалла.

В отличие от светодиодов серии Luxeon M [17], предназначенных для работы от источника напряжения 12 В, светодиоды новой серии Luxeon MZ имеют также модели для работы от источника напряжения 6 и 3 В. Номинальные токи при этом составляют 700, 1400 и 2800 мА. Светодиоды серии Luxeon MZ имеют достаточно высокие значения светового потока и световой отдачи. Стоит отметить, что данные светодиоды имеют достаточно низкое значение теплового сопротивления, которое составляет 1,25°C/Вт. Значение угла кривой светораспределения светодиодов Luxeon MZ равно 120°.

Светодиоды серии Luxeon MZ отличаются стабильностью цветовой температуры. Для них отсутствует необходимость разбиновки по цветовой температуре, и производитель даёт их характеристики при температуре р-п-перехода 85°C.

Основные характеристики светодиодов Luxeon M приведены в таблице 10.

Светодиоды серии Luxeon MZ, как и светодиоды серии Luxeon M [17], могут применяться для создания на их основе эффективных источников света (светодиодных ламп) для систем низковольтного питания. Также областями применения данных светодиодов могут быть светильники для общего освещения, как наружного, так и внутренне-

го, особенно там, где требуется высокая яркость источника света, например, в светильниках типа Down Light.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённый обзор новых изделий, представленных компанией Lumileds в линейке как мощных, так и сверхъярких светодиодов, свидетельствует о достаточно широком фронте развития направления. Специалисты компании, основываясь на опыте разработки светодиодов, постоянно совершенствуют их линейку, выпуская новые интересные модели. Это позволяет компании Lumileds оставаться в числе лидеров светодиодного рынка, причём достаточно чётко прослеживается сегментация светодиодной линейки под определённые направления светотехники, что делает продукцию компании весьма привлекательной для разработчиков светодиодных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнович А.Э. Светодиоды на основе гетероструктур из нитрида галлия и его твёрдых растворов. Светотехника. 1996. Вып. 5/6. С. 2–7.
2. Юнович А.Э. Ключ к синему лучу, или О светодиодах и лазерах, голубых и зелёных. Химия и жизнь. 1999. №5–6. С. 46–48.
3. Туркин А.Н. Нитрид галлия как один из перспективных материалов в современной оптоэлектронике. Компоненты и технологии. 2011. №5. С. 176–180.
4. Туркин А.Н. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы. Полупроводниковая светотехника. 2011. №5. С. 28–33.
5. Туркин А.Н. Обзор развития технологии полупроводниковых гетероструктур на основе нитрида галлия (GaN). Полупроводниковая светотехника. 2011. №6. С. 44–47.
6. Туркин А.Н., Юнович А.Э. Лауреаты Нобелевской Премии 2014 года: по физике – И. Акасаки, Х. Аmano, С. Накамура. Природа. 2015. №1. С. 75–81.
7. Тринчук Б.Ф. Светосигнальная аппаратура на светодиодах. Светотехника. 1997. №5. С. 6–11.
8. Светодиоды и их применение для освещения. Под общей редакцией Академика АЭН РФ Айзенберга Ю.Б. Московский Дом Света. 2012. 280 с. М. Знак.
9. Туркин А.Н. Светодиоды Lumileds: прошлое, настоящее, будущее. Полупроводниковая светотехника. 2012. №2. С. 6–9.
10. Матешев И., Муленкова А., Туркин А., Шамков К. Мощные светодиоды Philips Lumileds – от истоков до новинок рынка. Современная электроника. 2013. №6. С. 24–29.

Таблица 9. Основные характеристики белых светодиодов Luxeon C

Цветовая температура, К	Угол, °	Напряжение, В @ 100 мА			Мин. CRI	Световой поток, лм @ 350 мА		Световая отдача, лм/Вт
		мин.	тип.	макс.		мин.	тип.	
2700	150	2,50	2,75	3,50	70	100	116	121
3000						100	118	124
2700					80	90	94	98
3000						90	102	106
4000						100	113	117
5700						80	93	94

Таблица 10. Основные характеристики мощных светодиодов Luxeon MZ

Цветовая температура, К	Угол, °	Мин. CRI	Напряжение, В	Ток, мА	Световой поток, лм	
					мин.	тип.
3000	120	70	12	700	805	840
4000					870	940
5000					870	950
5700					900	980
6500					900	980
2700					710	760
3000		80	6	1400	730	781
3500					730	800
4000					840	880
5000					840	890
2700					560	600
3000					600	640
5700		90	3	2800	700	770
3000					805	840
4000					870	940
5000					870	950
5700					900	980
6500					900	980
2700		70	3	2800	710	760
3000					730	781
3500					730	800
4000					840	880
5000					840	890
2700					560	600
3000	80	3	2800	600	640	
5700				700	770	
3000				805	840	
4000				870	940	
5000				870	950	
5700				900	980	
6500	90	3	2800	900	980	
2700				710	760	
3000				730	781	
3500				730	800	
4000				840	880	
5000				840	890	
2700	70	3	2800	560	600	
3000				600	640	
5700				700	770	

11. Туркин А. Новые продукты в линейке компании Philips Lumileds: сверхъяркие светодиоды. Современная электроника. 2015. №6. С. 46–53.
12. Туркин А. Новинки светодиодной продукции Lumileds. Полупроводниковая светотехника. 2015. №4. С. 55–60.
13. Бахарев И., Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы. СТА. 2010. №2. С. 76–82.
14. Прокофьев А.Ю., Туркин А.Н., Яковлев А.А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве. Полупроводниковая светотехника. 2010. №5. С. 60–63.
15. Сарычев Г., Гаврилкина Г., Туркин А., Ретин Ю. Светодиоды и интенсивная светокультура растений. Полупроводниковая светотехника. 2014. №1. С. 70–71.
16. Туркин А. Мощные светодиоды и изделия на их основе в свете актуальных областей их применения. Современная электроника. 2016. №3. С. 48–53.
17. Матешев И., Муленкова А., Туркин А., Шамков К. Обзор новых светодиодных продуктов компании Philips Lumileds. Полупроводниковая светотехника. 2013. №5. С. 30–32.

