

Мощные светодиоды и изделия на их основе в свете актуальных областей их применения

Андрей Туркин (Москва)

В статье рассматриваются перспективные направления применения мощных светодиодов и изделий на их основе как активно развивающиеся сейчас, так и представляющие интерес в ближайшем будущем. Приведён краткий обзор наиболее любопытных новинок продукции Cree и SemiLEDs, нашедших применение в рассматриваемых областях.

Введение

В настоящее время светодиоды (СД) стали применяться практически повсеместно в различных областях. Основные их преимущества, такие как высокая световая отдача, компактные размеры, надёжность и возможность выбора необходимого оттенка света, привлекают разработчиков, что приводит к активному использованию СД в их решениях. Рынок светотехнических изделий на основе СД постоянно развивается, появляются новые приборы. Это связано как с новыми поколениями существующих серий СД и изделий на их основе, так и с освоением компаниями-производителями новых типов продукции.

Основное преимущество СД, малая потребляемая электрическая мощность и, как следствие, низкое потребление электроэнергии устройствами на их основе, позволяет решать ключевую для нашего времени проблему – экономию электроэнергии. Учитывая направленное излучение СД, можно эффективнее использовать источники света на их основе. Необходимо принимать во внимание и тот факт, что время жизни светодиодов превышает аналогичный параметр традиционных ламп накаливания минимум в несколько раз, что делает применение их крайне эффективным в экономическом плане.

Существующие тенденции свидетельствуют о том, что в последнее время СД стали рассматриваться как самые перспективные источники света для осветительных приборов и останутся таковыми в ближайшем будущем. В данной статье рассматриваются новинки компаний Cree и SemiLEDs через призму актуальных областей применения светодиодных светотехнических изделий.

Основные области применения СД

Внедрение осветительных устройств на основе СД в настоящее время уже охватило многие области. СД можно встретить повсеместно – от бегущих строк и рекламных табло до автомобильной светотехники и осветительных устройств. СД и устройствами на их основе сегодня уже трудно удивить потребителей, которые к ним начинают привыкать, разработчики же стараются обосновать преимущества разрабатываемых ими изделий для того или иного применения, а также разъяснить, как лучше и как правильнее сконструировать устройство.

В последние годы применение СД в новых областях активно расширяется, постепенно вытесняя традиционные лампы (как накаливания, так и рядные). Если до 90-х годов XX века СД ассоциировались в основном с индикацией в электронных приборах, то к началу XXI века они уже широко использовались на транспорте, в светофорах, дорожных знаках, на панели управления в кабинах и салонах транспортных средств, в автомобильной промышленности [1, 2].

В настоящее время СД уже достаточно широко вошли в системы освещения, начиная от архитектурно-художественного, где основным используемым преимуществом является наличие в линейке практически всех цветов видимого спектра, а также возможность управления цветом свечения путём варьирования интенсивности свечения за счёт изменения рабочего тока, заканчивая достаточно специфическими видами общего освещения, например уличного, где требуются сложные светотехнические решения.

Открываются и другие перспективные области применения СД. Одной

из них, безусловно, является (и в ближайшем будущем обещает бурно расти) применение СД в растениеводстве [1–6].

Рассмотрим указанные области подробнее, с приведением краткого анализа новых моделей СД ведущих мировых производителей, которые находят применение в светотехнических изделиях для данных областей.

Применение СД в освещении

Одной из основных областей применения СД является освещение. Потребность человечества в обеспечении источниками света сопровождает его изначально с момента зарождения. Невозможно представить существование современного общества без использования искусственного освещения. Осветительные приборы и используемые в них источники света постоянно совершенствуются по мере развития науки и техники. Основными стимулами для развития являются увеличение светового потока источника света, т.е. величины, характеризующей мощность его оптического излучения, воспринимаемую человеческим глазом, уменьшение затрат электроэнергии на освещение и экологическая чистота светотехнических устройств.

Появление в середине 90-х годов XX века СД белого цвета свечения породило первые предположения о возможности в будущем использовать их для искусственного освещения. К этой идее вернулись в начале 2000-х годов, когда были разработаны первые мощные СД [1, 2, 7]. Проблема экономии электроэнергии в наше время приобретает особую актуальность, а по световой отдаче первые мощные СД превосходили лампы накаливания (самые распространённые на тот момент источники света) примерно в два раза.

На сегодняшний день СД уже стали хорошей заменой практически для всех типов ламп – от накаливания до газоразрядных. Их основные преимущества – высокая световая отдача, компактные размеры, надёжность и возможность выбора необходимого оттенка света – повсеместно используются разработчиками в различных отраслях. Разнообразие применений

обусловлено, прежде всего, многообразием типов и моделей СД различных цветов, размеров, форм и параметров.

В настоящее время рынок светотехнических изделий поступательно развивается благодаря постоянному появлению новых светодиодных продуктов. Хотя круг основных типов светодиодных изделий, можно сказать, практически сформировался, новые приборы продолжают появляться. Связано это как с новыми поколениями существующих серий СД и изделий на их основе, так и с освоением производителем новых типов продукции.

В качестве примера рассмотрим продукты семейства XHP компании Cree, разработанные на основе технологической платформы SC5, которая определяет принципиально новый класс мощности для дискретных СД [8]. Их даже можно назвать сверхмощными СД (Extreme High Power LEDs).

Семейство сверхмощных СД состоит из трёх серий – XHP70 (см. рис. 1), XHP50 (см. рис. 2) и XHP35 (см. рис. 3). Светодиоды серии XHP70 [8, 9] выполнены в корпусе с размерами основания 7,0 × 7,0 мм. Значение их светово-

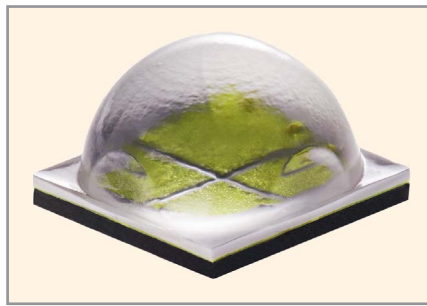


Рис. 1. Мощный СД Cree XLamp серии XHP70

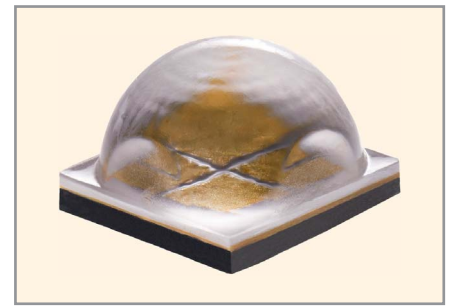


Рис. 2. Мощный СД Cree XLamp серии XHP50

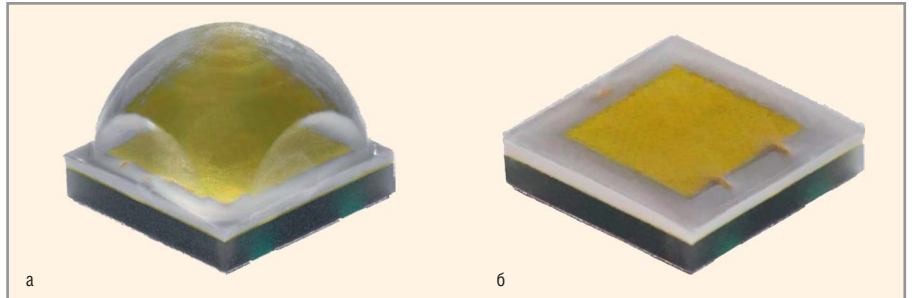


Рис. 3. Мощный СД Cree XLamp: а – серии XHP35; б – серии XHP35NI

го потока может достигать 4022 лм при потребляемой мощности 32 Вт. Светодиоды серии XHP50 [8, 9] имеют размеры основания корпуса 5,0 × 5,0 мм. Их световой поток может достигать 2546 лм при потребляемой мощно-

сти 19 Вт. Базовая конфигурация СД данных серий предполагает работу при постоянном напряжении 12 В, что является номинальным режимом. Значение тока при этом для СД серии XHP70 составляет 1050 мА, а у СД серии

Новое поколение GaN-транзисторов

CGHV14250
 Диапазон частот: 1200–1400 МГц
 Мощность: 250 Вт
 Коэффициент усиления: 18 дБ

CGHV14500
 Диапазон частот: 1200–1400 МГц
 Мощность: 500 Вт
 Коэффициент усиления: 17 дБ

CGHV35150
 Диапазон частот: 2900–3500 МГц
 Мощность: 150 Вт
 Коэффициент усиления: 13,5 дБ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WOLFSPPEED

POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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

Реклама

ХНР50 – 700 мА. Максимальное значение рабочего тока в данной конфигурации для СД серии ХНР70 составит 2400 мА, для СД серии ХНР50 – 1500 мА.

Также возможно реализовать для данных серий СД рабочую конфигурацию с напряжением 6 В. В этом случае значение тока для ХНР70 составит 2100 мА, а для ХНР50 – 1400 мА. Максимальное значение тока в такой конфигурации для серии ХНР70 составит 4800 мА, а для серии ХНР50 – 3000 мА. Характеристики светодиодов серии ХНР50 и ХНР70 представлены в таблице 1.

Размеры основания корпуса СД серии ХНР35 [9] составляют 3,45 × 3,45 мм. Максимальный световой поток данных СД достигает 1833 лм при потребляемой мощности 13 Вт.

С целью получения большей силы света была разработана серия СД ХНР35Н1. В конструкции корпуса СД данной серии отсутствует первичная

линза. Это сделано для того, чтобы обеспечить более эффективное использование вторичной оптики, особенно с узкими углами кривой силы света (КСС). В результате применения данной серии СД удаётся получить большую осевую силу света в осветительных устройствах с узкой КСС, к которым в основном относятся прожекторы. СД серии ХНР35Н1, как и светодиоды ХНР35, имеют корпус с размерами основания 3,45 × 3,45 мм. Максимальный световой поток данных СД достигает 1483 лм при потребляемой мощности 13 Вт.

Номинальный ток для обеих указанных серий СД составляет 350 мА, типовое значение напряжения при этом токе – 11,3 В. Максимальное значение тока для этих серий составляет 1050 мА. Характеристики светодиодов серии ХНР35 и ХНР35Н1 представлены в таблице 2.

Применение СД серии ХНР позволит разработчикам и производителям светотехнических изделий и систем на основе светодиодов существенно уменьшить размеры источника света и, как следствие, самого изделия, сохранив при этом аналогичные значения светового потока.

Также путём применения светодиодов семейства ХНР можно достичь увеличения значения светового потока светотехнических изделий без изменения их габаритов, что позволит использовать меньшее число светильников на объекте и при этом не снижать значения освещённости и соответствовать необходимым требованиям. В результате это приводит к снижению затрат на светильники при подготовке объекта.

В конечном итоге, в обоих случаях потребители получают снижение затрат на светотехническую составляющую проекта, что является достаточно существенным преимуществом применения СД.

Таблица 1. Основные характеристики светодиодов серии ХНР50 и ХНР70

Угол, °	R _φ , °С/Вт	Цвет	Номинальная цветовая температура, К	Индекс CRI	Световой поток в номинальном режиме*, лм (T _j = 85°C)**
ХНР50					
120	1,2	Холодный белый	5000	70	970...1120
				80	900...1040
				90	680...900
		Естественный белый	4500	70	970...1120
				80	840...970
				90	680...840
			4000	70	970...1120
				80	840...970
				90	680...840
		Тёплый белый	3500	70	900...970
				80	840...970
				90	680...840
3000	70		840...970		
	80		780...970		
	90		635...780		
2700	80	780...900			
	90	635...730			
	ХНР70				
120	0,9	Холодный белый	5000	70	1590...1710
				80	1380...1590
				90	1120...1200
		Естественный белый	4500	70	1485...1590
				80	1380...1485
				90	1120...1200
			4000	70	1485...1590
				80	1380...1485
				90	1120...1200
		Тёплый белый	3500	70	1380...1485
				80	1380...1485
				90	1040...1120
			3000	70	1485...1590
				80	1290...1485
				90	1040...1120
		2700	80	1200...1290	
			90	970...1040	

* Номинальный режим:

ХНР50 – для конфигурации 12 В при токе 700 мА (указанные в таблице значения можно использовать как ориентировочные для конфигурации 6 В при токе 1400 мА);

ХНР70 – для конфигурации 12 В при токе 1050 мА (указанные в таблице значения можно использовать как ориентировочные для конфигурации 6 В при токе 2100 мА);

**T_j – температура активной области кристалла.

СД в автомобильной светотехнике

Стоит отдельно сказать о возможности применения СД в автомобильной светотехнике. Одними из первых приборов в автомобиле, где стали применять СД, были дополнительные сигналы торможения (ДСТ). Постепенно СД стали использоваться и в обычных сигналах торможения, а также в указателях поворота, заднего хода, на панели приборов и для освещения салона. В последние годы область применения СД в автомобиле распространилась на габаритные и ходовые огни, а также на освещение номерного знака.

Неохваченными до недавнего времени оставались только фары ближнего и дальнего света. Связано это было со специфической КСС фар ближнего света, которая должна обеспечивать соответствие достаточно строгим требованиям. Получение требуемой КСС возможно только при применении специальной оптики, разработка которой является достаточно сложной, что сказывается на её себестоимости. Как следствие, разработкой светодиодных фар занимались только самые известные бренды и, в основном, на своих топовых моделях.

Впрочем, ситуация изменилась, и сегодня многие автомобильные производители заинтересовались возможностями СД-продуктов. Существенный рост рынка ожидается в ближайшие



Рис. 4. Макет фары автомобиля с источником света на основе светодиодной продукции SemiLEDs



Рис. 5. Светодиодный модуль для фары головного света автомобиля на основе светодиодной продукции SemiLEDs

несколько лет, что может быть связано с появлением новых интересных инновационных решений.

Одним из таких решений является светодиодная лампа Н4/Н7 (см. рис. 4), разработанная компанией SemiLEDs [10]. Данная лампа предназначена для фары головного света автомобиля и мотоцикла. Компания разработала эту новинку на основе собственного патента и представила её на рынок в феврале 2015 года. Массовое производство было запущено в конце первого квартала 2015 года.

Ключевой особенностью новой светодиодной лампы Н4/Н7 является конструкция излучателя на основе множества светодиодных кристаллов [10, 11]. Такой излучатель (см. рис. 5) обеспечивает светораспределение, аналогичное тому, что даёт нить накала галогенной лампы, при этом его световая отдача существенно выше. Благодаря этому КСС светодиодной лампы Н4/Н7 и стандартной галогенной лампы практически одинаковые, однако световые характеристики фары при использовании светодиодной лампы Н4/Н7 возрастают примерно на 35% по сравнению с использованием стандартной галогенной лампы [10, 11]. Стоит отметить, что светодиодную лампу Н4/Н7

Таблица 2. Основные характеристики светодиодов серии ХНР35 и ХНР35Н1

Угол, °	R _θ , °С/Вт	Цвет	Номинальная цветовая температура, К	Индекс CRI	Световой поток в номинальном режиме*, лм (T _j = 85°С)**	
ХНР35						
125	1,8	Холодный белый	7000	70	550...635	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
			6500	70	550...635	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
			6000	70	550...635	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
		5700	70	550...635		
			80	510...550		
			85	410...475		
			90	410...475		
		5000	70	550...635		
			80	510...550		
			85	410...475		
			90	410...475		
		Естественный белый	4500	70	550...590	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
4000	70		510...590			
	80		510...550			
	85		410...440			
	90		410...440			
3500	70		510...590			
	80		475...550			
	85		410...440			
	90		410...440			
Тёплый белый	3000	70	510...550			
		80	475...510			
		85	380...440			
		90	380...440			
	2700	80	440...475			
		85	380...410			
		90	380...410			
		90	380...410			
ХНР35Н1						
125	1,8	Холодный белый	7000	70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
			6500	70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
			6000	70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
		5700	70	475...510		
			80	440...475		
			85	355...410		
			90	355...410		
		5000	70	475...510		
			80	440...475		
			85	355...410		
			90	355...410		
		Естественный белый	4500	70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
			4000	70	440...510	
				80	440...475	
				85	355...380	
				90	355...380	
			Тёплый белый	3500	70	440...510
					80	410...475
					85	355...380
					90	355...380
		3000		70	440...510	
				80	410...420	
				85	330...380	
				90	330...380	
2700	80	380...420				
	85	330...380				
	90	330...380				
	90	330...380				

* Номинальный режим: 11,3 В при токе 350 мА;

**T_j – температура активной области кристалла.

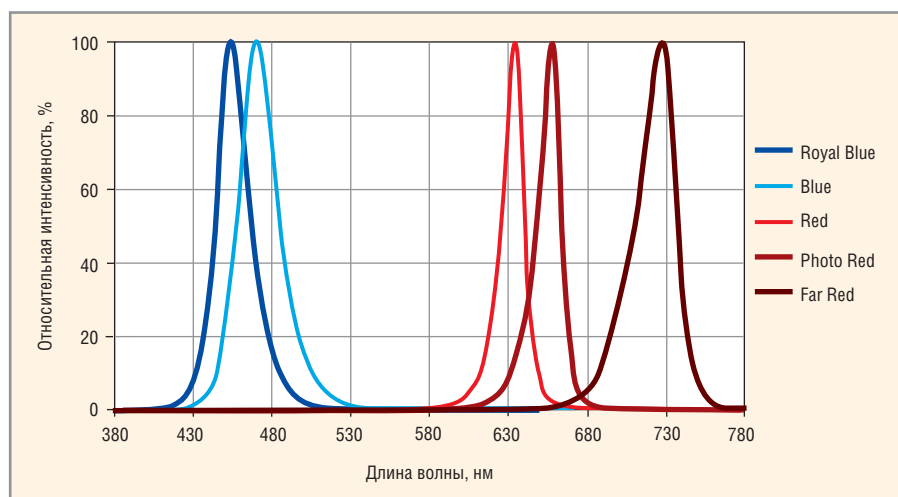


Рис. 6. Типичные спектральные кривые цветных светодиодов Cree серий XT-E, XP-E, XP-E2 и XQ-E, рекомендуемых для использования при освещении растений

Таблица 3. Диапазоны значений мощности излучения и светового потока цветных светодиодов Cree, рекомендованных для освещения растений

XLamp	Royal Blue, 450...465 нм	Blue 465...480 нм	Red 620...630 нм	Photo Red 620...630 нм	Far Red 620...630 нм
XT-E	475...625 мВт	–	–	–	–
XP-E	350...500 мВт	31...40 лм	46...74 лм	300...350 мВт	175...250 мВт
XP-E2	450...575 мВт	31...46 лм	57...74 лм	–	–
XQ-E					

легче монтировать в корпус фары, чем стандартную галогенную.

Светодиодная фара на базе лампы H4/H7 соответствует требованиям регламентирующих документов дорожного движения, предъявляемым к головному свету. Оптическая система данной фары позволяет получить равномерное светораспределение при меньшей яркости, и таким образом значительно снизить эффект ослепления водителей встречного транспорта. Свет новой светодиодной фары является более комфортным для глаз водителя, он делает лучше освещение дорожного покрытия и обзор дороги в ночное время, и, как следствие, улучшает состояние водителя – снижает утомляемость и увеличивает работоспособность. Система отвода тепла от светодиодного кристалла, разработанная компанией SemiLEDs для светодиодной лампы H4/H7, гарантирует ей долгий срок службы (до 30 000 часов) по сравнению с аналогичными галогенными лампами [11].

СД в РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Как уже было сказано выше, одной из интересных и перспективных областей применения СД является растениеводство.

Главным процессом жизнедеятельности растений, отвечающим за их рост и развитие, является фотосинтез.

Более 95% сухого вещества растений создаётся в результате этого процесса, и управление им является наиболее эффективным путём воздействия на продуктивность и урожайность растений [3–6]. Источником энергии для фотосинтеза служит преимущественно длинноволновая часть спектра (красные лучи), а влияние коротковолновой части (сине-зелёной) менее существенно. В то же время проводились и другие исследования воздействий излучения видимой части спектрального диапазона на растения, которые показали, что у растений за поглощение света отвечают специальные пигменты, основными из которых являются хлорофиллы *a* и *b* и каротиноиды [3–6]. Хлорофиллы поглощают свет синего и красного диапазонов, а каротиноиды – синего диапазона. В результате исследований было установлено, что наиболее благоприятными для выращивания светлюбивых растений являются интенсивности в пределах 150–220 Вт/м² [3, 4, 11], а оптимальный состав излучения имеет следующее соотношение энергий по спектру: 30% – в синей области (380–490 нм), 20% – в зелёной (490–590 нм) и 50% – в красной области (600–700 нм) [3–6].

В настоящее время можно утверждать, что СД способны обеспечить хорошее соответствие спектра излу-

чения аграрного светильника спектру эффективности фотосинтеза, в отличие от используемых в большинстве тепличных осветительных систем адаптированных для растениеводства натриевых ламп высокого давления. На графиках (см. рис. 6) представлены типичные спектральные кривые основных цветов существующих моделей СД основных производителей, рекомендуемых для использования в растениеводстве. Типовые значения мощности излучения и светового потока таких СД на примере изделий производства компании Cree для соответствующих диапазонов длин волн представлены в таблице 3.

Приведённые данные указывают на возможность применения светодиодных светильников для использования в растениеводстве. Современные СД перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от тёмно-красного до фиолетового цвета. Составляя комбинации из СД разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне.

Следует также отметить, что все СД имеют стандартные версии с белым светом в диапазоне цветовых температур 2700...8000 К. В некоторых случаях для оптимизации формы спектра излучения светильника для подсветки растений применяются комбинации синего, белого и тёмно-красного цвета [6].

Современные теплицы представляют собой сложные технические комплексы, в большей части роботизированные. Управление ими осуществляется при помощи автоматизированных систем, в которые достаточно органично можно добавить и управление освещением, причём как по интенсивности, так и по спектральному составу излучения. Настроенная система позволит производить управляющие операции по программам, учитывающим фазу развития растений. Предлагаемая система позволит уменьшить время полного цикла развития растения и увеличить количество периодов плодоношения только благодаря подбору спектрального состава СД-освещения. Если учесть экономию электроэнергии и возможность управления интенсивностью и спектральным составом излучения в зависимости от фазы развития растения, то экономический эффект от внедрения таких светильников может быть очень существенным.

Всё вышеперечисленное делает СД-светильники крайне привлекательными для использования в тепличном освещении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные в статье факты свидетельствуют о продолжающемся развитии использования СД в осветительных приборах. СД осваивают новые ниши и открывают для себя новые области применения, которые до недавнего времени потребителями не просто не осваивались, а даже не рассматривались. Компании – производители СД не только следят за тенденциями рынка, но и стараются предугадывать его нюансы, выпуская новые интересные продукты.

В связи со сказанным выше, особое значение приобретает прорыв в физике и технологии полупроводников, произошедший в середине 90-х годов XX века благодаря созданию гетероструктур на основе нитрида галлия (GaN) и его твёрдых растворов, отмеченный в 2014 году Нобелевской премией по физике японским учёным Исаму Акасаки, Хироси Аmano и Сюдзи Накамура [12]. Очевидно, что

это исследование на стыке фундаментальной науки, описывающей рекомбинацию носителей в полупроводниковых структурах, и прикладной науки позволяет достичь существенного эффекта в разных областях светотехники. Можно смело утверждать, что в данном случае наука является двигателем прогресса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туркин А.Н. Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы. Современные технологии автоматизации. 2011. №2.
2. Туркин А.Н. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы. Полупроводниковая светотехника. 2011. №5.
3. Бахарев И., Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы. Современные технологии автоматизации. 2010. №2.
4. Прокофьев А.Ю., Туркин А.Н., Яковлев А.А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве. Полупроводниковая светотехника. 2010. №5.
5. Сарычев Г., Гаврилкина Г., Туркин А., Ретин Ю. Светодиоды и интенсивная све-

токультура растений. Полупроводниковая светотехника. 2014. №1.

6. Туркин А., Червинский М. Новые цветные светодиоды компании Cree: особенности и перспективы использования. Полупроводниковая светотехника. 2015. №6.
7. Туркин А.Н. Светодиоды Lumileds: прошлое, настоящее, будущее. Полупроводниковая светотехника. 2012. №2.
8. Туркин А., Червинский М. Новые серии светодиодов компании Cree на основе улучшенной технологической платформы. Полупроводниковая светотехника. 2015. №1.
9. Червинский М., Музалевский И., Юсупов С. Новые технологии для нового поколения светильников. Полупроводниковая светотехника. 2015. №4.
10. Матешев И., Туркин А. Светодиоды SemiLEDs – новые технологии, новые возможности. Полупроводниковая светотехника. 2014. №3.
11. Туркин А.Н. Новинки на рынке светодиодной продукции от компании SemiLEDs. Полупроводниковая светотехника. 2015. №3.
12. Туркин А.Н., Юнович А.Э. Лауреаты Нобелевской премии 2014 года: по физике – И. Акасаки, Х. Аmano, С. Накамура. Природа. 2015. №1.



МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ



- Высокая световая отдача
- Низкое тепловое сопротивление
- Стабильность цветовой температуры
- Стабильность светового потока
- Разбиновка при рабочей температуре p-n-перехода
- Высокая надёжность
- Бессвинцовая технология монтажа

CREE



LUMILEDS

SHARP

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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



Реклама