

# СОДЕРЖАНИЕ

---

---

Вступление. От автора .....	5
-----------------------------	---

---

<b>1 Популярныe источники освещения .....</b>	<b>8</b>
1.1. Осветительные лампы .....	9
1.1.1. Лампы накаливания.....	9
1.1.2. Энергосберегающие лампы .....	9
1.1.3. Ксеноновые, или галогенные, лампы.....	13
1.1.4. Светодиодные лампы .....	14
1.2. Ограничения и особенности осветительных ламп .....	25
1.2.1. Световой поток и его соотношение у разных ламп .....	26
1.2.2. Что делать при замене разных типов ламп.....	28
1.3. Особенности конструкции светодиодных ламп .....	28
1.4. Базовые изделия в линейке мощных полупроводниковых светодиодов .....	30
1.5. Светодиодные модули как элемент экономичного освещения будущего .....	32
1.5.1. Особенности и характеристики .....	33
1.5.2. Сравнительные характеристики световых модулей .....	34
1.5.3. Основные параметры светодиодов.....	36
1.5.4. Ресурс светодиодного освещения .....	37
1.6. Технологии монтажа и проблемные вопросы.....	38
1.7. Освещение на улице .....	39
1.8. Распределение светового потока.....	43
1.9. Практический расчет освещения в жилом помещении ..	43

---

<b>2 Энергосберегающие лампы. Практические рекомендации.....</b>	<b>46</b>
2.1. Восстановление неисправных светильников .....	47
2.2. Восстановление перегоревших энергосберегающих ламп.....	53
2.2.1. Конструктивные недостатки типовых схем .....	54
2.2.2. Практика замены платы для лампы с перегоревшей спиралью .....	55

---

<b>3</b>	<b>Неисправности светодиодных ламп .....</b>	<b>58</b>
	3.1. Причины и следствия неисправности осветительных светодиодных ламп.....	61
	3.1.1. Промежуточные выводы.....	69
	3.1.2. Анализ ситуации.....	71
	3.2. Типовые неисправности светодиодных ламп.....	72
	3.3. Практико-ориентированные результаты испытания.....	74
	3.3.1. Что дает фокусировка?.....	75
	3.3.2. Совместимость с датчиками движения.....	76
<hr/>		
<b>4</b>	<b>Необычные технические решения в подсветке и освещении .....</b>	<b>78</b>
	4.1. Безопасный свет.....	80
	4.2. Как сделать вазу для цветов из ненужной лампы накаливания.....	83
	4.3. Светодиодная подсветка из подручных деталей .....	85
	4.4. Защита от насекомых с помощью энергосберегающей лампы.....	87
	4.5. Триггерное управление светодиодными лампами по двум проводам .....	88
	4.6. Бытовой плафон освещения на светодиодной линейке .....	89
	4.7. Моделируем освещение в труднодоступных местах.....	93
	4.8. Выбор источника освещения.....	95
<hr/>		
	<b>Литература .....</b>	<b>96</b>

# ВСТУПЛЕНИЕ. ОТ АВТОРА

---

Уют, защита, тепло, надежность, стабильность и безопасность – именно с такими понятиями с давних времен ассоциируется у людей свет; он дает человеку развитие, силу и радость. Неудивительно поэтому, что многие из нас стремятся выбирать для жилья светлые комнаты и квартиры, загорать на солнце, да и вообще наполнять светлым свою жизнь и жизнь детей. Такой подход не только избавляет от сырости, подавленного настроения, но и улучшает самочувствие и настроение. Осенняя депрессия, свойственная тем временам года, когда солнечная активность падает, тоже имеет свои причины.

Искусственное освещение – источник энергии. Главное, чтобы оно было безопасным. Важно, чтобы дом был хорошо освещен как изнутри, так и снаружи. Игра света и тени, блеск солнечных зайчиков и блики стекла оживляют любое помещение. Не стоит ограничивать себя одной-единственной люстрой на потолке. Недавно мы узнали, что свет энергосберегающих ламп и ламп накаливания способствует расслаблению, что, казалось бы, делает их предпочтительными в освещении интерьеров. Но искусственные источники освещения имеют и свои недостатки. К примеру, «холодная» спектральная гамма скорее раздражает глаза, чем ласкает. А резкий или слишком яркий свет, который исходит от сверхмощных светодиодов, может даже ослеплять. Специалисты знают, что большое значение для комфорта и безопасности здоровья имеет также и то, на каком расстоянии от потолка и стен повышены светильники, какие лампы работают в осветительных устройствах. Все это не мелочи, а детали строительства собственного безопасного жилища, для тех, кто не манкирует собственным здоровьем. Кроме того, современные источники искусственного света даже позволяют экономить электроэнергию. В Европейском союзе и США еще более 20 лет назад появился термин «зеленое освещение», то есть освещение без опасности для здоровья человека, в том числе для его глаз.

Разбираться в таких нюансах сегодня может не каждый. Специалисты же советуют получить хотя бы минимум информации о том, какие бывают осветительные лампы, из чего они состоят, почему с одними лампами нам комфортно дома, а другие хочется поменять, даже если они не выслужили срока своей эксплуатации. Разбираться в таких вопросах, которые сегодня актуальны не только для богатых, – это хороший тон. При одинаковой или сопоставимой цене на внешне похожие лампочки немудрено сделать неверный выбор. Поэтому появилась эта книга – по многочисленным заказам читателей, которые по крохам собирали информацию и мечтали о кни-

ге, в которой будет все вместе и «все сразу». И вот такой простой ликбез появился.

Для разных ситуаций можно выбирать разные лампы. К примеру, для освещения кабинета или просто стола, за которым ребенок делает уроки, подходят энергосберегающие лампы белого оттенка, обеспечивающие естественный дневной свет без мигания. Однако, несмотря на такие преимущества энергосберегающих ламп, как продолжительный срок службы, ровный свет, возможность использовать их взамен обычных ламп накаливания, не рекомендуется применять энергосберегающие лампы в местах, где свет включается на короткий срок (ванная, кладовка, санузел), а также на улице, где температура воздуха может быть отрицательной.

Неровности квартиры тоже можно скрыть с помощью правильно расположенных светильников. Можно создать ощущение высоты при сравнительно низком потолке, воспользоваться настенными светильниками со светом, направленным вверх.

Бытовое освещение не ограничивается городской квартирой, все сказанное выше можно отнести и к освещению дачного коттеджа. Сегодня буквально все гонятся за светодиодными лампами; они стали доступны по цене. Многие слышали, что это энергоэффективный аналог ламп накаливания, гарантирующий более долгий срок эксплуатации и позволяющий значительно сократить расходы на электроэнергию, и действительно, можно реально сэкономить несколько сотен рублей в год с одной лампы, по сравнению со стандартной лампой накаливания. Умножьте это на количество ламп в вашей квартире. Однако и светодиодные лампы не так вечны, как нам пишут производители на упаковках. Много зависит от соблюдения технологии изготовления. А этим часто грешат те, кто выдает свой товар за качественный и при этом устанавливает на него невысокую цену – чтобы купили. Скупой платит дважды и трижды, и многие мои сограждане, к сожалению, попадают на такую нехитрую удочку. Здесь приведены характеристики различных источников искусственного освещения, а также практические рекомендации тем, кто захочет самостоятельно разобрать и восстановить неисправные лампы, вместо того чтобы нести их в утиль.

Светодиод безопасен и конкурирует с другими искусственными источниками света по долговечности. Светодиодные лампы замещают не только анахронизмы эпохи – лампы накаливания, но и энергосберегающие лампы.

О том, как выбрать светодиодные и энергосберегающие лампы, на какие параметры и даже внешние признаки надо обращать внимание до покупки осветительных приборов – обо всем этом простым и по-

нятным языком рассказано в книге. Приводится много интересных примеров, полезных советов, важных предупреждений, рисунков и таблиц. Эта книга предназначена для широкого круга читателей. Информация будет интересна как для «продвинутых» электриков, так и для начинающих, желающих овладеть искусством домашнего мастера.

Полезный опыт пригодится при выборе светодиодных ламп, прожекторов, фонарей и локальных источников света и во многих других случаях, с которыми мы ежедневно сталкиваемся в быту.

# 1 ПОПУЛЯРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ОСВЕЩЕНИЯ

<b>2</b>	Энергосберегающие лампы. Практические рекомендации	46
<b>3</b>	Неисправности светодиодных ламп	58
<b>4</b>	Необычные технические решения в подсветке и освещении	78

## 1.1. Осветительные лампы

### 1.1.1. Лампы накаливания

Лампа накаливания обыкновенная, или «классическая», типа С1 с патроном типоразмера Е14 или Е27 и мощностью 60 Вт (230 В, 660 лм, 60 Вт) рассчитана на 1000 часов непрерывной работы. Лампы с такой «удлиненной» колбой выпускаются матированные или прозрачные (стекло колбы).

Диаметр колбы 42 мм, длина (от цокольного контакта до конца колбы) 112,5 мм.

На рис. 1.1 представлена такая «классическая» лампа.



Рис. 1.1. Вид классической лампы накаливания

Конкретно этот рассматриваемый вариант выпускается по состоянию на 2016 год в Республике Беларусь (ОАО «Брестский электроламповый завод»). Розничная стоимость прибора освещения в российских магазинах – от 14 до 25 рублей.

Класс энергосбережения «Е» – невысокий. Но «бюджетная» стоимость лампы окупает «все».

Бывают случаи, когда выявляется нестабильный контакт цоколя такой лампы и патрона в светильнике (в том числе бра).

### 1.1.2. Энергосберегающие лампы

Еще с 1 сентября 2009 года в Европе запрещено продавать в розницу классические лампы накаливания с вольфрамовой нитью мощностью свыше 100 Вт. Вместо них европейцам предлагается при-

менять флуоресцентные (энергосберегающие) лампы (далее – ЭЛ), потребляющие при той же заявленной силе света на 80% меньше энергии. Или светодиодные лампы, о которых мы подробно будем говорить ниже.

Лампы накаливания существовали почти 130 лет. Сегодня очевидно, что их срок работы в 8–15 раз меньше, чем заявлен у энергосберегающих. Однако очень большое значение имеет качество сборки ламп.

На рис. 1.2 представлен вид на энергосберегающую лампу с цоколем E14.



*Рис. 1.2. Энергосберегающая лампа с цоколем E14*

Иногда в магазинах можно увидеть лампы в форме непрозрачного шара, см. рис. 1.3.



*Рис. 1.3. Колба лампы в форме шара  
с тремя люминесцентными трубками внутри*

Колба лампы представляет собой шар, изготовленный из матового стекла диаметром 45 мм, 70 мм и 95 мм. Колба лампы NCL6-3U состоит из трех U-образных люминесцентных трубок диаметром 9,2 мм в лампах мощностью 13 Вт и 10,3 мм в лампах мощностью 20 Вт. Это одна из разновидностей ЭЛ.

---

**Внимание, важно!**

Энергосберегающие лампы, хоть и являются вполне современными и соответствующими новым технологиям, в том числе в части энергосбережения, содержат ртуть внутри колб и при разбивании стекла могут быть опасными для здоровья людей, находящихся неподалеку. В Европе рекомендуют не выбрасывать вышедшие из строя энергосберегающие лампы, а сдавать их в специальный «утиль», дабы избежать заражения окружающей среды ртутными испарениями. В крупных российских городах также появились специальные передвижные контейнеры для утилизации таких отслуживших свое источников освещения. Но в глубинке об этом еще только мечтают.

Количество ртути внутри колб ЭЛ ничтожно мало, но запрет на лампы накаливания мощностью от 100 Вт уже вступил в силу, а со второй половины 2011 года в Европейском союзе аналогичной «анафеме» подверглись лампочки накаливания мощностью 60 Вт. В России пошли другим путем – запретили к производству только лампы мощностью свыше 100 Вт и выше, но производители выпускают лампы накаливания мощностью 95 Вт и продолжают свою производственную деятельность.

---

Ранее было много разговоров, что к концу 2012 года вольфрамовые лампы (лампы накаливания) запретят полностью. Такие сообщения можно было ежемесячно услышать и увидеть в новостях. Но этого не случилось.

И тем не менее рост продаж ЭЛ в отечественных магазинах налицо, замена «классических» ламп накаливания в устройствах освещения на ЭЛ также заметна как в квартирах, так и в учреждениях. Однако не всегда ЭЛ действительно служат заявленный срок (5–8 лет), а если и служат, то основной причиной выхода из строя является обрыв цепи (нитей) накала, а не неисправность электронного балласта, который является не чем иным, как импульсным источником питания ЭЛ. Сопротивление одной спирали накала ЭЛ мощностью 20 Вт составляет 4 Ома.

Стоимость лампы в розницу (примерно 90 руб. – зависит от мощности) соответствует стоимости полтора оксидных высоковольтных конденсаторов в фильтре питания 6,8 мкФ на рабочее напряжение 400 В; между тем в печатной плате источника питания есть и более дорогостоящие компоненты, если оценивать их в розницу.

Если перестала светить ЭЛ с патроном E27, аккуратно вскрывают корпус (см. рис. 1.4) и с помощью омметра убеждаются, что нить накала в обрыве.

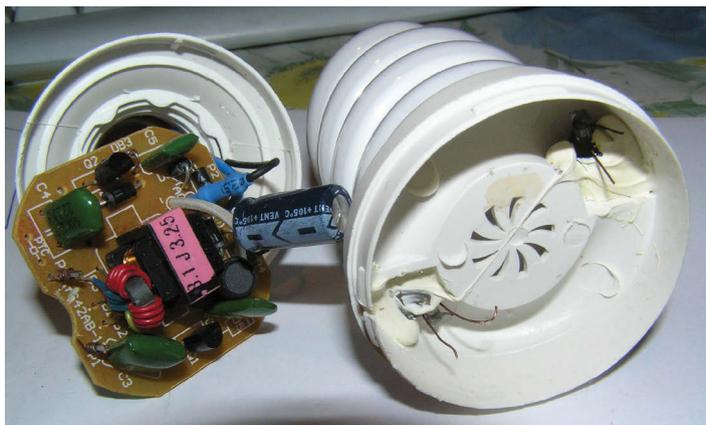


Рис. 1.4. «Начинка» энергосберегающей лампы

На моем примере эта лампа «прослужила» чуть больше года, если быть точным, то 11 654 часа. Она постоянно озаряла искусственным светом коридор деревенского дома (круглосуточно) и отключалась только 3 раза за указанный период времени.

При неисправности энергосберегающей лампы со стандартным цоколем E27 или E14 ее просто выбрасывают и заменяют новой.

### **Результат практического эксперимента**

Таким образом, говорить об особо длительном сроке эксплуатации ЭЛ не приходится, так как реальный пример трудно оспорить. Как говорится, «это не факт, но так оно и было на самом деле».

Важно знать, что долговременность работы (и, косвенно, надежность ЭЛ) связана с количеством включений/отключений и температурой окружающего воздуха.

К примеру, могу ответственно констатировать на моем экспериментальном примере, что при температуре воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  световой поток снижался почти в 2 раза (фиксировалось визуально).

Поскольку в моем эксперименте, продолжавшемся более года до естественной неисправности ЭЛ, включений/отключений было всего 3, а это очень мало, то, очевидно, при более «жесткой» эксплуатации и частых включениях в нормальных бытовых условиях в качестве источника освещения люстры такая лампа не прослужит

и 10 000 часов. Тогда в чем «фишка» ее безупречности, по сравнению с лампой накаливания в части долговечности?

Очевидно также, что применение ЭЛ на улице, для освещения придомовой территории (сельской местности) и подсобных помещений, хлевов, где температура мало отличается от уличной, неэффективно в российских условиях с суровыми зимами, поэтому для уличного освещения до сих пор применяют ртутные и натриевые лампы, но они не «энергосберегающие».

Бесспорным «плюсом» можно считать лишь то, что ЭЛ пожаробезопасны более, чем лампы накаливания, поскольку температура их колбы при работе не превышает 60 °С.

### **1.1.3. Ксеноновые, или галогенные, лампы**

Есть еще один тип ламп – ксеноновые, или галогеновые. По конструкции ксеноновые лампы представляют собой колбу шаровой, эллипсоидной или трубчатой формы. К примеру, ДКсЭл 250-3, ДКсЭл 500-6, ДКсЭл 1000-6, ДКсЭл 2000-6, ДКсЭл 3000-6 и др. На рис. 1.5 представлен внешний вид ксеноновой лампы.



*Рис. 1.5. Вид на ксеноновую лампу с цоколем E27*

Такие лампы довольно хорошо «светят», причем цветовая температура при эксплуатации ксеноновых ламп считается наиболее (после «устаревших» ламп накаливания) безопасной для глаз человека.

Однако говорить о какой-либо длительности эксплуатации и надежности, сравнимой с энергосберегающими – с люминесцентными трубками – или светодиодными лампами, пока преждевременно.

Ближайшие конкуренты светодиодов – галогенные лампы – имеют эффективность (светоотдачу) порядка 25 лм/Вт. Светодиоды давно превзошли этот показатель, и в дальнейшем следует ожидать роста их эффективности и снижения цены.

Интересны на этот счет рекомендации специалистов-практиков: если колба чем-то испачкана, то нужно протереть ее медицинским спиртом. Монтировать такую лампу (закручивать в цоколь) необходимо с особыми предосторожностями, как то: не прикасаться пальцами к колбе, исключить попадание влаги, брызг, надевать перчатки или держать через тряпочку.

Интересно также, что окрашенная в голубой цвет стеклянная колба отфильтровывает избыточное излучение красного спектра излучения обычных ламп накаливания.

#### **1.1.4. Светодиодные лампы**

Светодиодное освещение – это новое и динамично развивающееся направление, созвучное с повсеместной заменой ламп накаливания на лампы (не только) со встроенными ЭПР (электронными преобразователями) и светодиодные лампы (пока весьма дорогие). Тем не менее светодиодные лампы, адаптированные под стандартные патроны E27 и E14, уже есть в продаже, и их ассортимент будет расширяться в ближайшее время хорошими темпами. Проблема в том, что пока стоимость такой лампы (с эквивалентной световой мощностью 100 Вт) не менее 2000 руб.

Они востребованы. Здесь же приведены описания локальных источников освещения на светодиодах – для компьютера (ноутбука, автомобиля) с гибкими выгнутыми шлангами и разъемами USB.

Рассмотрены вопросы крепежа различных светильников, включая галогенные, и режим эксплуатации (рекомендованные расстояния от ближайших конструкций, температурный режим, пожарная безопасность). Материалы, из которых изготавливаются источники искусственного освещения, – кристаллы на основе арсенид-галлия и др.

Светодиоды можно применять для подсветки интерьеров (дома и офиса), мест общего назначения и массового скопления людей, светофоров и уличных устройств (на столбах), освещения улиц и парков.

Осветительные лампы на основе мощных светодиодов обладают заметными преимуществами перед традиционными осветительными приборами.

Намеренно опускаю термин «светодиодная лампа», поскольку по устоявшейся терминологии однозначного определения светодиодных светотехнических изделий сейчас нет, стандарты по терминам и определениям находятся в стадии разработки как в России, так и за рубежом.

В части надежности (определение – наработка до отказа) и долговечности светодиодных ламп сегодня многие спорят. Эта тема живо обсуждается в социуме. Отчасти поэтому в свет вышла книга, которую вы сейчас держите в руках.

Преимущества светодиодного освещения неоспоримы. Основным преимуществом светодиодного освещения является экономия электроэнергии – за счет низкой потребляемой мощности – по сравнению с альтернативными и менее эффективными энергосберегающими устройствами. Длительный срок эксплуатации и большая наработка на отказ определяют сокращение затрат на обслуживание.

Светодиодное освещение имеет хорошие качественные показатели, такие как высокий индекс цветопередачи и низкая пульсация светового потока. В светодиодах отсутствуют вредные вещества, загрязняющие окружающую среду. Использование специально рассчитанной оптической системы обеспечивает снижение светового загрязнения, что благотворно сказывается на здоровье и комфорте человека.

Низковольтное питание делает светодиодное оборудование пожаро-, взрыво- и травмобезопасным. Благодаря этим факторам, а также большой световой отдаче светодиодное освещение стало актуальным в сложных условиях эксплуатации.

Таким образом, светодиодные светильники стали привлекательными для потребителей как в экономическом, так и в экологическом плане, а также по многим другим характеристикам, включая пожарную безопасность. Поэтому за ними будущее.

Практический эксперимент, представленный ниже, иллюстрирует авторский опыт эксплуатации в бытовых условиях одной светодиодной лампы.

### ***Практический эксперимент***

Лампа Camelion, модель LN11-U/842/G23, по заявленным паспортным данным должна была проработать 10 000 световых часов. Ее мощность 11/55 Вт. Цветовая температура 4200 °K 110– 230 В/50 Гц. Световой поток 60 лм.

Практически она проработала без замены с 1998 по 2012 год. Выводы делайте сами.

Далее рассмотрим лампы для бытового и промышленного освещения на основе светодиодов.

Лампы бытового назначения на основе светодиодов стандартизованы по форм-фактору цоколя, как ранее лампы накаливания и энергосберегающие лампы. Тем не менее сегодня рынок таких бытовых ламп достаточно разнообразен. В качестве примера на рис. 1.6 представлены изделия торговой марки ИКЕА (Швеция).



*Рис. 1.6. Светодиодная лампа производства КНР по лицензии ИКЕА (Швеция)*

На рис. 1.6 показана лампа мощностью 7,5 Вт типа LED1205G8E27. Ток ее потребления составляет 45 мА, удельный световой поток 53 лм/Вт. Справа – более мощная (10 Вт) лампа LED1307G10E27 с током потребления 46 мА и удельным световым потоком 60 лм/Вт.

Этот пример показывает, что увеличение мощности на 2,5 Вт (почти на треть) увеличивает ток потребления всего на 1 мА. По цифрам, указанным производителем на корпусе изделий, можно рассчитать и световой поток. В случае с лампой LED1307G10E27 он составит  $60 \times 10 = 600$  лм.

В корпусе лампы установлен преобразователь сетевого напряжения 200...240 В в постоянное (модулированное) напряжение 14 В. Обратите внимание (см. рис. 1) на размещение светодиодов внутри колбы – она не типична для таких изделий. Мощные светодиоды расположены вокруг коллиматора, их свет усиливается линзой. Свет от этих ламп действительно «теплый» – по шкале цветовой температуры он примерно соответствует 2700 °К. Изображение работающей лампы представлено на рис. 1.7.



*Рис. 1.7. Подключенная к питанию светодиодная лампа по шведской технологии*

Эти изделия, произведенные, кстати, в КНР, сильно отличаются от других, например производства РФ, имеющих колбу классической формы, через которую не виден источник света. Изделия фирмы «Оптолюкс» (Россия), о которых мы уже говорили выше как о примере российского производства, обеспечивают световой поток 570 лм при мощности 9 Вт. Они могут заменить 60-ваттные лампы накаливания, т. е. экономят до 80% электроэнергии. Лампы типа ИКЕА без алюминиевого теплоотвода весят всего на 100 г меньше, чем лампы отечественного производства «Оптолюкс» с теплоотводом, занимающим часть корпуса светильника.

Заявленный срок службы светодиодов составляет 15 лет при работе 8 часов в день и включении/выключении не более 4 раз в день. Описанные выше лампы не подходят для систем регулирования яркости, их нельзя погружать в воду, подвергать воздействию открытого пламени и раскаленных предметов.

В России существует собственное производство ламп на основе мощных светодиодов, которым занимается холдинг «Российские светодиоды». К примеру, производство светодиодных ламп «Оптолюкс-Е27-3015» осуществляется на базе одноименной фирмы (см. 1.8).

Свет лампы российского производства «Оптоган» по цветовой температуре более холодный (об этом мы еще поговорим в сравнительном анализе – на примерах – в этой главе). Мощность ламп различна – сегодня можно приобрести изделия от 3 до 15 Вт.



*Рис. 1.8. Лампа «Оптолюкс-E27-3015»*

Представленные выше светотехнические изделия являются относительно маломощными. Тем не менее светодиоды как элементы таких изделий производятся крупнейшими компаниями, среди которых выделяются Cree Lighting, Lumileds Lighting и Nichia Corporation, имеющие собственное производство кристаллов на основе материалов InGaN.

Другие компании-производители, такие как Lamina Ceramics, достигли успехов в изготовлении светильников. Они не производят собственных кристаллов, а корпусируют кристаллы других компаний под своей торговой маркой.

Светотехнические изделия в форме ламп различаются не только по форме, но и по направленности светового потока: с фокусирующей линзой, рассеянного света или матрицей из светодиодных кластеров.

К примеру, светодиодная лампа Ledare E14, модель LED1217C6, рассчитана на напряжение 220–240 В и мощность 7 Вт (50/60 Гц), световой поток 400 лм, цветовая «температура» 2700 °К. Таким образом, сила света и мощность распределены как 57 лм/Вт.

Размеры лампы соответствуют стандарту, указанному для обычной лампы накаливания.

В отличие от ламп накаливания и энергосберегающих ламп, светодиодные имеют достаточно точное и определенное время наработки до отказа, а именно время непрерывной работы 25 000, количество включений – 25 000. В то время как энергосберегающие и лампы

накаливания имеют только примерные параметры. А в части количества включений/отключений при гарантированной работоспособности устройства вообще не регламентированы.

Коэффициент CRI > 87. Этот параметр – так называемый световой индекс.

Световой индекс (CRI Color Rendering Index) рассматриваемого изделия 92. Световая мощность 94 Вт говорит о том, что «выход света» (люмен) составит 940 Еі при мощности потребления от сети 10 Вт. Класс энергосбережения «А», достаточно высокий. Это позволяет реально экономить – для сравнения: данная лампа потребляет 7 кВт за 1000 часов.

### **Практический пример**

По существующим в Петербурге расценкам отпуска электроэнергии в быту – 4,02 рубля за 1 кВт/ч – и (усредненно) времени использования одной такой лампы 2 часа в день за полтора года эксплуатации придется заплатить чуть больше 30 рублей.

К разновидностям светодиодных ламп также можно отнести споты и линейные лампы. Споты – это направленные светильники, которые позволяют выделить отдельные элементы интерьера точечной подсветкой. Лампы линейной формы в основном используют для светильников общего освещения.

Преимущества светодиодов перед лампами накаливания – малое потребление электроэнергии, долговечность и надежность в эксплуатации.

На рис. 1.6–1.8 были представлены современные изделия в форме ламп, различающихся по конструктивному исполнению: с одним мощным светодиодом, «усиленным» линзами и отражателями; с кластером, состоящим из нескольких сверхъярких светодиодов без применения линз и дополнительных отражателей (спрятанных в колбу матового цвета).

Для наглядного сравнения: в работе эти два вида изделий показаны на рис. 1.9.



*Рис. 1.9. Фото двух работающих ламп для сравнения*

Внешний вид разобранной светодиодной лампы представлен на рис. 1.10.



Рис. 1.10. Внешний вид разобранной светодиодной лампы

По сути, оба вида изделий имеют одинаковые преобразователи электрической энергии. В табл. 1.1 представлены параметры цветовой температуры.

**Таблица 1.1. Характеристика света по цветовой температуре**

Характеристика света	Значение цветовой температуры, °K
Теплый белый	2700...3200
Нормальный белый	3201...4200
Дневной белый	4201...5500
Холодный белый	5501...6500

Эти сведения уместно использовать и для определения цветовой температуры светодиодных лент и других излучателей света на основе светодиодов.

### ***Аргументы в пользу светодиодного освещения***

Применение светодиодов в учреждениях дошкольного, школьного и профессионально-технического образования, а также во многих помещениях медицинских учреждений запрещено. Применение светодиодов в учреждениях не рекомендуется по действующему стандарту СанПиН.

С другой стороны, все магазины Москвы, Петербурга (не рынки) полны «сертифицированными» светодиодными лампами. Ограниче-

ний нет, или о них предпочитают не говорить. Значит, вред такой лампы не доказан или сомнителен.

Разумеется, есть отдельные мнения. Но мы должны опираться на фундаментальные научные исследования, если хотим утверждать «запрещено», «рекомендуется». Во всяком случае, такая, предложенная здесь, концепция, на мой взгляд, вполне соответствует масштабному потребительскому «буму», обращенному на светодиодные лампы в последние несколько лет. И здесь ничего не поделаешь. СЛ рекламируют производители, люди потребляют эти лампы и желают знать – как и что в них устроено.

На разрешение таких вопросов и направлена книга – рассказать, как и что устроено. Не веду речь об отрицательных или положительных качествах продукции, не представляю ничьих интересов и опираюсь на опытное мнение.

Есть и другая сторона аргументации. Действительно, светодиодные лампы, имеющиеся в продаже в наших торговых точках (для бытового предназначения), далеко не безупречны. Но вот известная компания «Прософт» всю рекламирует светодиодные решения как в кластерах, так и в отдельных СЛ.

На железной дороге (РЖД) уже декаду лет назад повсеместно перешли на производственное освещение мощными СЛ и заменили ими галогенные, ДРН. Поэтому польза СЛ до конца не изучена, и есть мнения о вреде их применения в бытовых условиях, но как устройства значительной экономии электроэнергии, особенно в больших промышленных масштабах, эффективно работоспособные в том числе в сильный мороз, лампы на светодиодах сегодня не имеют себе равных.

Особенность производства оптики для мощных СЛ в современных условиях – вопрос не праздный. Для понимания его актуальности достаточно выйти в сумерки (ночью) на улицу в крупном городе и сравнить эффективность светодиодных светофоров, ставших уже привычными на наших улицах. Такие светофоры, устанавливаемые на перекрестках и железнодорожных переездах, давно вытеснили по эффективности «старые» светофоры с лампами накаливания. Особенно этот контраст заметен в солнечную погоду.

Однако и сегодня производители оптики «спорят» между собой об эффективном способе отражения света. Основой для светодиодных ламп в данном случае служит модуль XLampTMXR-E7090. Он имеет в основе кристаллы мощных светодиодов на основе InGaN-структур на SiC-подложке, со световым потоком до 200 лм при токе потребления всего 450 мА.

О том, что (какая лампа) лучше и какова статистика аварийности, суть несколько иная тема. Я не утверждаю, что советуую устанавли-

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)