

# LED

*Light-emitting diode*

# Свет

**Свет** – это воспринимаемое глазом (видимое) электромагнитное излучение, которое лежит в промежутке длин волн от 380 до 780 нм ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ). **Световой поток** представляет собой мощность излучения, оцененную с позиции его воздействия на зрительный аппарат человека, измеряется в люменах (лм). **Освещенность** показывает, сколько света падает на ту или иную поверхность. Освещенность равна отношению светового потока, упавшего на поверхность, к площади этой поверхности. Единицей измерения освещенности является **1 люкс (лк)**.  $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм} / \text{м}^2$ .



# Источники света



Источник света — любой объект, излучающий энергию в световом спектре. По своей природе источники света делятся на естественные и искусственные. Хорошо известно, что при нагревании до определённых температур вещества начинают излучать свет. Например, температура твёрдого тела начинающего излучать видимый спектр составляет около 800 градусов. Ярким примером может служить разогретый металл или тлеющий уголь, имеющий тёмно красный цвет. С повышением температуры идёт изменение цветового оттенка по спектру, от красного к фиолетовому. Всё время своего существования человечество изобретало множество различных искусственных источников света. Лучины, факелы, свечи, с появлением электричества это стали первые лампы накаливания, с развитием радиотехники и электроники, появились газоразрядные источники света, с дальнейшим развитием электроники и появлением нано технологий это стали всевозможные компактные люминесцентные, и светодиодные осветительные приборы.

Следовательно, искусственный источник света это техническое устройство различной конструкции и с различными способами преобразования энергии, основным назначением которого является получение светового излучения. Основными характеристиками любого источника света является его яркость иными словами испускаемый световой поток, ширина спектра излучения, световая отдача (отношение излучаемого света к потребляемой мощности) и цветовая передача, которая характеризует влияние источника света на зрительное восприятие цветных объектов по сравнению с восприятием тех же объектов под естественным источником освещения т.е Солнца. Именуемое как индекс Ra. Существуют так же другие характеристики электросветовых приборов, связанные с аспектами их эксплуатации, принципом действия, устройства и рациональности использования. Далее следует кратко разобрать основные группы существующих световых устройств, получивших наиболее широкое применение в бытовом и промышленном освещении.



**Лампы нити накала.** В качестве рабочего тела используется вольфрамовая нить изолированная от кислорода в колбе различной конструкции и наполнения. Разогреваясь до температуры примерно 2400 по Цельсию или 2700 по Кельвину под действием электрического тока, испускает видимый свет. Галогеновые лампы имеют ту же нить, но камера заполнена инертным газом галогеном, препятствующим испарению вольфрама и позволяющим нити разогреваться до более высокой температуры 3000 К. От этой отметки целесообразно измерять цветопередачу, у галогена равную 99,7%. Преимуществом подобных ламп может служить габариты, низкая стоимость, возможность регулировки яркости и самая высокая цветопередача (у галогена). К недостаткам относится низкая светоотдача, до 15 lm/w, температура нагрева, малая прочность и короткий срок службы до 3000 часов.



**Газоразрядные лампы.** (Г.Л.) Основным принципом действия является электрический разряд в парах ртути, который провоцирует ультрафиолетовое излучение, попадая на нанесённый внутри колбы люминофор вызывает видимое свечение заданной цветовой температуры. Для работы необходимо ПРУ (электромагнитное или электронное). Которое даёт стартовый бросок напряжения и поддерживает заданную частоту смены полюсов на электродах. Одним из видов Г.Л. являются компактные люминисцентные, получившие широкое распространение благодаря своим минимальным размерам, и комфорту использования. К преимуществам можно отнести достаточно высокую светоотдачу 50-80 lm/w, низкий температурный режим, срок службы до 12000 часов, наличие выбора цветовой температуры, цветопередачи и многообразия технических исполнений. К недостаткам относят хрупкость, достаточно большие размеры, содержание ртути, чувствительность к колебаниям сети время прогрева.



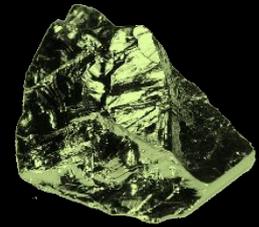
**Газоразрядные дуговые лампы.** Лампы в которых источником света является электрическая дуга. Дуга горит между двумя электродами из тугоплавкого металла, как правило из вольфрама. Пространство вокруг промежутка обычно заполняется инертным газом (ксеноном, аргоном), парами металлов или их солей (ртути, натрия и др.). В зависимости от состава, температуры и давления газа, в котором происходит разряд, лампа может излучать свет различного спектра. Если в спектре излучения много ультрафиолетового света, а необходимо получить видимый, используется люминофор. Существуют металлогалогеновые, ксеноновые, натриевые, ртутные, лампы, нашедшие широкое применение в промышленности и техническом освещении. Преимуществом является высокая светоотдача до 200 lm/w (натриевые низкого давления). Недостатками можно считать высокую стоимость всей установки, низкую цветопередачу, длительный розжиг (пуск).



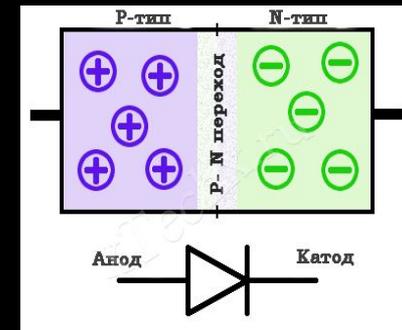
**Светодиодные лампы.** В качестве источника света служит светодиодный чип на основе полупроводникового кристалла. Данный светотехнический прибор является самым перспективным и востребованным на сегодняшний день. Благодаря сочетанию высокой энерго-эффективности, низкому нагреву, компактным размерам, многообразию форм, назначений, устойчивости к внешнему механическому воздействию, высокой цветопередачи и самому длительному сроку службы из всех вышеперечисленных источников света. О котором и пойдёт речь далее...

# Что такое диод

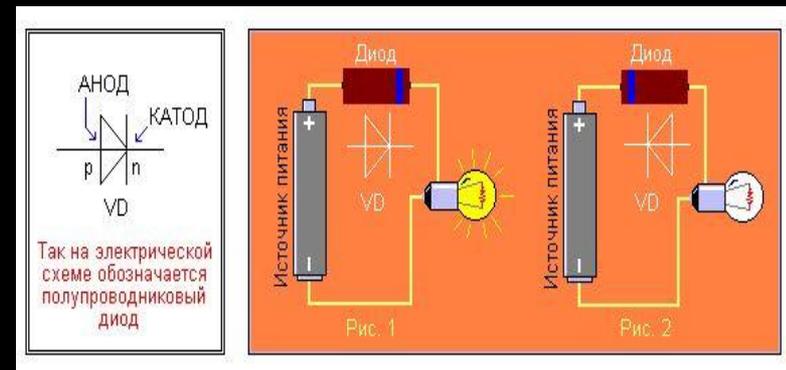
Все материалы делятся на проводники, диэлектрики и полупроводники. В радиоэлектронике используются все типы материалов: проводники служат переносчиком электрического тока, диэлектрики блокируют ограничивают и разделяют пути переноса электричества. Полупроводники имеют свойства и тех и других. Основным свойством этих материалов является увеличение электрической проводимости с ростом температуры. Самыми известными представителями из достаточно большого количества элементов и соединений являются кремний и германий. В зависимости от добавляемых примесей можно получить: полупроводники n типа (negative)- проводят ток подобно металлам, с электронной проводимостью. (донор). И p типов (positive) - Этот вид полупроводников характеризуется дырочной проводимостью. Т.е имеет положительный заряд. (акцептор).



**Диод** - самый простейший по устройству в семействе полупроводниковых приборов. Если взять пластинку полупроводника, например германия, и в его левую половину ввести акцепторную примесь, а в правую донорную, то с одной стороны получится полупроводник типа P, соответственно с другой типа N. В середине кристалла получится, так называемый **P-N переход**. Диод имеет анод и катод (два контакта) способен пропускать ток только в одном направлении от анода к катоду.

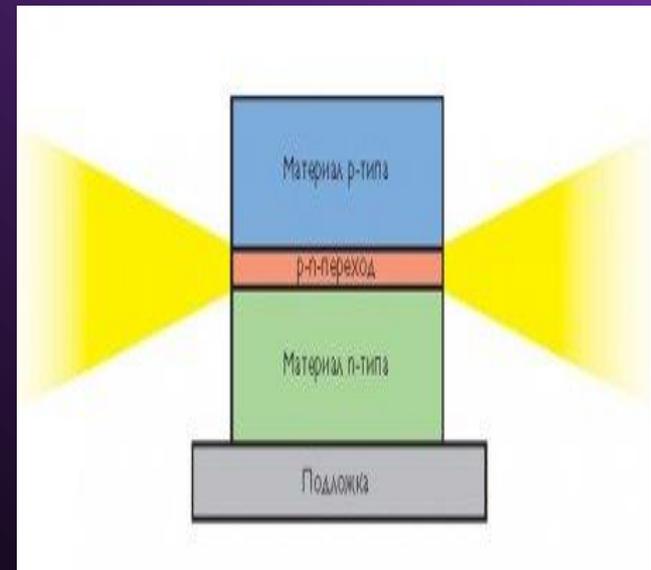


В принципе, когда электроны переходят из материала n-типа в материал p-типа и рекомбинируют с дырками, происходит выделение энергии в виде фотонов, элементарных частиц (квантов) электромагнитного излучения. Все диоды испускают фотоны, но не все диоды испускают видимый свет. Это происходит из-за того что электрон при p-n переходе опускается на более низкий энергетический уровень, орбиталь, и просто обязан отдать излишек энергии в виде тепла и излучения, то есть фотон или квант света.



# Что такое светодиод

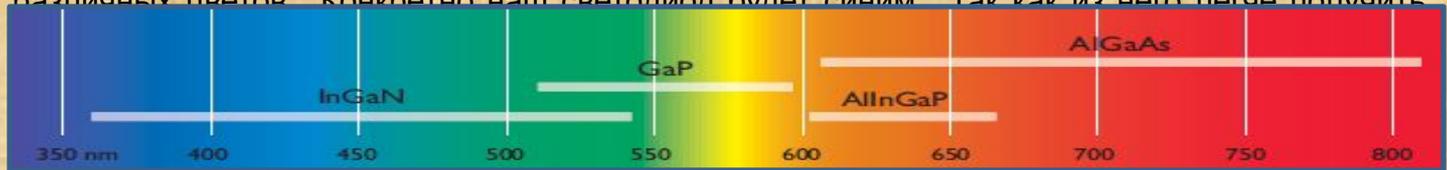
Светодиод - полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра. Этот спектр не обязательно видим для человека. Материал, из которого изготавливается светодиод, выбирается таким образом, чтобы длина волны испускаемых фотонов находилась в пределах видимой области спектра излучения. Разные материалы испускают фотоны с разными длинами волн, что соответствует разным цветам испускаемого света. **Для того чтобы светодиод мог служить полноценным источником света, он должен отдавать максимально возможное количество фотонов и иметь оптимальный спектр излучения.** Создание ярких светодиодных ламп является самым актуальным и передовым технологическим процессом в мировой светотехнической индустрии. Каждая кампания, занимающаяся изготовлением светодиодных ламп старается открывать всё новые и новые пути усовершенствования своих светодиодов, чтобы они становились мощнее, ярче, имели всё более высокую надёжность. Единой технологии изготовления светодиодов нет, существует лишь принцип. Каждый производитель имеет свой собственный рецепт, наиболее удачные из которых старается держать в тайне от многочисленных конкурентов. Пожалуй самым базовым и сложным процессом при создании светодиодного осветительного устройства является изготовление того самого полупроводника, кристалла, обеспечивающего возникновение самого света...



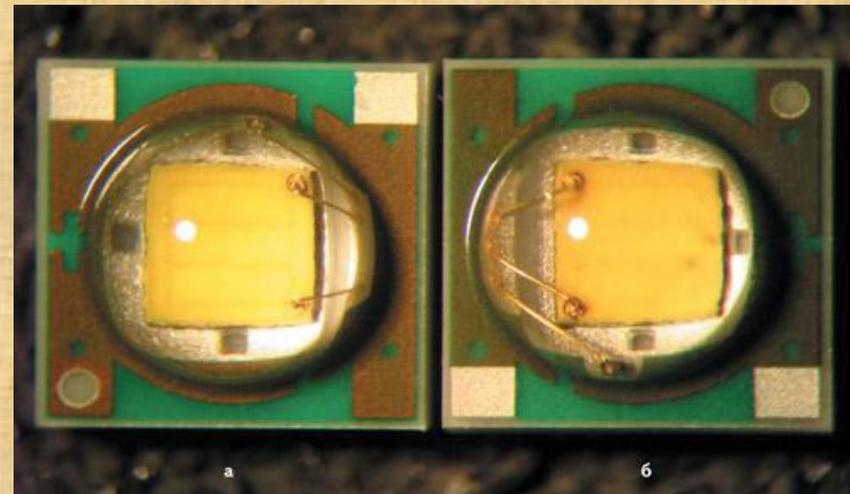


## Создание кристалла светодиода. Рассмотрим один из самых простых и быстрых способов.

Подложку, пластину из синтетического сапфира, кремния или германия (чаще всего) помещают в специальную камеру где происходит процесс напыления специальных химических элементов, например, на основе металлов: индия, галлия, алюминия. **Задача получить слои, образующие тот самый полупроводник из двух типов химических примесей Р и N. Образующих р n переход.** Для чего нужна подложка??? Её берут из за почти идеального строения кристаллической решётки, используют в роли трафарета, а напыляемый полупроводник (изначально не имеющий такой идеальной структуры), как бы перенимает её строение. Вот почему напыление идёт слоями в одну молекулу. И почему, собственно, и называется нано технологией. Без этого полупроводник не сможет давать необходимое количества излучения. В зависимости от состава напыляемых примесей добиваются различных цветов. Конкретно наш светодиод будет синим. Так как из него легче получить



Затем готовую пластину разделяют на отдельные кристаллы, так как светить способен каждый из них. Для этого подложку разрезают алмазными лезвиями, и делят размер кристалла не превышает 1 кв мм. Далее кристаллы помещают в корпус, и припаивают электроды из золотых нитей. Создают так называемый светодиодный чип. В последствии для создания осветительного устройства светодиодные чипы могут быть монтированы в соответствии с существующими различными технологиями монтажа. Далее будут кратко рассмотрены основные из них.



# Основные технологии монтажа светодиодных чипов.

Считаются первыми светодиодами массового применения.

При DIP технологии чип монтируется на алюминиевый светоотражатель в виде воронки. Вся конструкция заливается полимерной смолой, образуя литую форму служащей одновременно защитой и линзой. Используются такие диоды преимущественно в индикации, подсветке, в некоторых лампах старого образца. Недостатком является низкая яркость, так как практически отсутствует отвод тепла и невозможно подавать высокий ток.



Светодиоды, выполненные по технологии SMD, монтируются непосредственно на общую подложку, которая часто исполняет роль радиатора (охлаждения). Так создаются целые светодиодные модули и пластины, которые могут иметь прямоугольную или круглую форму, быть жесткими или гибкими - например светодиодные ленты. Для мощных светильников и прожекторов изготавливаются светодиодные сборки SMD на металлическом массивном радиаторе. Выделяют наиболее часто используемые размеры 35\28, 50\50 и другие. Преимуществом, безусловно, является его яркость и универсальность монтажа.



**High power** технология позволяет добиться максимальной плотности светового потока, излучаемого светодиодом. В первую использования чипов высоких мощностей, установленный, как правило, на массивном тепло отводе. Самой отличительной чертой является линза различных форм и материалов, концентрирующая и усиливающая световой поток самого чипа. Используются данные диоды прежде всего в современных прожекторах, ручных фонарях, и любых светильниках имеющих повышенную яркость. Недостатком служит высокий нагрев, следовательно, увеличивается занимаемая площадь при групповом монтаже, высокое потребление и достаточно сложная конструкция. Тем не менее не заменимы в определённых светотехнических решениях.

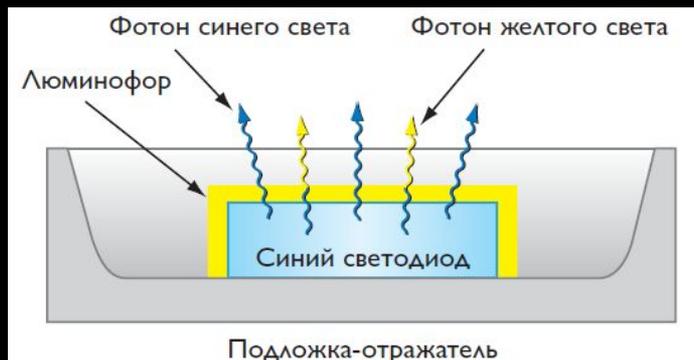
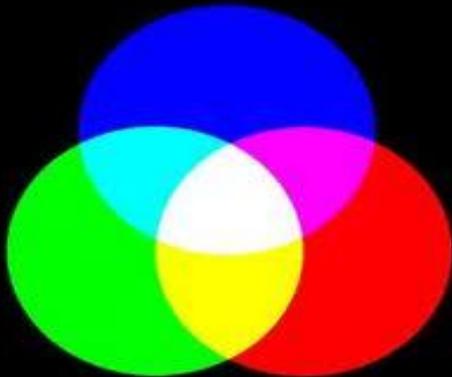


**СОВ ТЕХНОЛОГИЯ.** Светодиоды, созданные по данной технологии, обладают установленными прямо на плату несколькими чипами. И как правило покрытыми общим слоем люминофора. Такой способ позволяет покрывать целые поверхности, это носит скорее декоративных характер. К преимуществам можно отнести хороший отвод тепла, следовательно надёжную работу, равномерность свечения. К недостаткам низкую удельную яркость, такие диоды не обладают высокой мощностью по сравнению с теми же SMD.



# Цвет и свет

Так как светодиод является источником света узкого спектра, то сам по себе для замены традиционного освещения не пригоден. Для того чтобы получать естественный белый цвет, так же различные цвета и оттенки, используют чаще всего два способа. Первый – это сочетание трёх чипов в одном – красный, синий, зелёный. При регулировании яркости каждого цвета в отдельности можно получить любой оттенок в том числе и белый. Второй – нанесение жёлтого люминофора (специальной люминисцирующей краски на основе эпоксидных и полимерных смол) поверх чипа синего спектра излучения, получая белый, голубой и тёплый цвета. От качества люминофора зависит качество спектра, следовательно зависит уровень цветопередачи, являющимся одним из самых важных факторов, особенно в бытовом освещении.



# Источники питания светодиодов.

Для того что бы светодиод светил, на него необходимо подавать напряжение постоянного тока как правило напряжения от 3 В. Светодиоды в силу своей конструктивной особенности не могут светиться при напряжении ниже 1.6 .. 1.8 В. Для питания светодиодов подходят как гальванические элементы ( батарейки, аккумуляторы) , так и преобразователи ( блоки питания) преобразующие сетевой переменный ток 220 В в постоянный. Разберём кратко самые распространённые устройства питания светодиодов, используемые преимущественно в бытовом освещении. Так как светодиод это нелинейный потребитель тока. А следовательно, **он может потянуть из источника питания больше ампер, чем ему требуется для стабильной работы.** В этом случае может выйти из строя как светодиод, так и блок питания; поэтому существует потребность в ограничении по току, от сюда можно выделить два базовых источника питания:

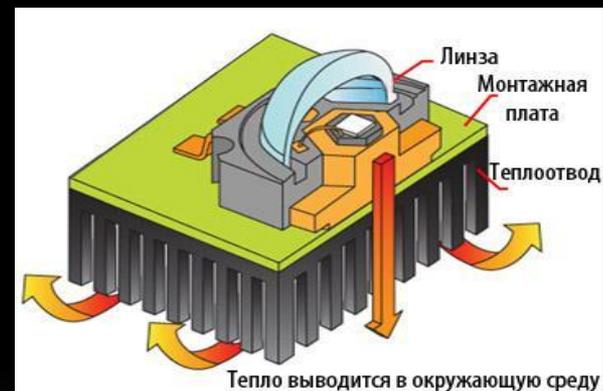
**Блоки питания**- устройства преобразующее 220В переменного тока в 3..12..24 В постоянного. Такие блоки имеют ограниченную мощность, например, 100 ватт, и, следовательно , **в пределах своей максимальной мощности они отдают ровно столько, сколько из него тянет потребитель.** Такие блоки, в основном используют при подключении светодиодной ленты, на которой в свою очередь есть маленькие резисторы, ограничивающие тот самый ток, который светодиод может вытянуть слишком много .

**Драйверы** – устройства которые в отличие от блоков питания **не имеют чёткого количества вольт.** Зато они имеют чёткий ограниченный ток, который подаётся на светодиод всегда одной и той же величины. Буквально, этот процесс контролирует специальная микросхема в совокупности с рядом других радиодеталей , **подстраиваясь под любые скачки напряжения на выходе дают необходимый, а главное стабильный ток.**



## Способы отвода тепла или охлаждения светодиодов.

Для устойчивой работы светодиода, для максимальной светоотдачи и длительного срока службы необходимо соблюдения определённых температурных режимов. Грубо говоря, чем ниже температура тем эффективнее и дольше работает светодиод. Максимальная рабочая температура диода составляет 80-85°C. Более высокие температуры значительно сокращают срок службы прибора. Кратко рассмотрим базовый принцип охлаждения светодиодного источника света. Печатная плата с чипом крепится на монтажную плату, чаще из алюминия, та в свою очередь через слой термо-пасты плотно соприкасается с основным тепло отводом (радиатором), тот отдаёт тепло в окружающую среду. Существуют самые различные варианты и технологии изготовления радиаторов, материалы из которых они изготавливаются постоянно видоизменяются и совершенствуются. Поверхностно говоря, в бытовом освещении чаще всего встречаются металлические, пластиковые и керамические. Металлические – чаще алюминиевые или медные дорогостоящие, но самые эффективные. Пластиковые самые дешёвые, просты в изготовлении, но у них самый низкий уровень тепло отвода. Керамика занимает среднее место: она не такая дорогая как металл, но обладает значительно высокими теплопроводящими свойствами, легка в обработке и безопасна с точки зрения изоляции.



М  
ет  
ал  
л

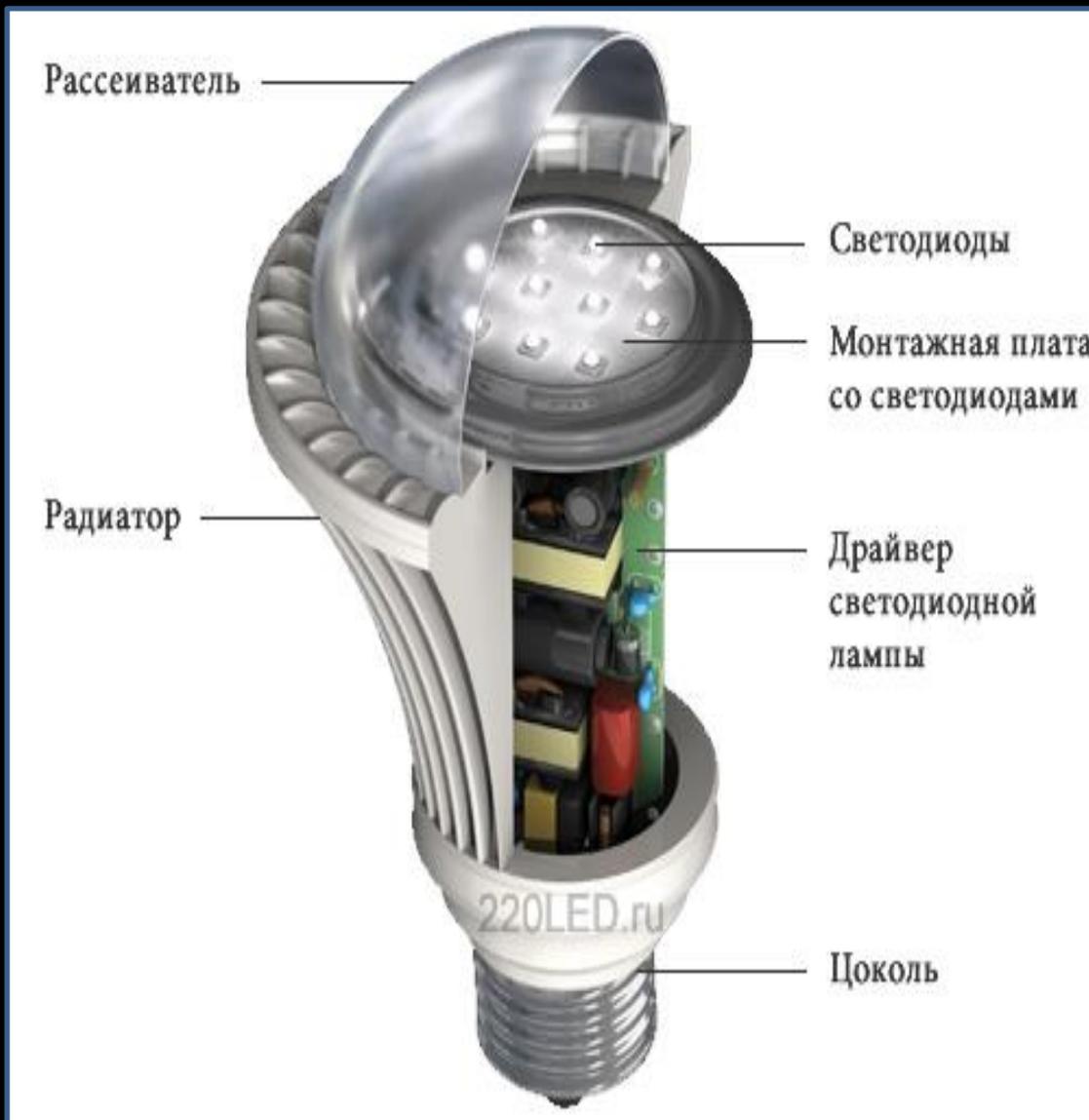


Ке  
ра  
ми  
ка



Пл  
аст  
ик

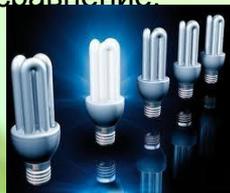
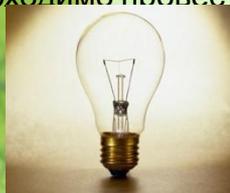




На основе всего вышесказанного не трудно будет сложить общее представление о структуре обычной светодиодной лампы, применяемой в бытовом освещении с помощью данной схематичной модели. Такая модель является типовой именно такое взаиморасположение имеют функциональные элементы практически любой светодиодной лампы. Мощность, размер, тип цоколя могут быть совершенно разными. Существует огромное количество вариантов исполнения, технологий изготовления, предназначения светодиодных светильников и целых систем, подсветок, индикаторов, и все они базируются на основных принципах работы полупроводникового светодиода, питания его

Светодиодные источники света, несомненно, являются самой развивающейся и перспективной отраслью светотехники. Способы по достижению как можно лучших параметров растут с огромной скоростью, растёт совершенство технологий с помощью которых достигается всё большее качество света, энергоэффективность, долговечность и оптимальность габаритов и форм. Преимущество светодиодов как целой светотехнической индустрии неоспоримо в принципе, так как является явлением прогресса, естественной эволюцией всего что нас окружает. И никаких недостатков с этой точки зрения быть просто физически не может. А вот является ли обычная светодиодная лампочка лучшим искусственным источником света в нашей повседневной жизни на данный момент? Для этого стоит уточнить её реальные преимущества и реальные недостатки. Чтобы выявить плюсы и минусы по логике вещей необходимо провести сравнение.

### Базовые Хар-ки



Мощность Вт	100	20	13
Яркость лм	1200	1200	1200
Ресурс ч	1000	12000	50000
Нагрев с	290	65	60
Прочность	малая	средняя	высокая
Размеры	малые	большие	средние
Цвето-передача Ra	99	85	90
Цена грн.	5	30	100

По самому примитивному сравнению трёх видов ламп, по общему показателю яркости в 1200 лм. Примерного соответствия 100 ватной лампы накала видно что светодиод пусть и не самый идеальный источник света на данный момент, но несомненно является самым энергоэффективным, долговечным и надёжным в плане устойчивости к внешнему воздействию отсутствию потенциальной опасности для здоровья человека. Даже цена является негативным фактором лишь на первый взгляд так как половину срока службы светодиод заменяет 25 ламп накала а это минимум 100 грн. Т.е окупает себя полностью. Потребляя при этом в 10 раз меньше электроэнергии и застрахован от неожиданного выхода из строя. Единственный существенный недостаток- это изначально узкий спектр света излучаемый кристаллом большинства доступных простому человеку диодов. Видимый искусственно достигаемый белый свет, не даёт того спектра который обеспечивает разогретая до 3000 реальных градусов

В похожих поверхностных описаниях основных аспектов устройства, работы и качественных характеристик светодиодных источников света отсутствует примерно тонна различных принципиально важных подробностей. Знание которых возможно ограничит сферы применения светодиодов и трактовку их преимуществ. А возможно расширит и изменит сам принцип понимания, выбора и способа использования данного источника света .