**Источники света. Ксеноновые и безэлектродные лампы. Пускорегулирующая аппаратура. Светоизлучающие диоды.**

**Безэлектродная лампа** – осветительный прибор, принцип действия которого основан на [газовом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7) разряде в высокочастотном электромагнитном поле. Отсутствие нитей накаливания или [электродов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4) позволяет повысить долговечность лампы и ее мощность. Безэлектродные безлюминофорные лампы имеют высокую стабильность параметров (яркость, спектральный состав) благодаря отсутствию деградирующих элементов конструкции.

Лампы возбуждаются емкостным или [индукционным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0) способом.

При емкостном возбуждении колба помещается между двух электродов вместо диэлектрика конденсатора. На обкладки подается высокочастотное напряжение. Лампы такого типа требуют экранирования чтобы не излучать помеху, поэтому применение такой схемы ограничено специальными лампами.

В индукционной схеме на колбе располагаются один или больше магнитопроводов с первичной обмоткой, на которые подается переменное напряжение высокой частоты. Система аналогична трансформатору, где газовый разряд является вторичной обмоткой.

Электронный блок, вырабатывающий высокочастотный ток может быть выполнен как отдельное устройство или находиться в одном корпусе с колбой. Колбы стеклянные или кварцевые если требуется выход [ультрафиолета](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82). Состав газа и люминофора аналогичен обычным газоразрядным лампам

Области применения

* [Ртутные лампы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%82%D1%83%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D1%8B) могут применяться для обеззараживания вод и помещений.
* Наружное и внутреннее освещение.
* Лабораторные высокостабильные источники ультрафиолета.

Достоинства

* Большой срок службы — более 100 тыс. часов
* Высокая мощность — до 300 Вт
* Более высокая светоотдача — до 120 Лм/Вт
* Возможность регулирования мощности лампы
* Высокая стабильность параметров

Недостатки

* Необходимость борьбы с высокочастотным излучением.
* Сложная электроника генераторов накачки.

**Светоизлучающие диоды.**

**Светодио́д** или **светоизлучающий** [**диод**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%BE%D0%B4) (**СД**, **СИД**, **LED** [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Light-emitting diode*) – [полупроводниковый прибор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B) с электронно-дырочным переходом, создающий [оптическое излучение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) при пропускании через него электрического тока. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, его спектральные характеристики зависят в том числе от химического состава использованных в нём [полупроводников](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA). Вероятно, первый светодиод, излучающий свет в [видимом диапазоне спектра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), был изготовлен в [1962 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1962_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) в [Университете Иллинойса](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A3%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%98%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B9%D1%81%D0%B0&action=edit&redlink=1) группой, которой руководил [Ник Холоньяк](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA_%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%8C%D1%8F%D0%BA). В 1923 году, экспериментируя с детектирующим контактом на основе пары «карборунд — стальная проволока», Олег Лосев обнаружил на стыке двух разнородных материалов слабое свечение – электролюминесценцию полупроводникового перехода.

При пропускании электрического тока через [p-n переход](http://ru.wikipedia.org/wiki/P-n_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%85%D0%BE%D0%B4) в прямом направлении, носители заряда — [электроны](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) и [дырки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%8B%D1%80%D0%BA%D0%B0_(%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0)) — рекомбинируют с излучением [фотонов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) (из-за перехода электронов с одного энергетического уровня на другой).

Не все полупроводниковые материалы эффективно испускают свет при рекомбинации. Лучшие излучатели относятся к [прямозонным полупроводникам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%89%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0) (то есть таким, в которых разрешены прямые оптические переходы зона-зона), типа [AIIIBV](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA) (например, [GaAs](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B4_%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%8F) или InP) и [AIIBVI](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA) (например, ZnSe или CdTe). Варьируя состав полупроводников, можно создавать светодиоды для всевозможных длин волн от [ультрафиолета](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) ([GaN](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%8F" \o "Нитрид галлия)) до среднего инфракрасного диапазона ([PbS](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B8%D0%B4_%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B0" \o "Сульфид свинца)).

Диоды, сделанные из [непрямозонных полупроводников](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%89%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0) (например, [кремния](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9), [германия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) или [карбида кремния](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%B4_%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D1%8F)), свет практически не излучают. Впрочем, в связи с развитием кремниевой технологии, активно ведутся работы по созданию светодиодов на основе кремния. В последнее время большие надежды связываются с технологией квантовых точек и фотонных кристаллов.

**Пускорегулирующая аппаратура**

Большинство современных люминесцентных ламп предназначено для работы в электрических сетях переменного тока. Они включаются в сеть только вместе с пускорегулирующим аппаратом (ПРА), который обеспечивает зажигание ламп и нормальный режим их работы.Схемы ПРА классифицируют по типу балласта и способу зажигания лампы. Чаще всего применяют индуктивный балласт, реже - индуктивно-емкостной. Балласты в виде активного сопротивления или чистой емкости применяют только в специальных случаях. По способу зажигания ламп схемы и ПРА делят на стартерные и бесстартерные. Последние, в свою очередь, подразделяют на схемы быстрого и мгновенного зажиганий.

Для облегчения зажигания ламп, работающих в сети без дополнительного трансформатора, широко применяют предварительный нагрев электродов до температуры, обеспечивающей термо-эмиссию, достаточную для зажигания разряда при более низких напряжениях. Нагрев производится путем их кратковременного включения в цепь тока, что достигается замыканием контакта соответствующего устройства (стартера). При последующем размыкании контакта возникает импульс напряжения, превышающий напряжение сети. Этот импульс, приложенный к лампе с еще не успевшими остыть электродами, должен зажечь в ней разряд. Для этого нужно, чтобы импульс имел некоторую минимальную амплитуду и энергию.

Стартеры. Кратковременное замыкание и последующее размыкание цепи можно производить вручную при помощи ключа или автоматически с помощью специального устройства, называемого стартером. Существуют следующие типы стартеров: тлеющего разряда, тепловые, электромагнитные, термомагнитные, полупроводниковые и др.

Процесс зажигания лампы с помощью стартера можно разбить в общем случае на четыре стадии: подготовительная -с момента подачи напряжения до замыкания стартера; нагрев электродов лампы - с момента замыкания до момента размыкания; попытка зажигания - в момент размыкания; подготовка стартера к следующему включению. У отдельных типов стартеров может отсутствовать первая стадия.

С точки зрения оптимальных условий зажигания лампы желательно сократить или исключить первую стадию, поскольку она задерживает момент зажигания лампы, обеспечить время контактирования, достаточное для нагрева электродов до температуры, при которой происходит значительное снижение напряжения зажигания разряда, и обеспечить при размыкании цепи стартера возникновение импульса напряжения достаточной величины и длительности для зажигания разряда. Кроме того, к стартеру предъявляют требования максимальной простоты, высокой надежности и др. Эти требования в известной мере противоречивы, поэтому при конструировании стартера приходится искать компромиссные решения.

Наибольшее распространение получили стартеры тлеющего разряда . Стартер представляет собой миниатюрную лампу, у которой один или оба электрода сделаны из биметаллической пластинки. В обычном состоянии электроды находятся на небольшом расстоянии друг от друга. При включении напряжения между ними возникает тлеющий разряд, нагревающий биметаллические пластинки, которые от нагрева изгибаются и замыкают цепь (1-я стадия тлеющего разряда). С этого момента через электроды лампы идет ток короткого замыкания, нагревающий их до высокой температуры (2-я стадия). Как только контакт замкнется, разряд в стартере погаснет; биметаллические пластины остывают и, возвращаясь в нормальное состояние, размыкают цепь.

В момент размыкания возникает импульс повышенного напряжения, который зажигает разряд в лампе (3-я стадия). При установлении дугового разряда в лампе напряжение на ней падает до напряжения горения. Стартер делается с таким расчетом, чтобы напряжение, при котором в нем возникает тлеющий разряд, было выше рабочего напряжения на лампе и ниже минимального напряжения в сети. Поэтому при горящей лампе разряд в стартере не возникает, биметаллические пластинки остаются холодными и цепь стартера - разомкнутой. Если лампа не зажглась после первого размыкания, то стартер начинает повторять процесс снова до тех пор, пока лампа не загорится.

Стартер монтируют на изолирующей панельке с двумя штырьками и закрывают металлическим или пластмассовым футляром. Стартеры имеют стандартные размеры. В футляр вмонтирован миниатюрный конденсатор небольшой емкости, служащий для уменьшения радиопомех. Кроме того, он оказывает влияние на характер переходных процессов в стартере так, что способствует зажиганию лампы. Без конденсатора пик напряжения в стартере достигает весьма большой величины - порядка нескольких киловольт, но имеет очень малую длительность (1-2 мкс), вследствие чего энергия импульса оказывается очень малой. Включение конденсатора приводит к снижению пика до 400...900 В, возрастанию его длительности с 1 до 100 мкс и значительному увеличению энергии импульса.