



# Источники света

## Виды, основные характеристики и применение.



### Искусственные источники света



Лампа накаливания



Люминесцентная лампа



Ртутная газоразрядная лампа



Галогенная лампа



Скворцов А.М.  
Преподаватель спецдисциплин  
Заслуженный учитель Р.Ф.

## Сначала был факел...

Потом-свечка! А два века назад улицы Санкт-Петербурга освещались масляными фонарями.

Первые уличные установки электрического освещения появились в конце 19 века в странах Западной Европы, в Америке и России.

Очень дорогое удовольствие-с сентября 1805 по май 1806 г. 595 фонарей Петербурга съели *10518 пудов* конопляного масла и *70 пудов* фитиля. Масляные фонари *130* лет освещали улицы городов – вот рекорд среди уличных источников света.

В сказанном, главное то, что человек никогда не скупился на освещение.

В настоящее время **энергосбережение** - одна из приоритетных задач во всем мире. Это связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами.



Задача рационального использования электроэнергии (ЭЭ) и снижения затрат на искусственное освещение всегда относилась к важнейшим проблемам.

Потребление электроэнергии растёт, а дефицит энергоресурсов становится одной из реальностей современной России.

С 2009 года ведущие страны мира начали масштабный переход на энергосберегающие источники света. В нашей стране более 20% электроэнергии расходуется на освещение.



## Еще немного истории

История развития электрического освещения берет свое начало с 1870 года, когда была изобретена лампа накаливания, дававшая свет с помощью электрического тока.



Первые источники света работали по тому же принципу, что и [электрические сварочные аппараты](#): друг к другу, на малое расстояние подводились два электрода, подключённых к источнику тока, а после появления стабильной и яркой дуги чуть-чуть разводились в стороны.



П.Н. Яблочков

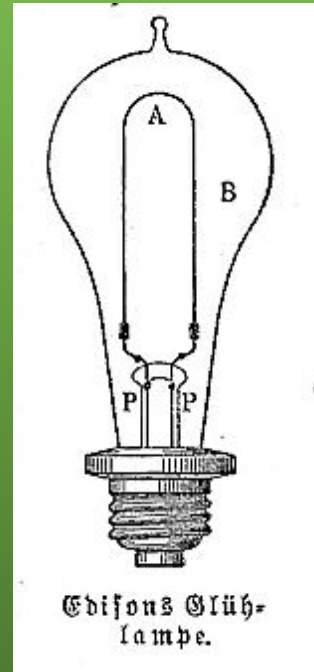
Переворот совершил [Павел Яблочков](#), который 12 декабря 1876 года открыл «электрическую свечу».

**Преимуществом конструкции было отсутствие необходимости в механизме, поддерживающем расстояние между электродами для горения дуги. Электродов хватало примерно на 1,5 часа.**



Электродуговая лампа (электрическая свеча)  
Яблочкова, 1875 г.

Важную доработку в созданной **Яблочковым** лампе накаливания изобрел знаменитый американец [Томас Эдисон](#). Он поместил устройство в вакуумную оболочку, которая защитила контакты с [электрической дугой](#) от окисления, поэтому его лампа могла давать свет достаточно длительное время. 21 октября 1879 года он включил первую лампочку, которая смогла гореть [два дня](#).



Одновременно Эдисон изобрел винтовой патрон, цоколь и выключатель.

## Источники света-один из самых массовых товаров, производимых человеком

Ежегодно производится и потребляется несколько миллиардов ламп.

Еще недавно львиную долю составляли лампы накаливания.

Стремительно возросло потребление современных ламп-компактных люминесцентных (энергосберегающих), металлогалогенных.

Наиболее заманчивые перспективы в энергосбережении да и в дизайне осветительных установок за светодиодами.



### Лампы перегорают.

Световой поток лампы уменьшается в процессе работы. Срок службы — важнейший эксплуатационный параметр ламп. Различают полный (пока не перегорит) и полезный (пока световой поток не упадет ниже определенного предела) срок службы.

Проектируя световое решение, нельзя забывать о дальнейшей эксплуатации осветительной установки, в частности, о замене ламп.

Частая замена ламп в труднодоступных местах может усложнить эксплуатацию.

Современные источники света сильно отличаются по сроку службы.

Абсолютным лидером здесь являются светодиоды: лампу накаливания пришлось поменять более 100 раз, а светодиоды горят и горят...



# Классификация источников

Тело, излучающее свет в результате преобразования энергии называется источником света.

Почти все производимые в настоящее время типы источников света являются **электрическими**.  
Это значит, что для создания светового излучения в качестве первичной затрачиваемой энергии используют **электрический ток**.

Источниками света считают приборы с излучением света не только в видимой части спектра (длины волн 380 – 780 нм), но и ультрафиолетовой (10 – 380 нм) и инфракрасной (780 –  $10^6$  нм) областях спектра.

Различают следующие виды источников света:  
**тепловые, люминесцентные и светодиодные**

**Тепловые** являются самым распространенными.  
Излучение в них появляется вследствие нагревания тела накала до температур, при которых появляется не только тепловое излучение в инфракрасном спектре, но и наблюдается видимое излучение.



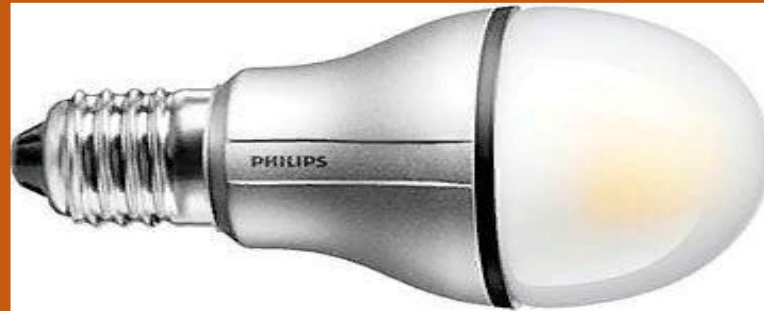
**Люминесцентные газоразрядные источники света**, в которых электрический разряд в парах **ртути** создаёт **ультрафиолетовое** излучение, которое преобразуется в **видимый свет** с помощью **люминофора** — например, смеси галофосфата кальция с другими элементами.

# Светодиод

или **светоизлучающий диод** (СД, СИД; ) — полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении.

Излучаемый светодиодом свет лежит в узком диапазоне спектра. Иными словами, его кристалл изначально излучает конкретный цвет (если речь идёт об СД видимого диапазона) — в отличие от лампы, излучающей более широкий спектр, где нужный цвет можно получить лишь применением внешнего светофильтра.

Диапазон излучения светодиода во многом зависит от химического состава использованных полупроводников.



# К тепловым источникам света

относятся все лампы накаливания, в том числе галогенные и зеркальные

## Лампы накаливания

- тепловой источник света, спектр которого отличается от дневного света преобладанием желтого и красного излучения и полным отсутствием ультрафиолета.

Применяются такие лампы там, где к освещению не предъявляют особых требований, а потребление и срок службы ламп не являются определяющими факторами



## Галогенные лампы

- это усовершенствованные лампы накаливания.

Их достоинство-неизменно яркий свет.

Благодаря добавлению в колбу газов фтора, брома, хлора, йода, уменьшающих количество испарения вольфрама, срок службы лампы увеличился до 2000-5000 часов.

Яркость освещения регулируется с помощью большого ассортимента диаметров отражателей.



## Зеркальные лампы

накаливания отличаются особой конструкцией колбы и светоотражающий алюминиевый слой.

Светопроводящая часть колбы выполнена из матового стекла, что придает свету мягкость и сглаживает контрастные тени от предметов.





## К люминесцентным источникам света можно отнести все газоразрядные лампы.

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную колбу, стенки которой покрыты люминофором. Внутри находится некоторое количество ртути. Имеются два вольфрамовых электрода, обеспечивающих эмиссию электронов и разогрев (испарение) ртути. Колба заполнена инертным газом— аргоном. Свечение начинается при наличии паров ртути, разогретых до определенной температуры.

**Люминофор** -люминесцирующее (светящееся) под действием ультрафиолетового излучения вещество.

Люминесцентные лампы, по внешнему виду, бывают:

**Линейные люминесцентные лампы.**



**Компактно-люминесцентные лампы с резьбовыми цоколями E14 и E27**



# Схема подключения люминесцентных ламп

При включении питания, ток протекая через дроссель, попадает на первую вольфрамовую спираль; далее, через стартер - на вторую спираль и уходит через нулевой проводник.

Вольфрамовые нити раскаляются, как и контакты стартера.

В стартере неподвижный и подвижный (биметаллический) контакты. В нормальном состоянии они разомкнуты. При прохождении тока биметаллический контакт разогревается и изгибается. Согнувшись, он соединяется с неподвижным контактом.

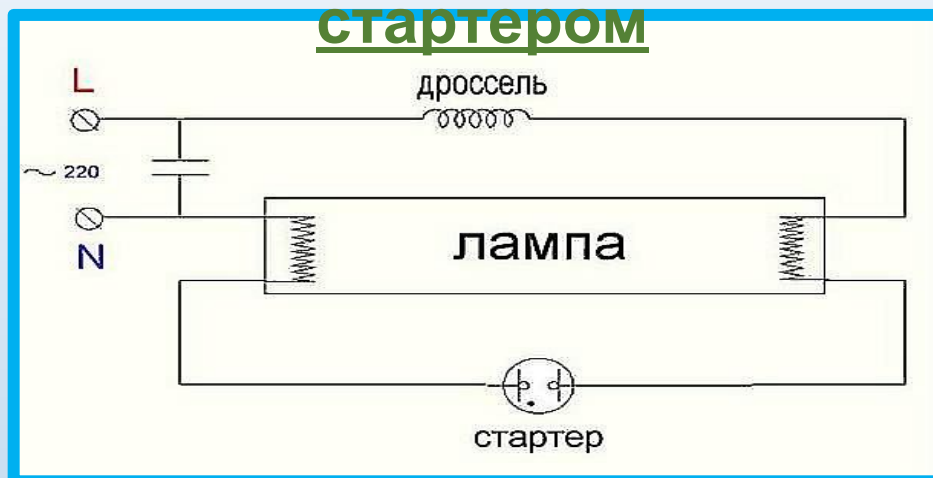
При соединении контактов, ток в цепи мгновенно вырастает (в 3-4 раза). Его ограничивает только дроссель. За счет резкого скачка очень быстро разогреваются электроды. Биметаллическая пластина стартера остывает и разрывает контакт.

В момент разрыва контакта возникает резкий скачок напряжения на дросселе (самоиндукция).

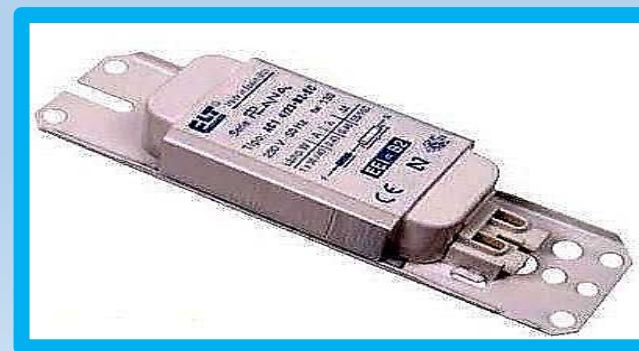
Этого напряжения достаточно для того, чтобы электроны пробивли аргоновую среду. Происходит розжиг (паров ртути) и лампа выходит на рабочий режим.

Со

стартером



Эта схема называется «Электромагнитный балласт (ЭМБ)», Пускорегулирующее устройство данной схемы — ЭМПРА.  
дроссель.



## Без стартера



*Один из электронных балластов-  
ЭПРА*

**Блок имеет небольшие габариты и монтируется в корпусе даже самого небольшого светильника.**

**Внутри находится одна печатная плата, на которой собрана вся схема.**

**Параметры подобраны так, что пуск происходит быстро, бесшумно.**

**Для работы больше никаких устройств не надо.**

**Это так называемая **безстартерная** схема включения.**

## Компактно-люминесцентные лампы (энергосберегающие)

**Такое же устройство вмонтировано в цоколь ламп дневного света со стандартными патронами. Это аналогичный осветительный прибор, только сильно видоизмененный.**





# К светодиодным источникам света

- **Светодиодные лампы для дома и офиса.**
- **Уличные.**
- **Прожекторы.**  
Ранее такого класса не существовало, т.к. производить прожекторы было нецелесообразно, ввиду дорогих комплектующих. Со временем светодиоды стали более мощными, увеличился световой поток и светодиодные прожектора выделили в отдельный вид.
- **Автомобильные лампы – отдельный класс.**
- **Промышленные светильники.**
- **Главное предназначение – освещение промышленных зданий и сооружений.**  
Также как и уличные имеют высокую степень защиты.

относятся все типы ламп и световых приборов с использованием светоизлучающих диодов.



## Основные параметры источников

**Номинальное напряжение** – напряжение, при котором лампа работает в наиболее экономичном режиме и на которое она рассчитывалась для ее нормальной эксплуатации.

**Номинальная мощность  $P$**  – расчетная величина характеризующая мощность потребляемую лампой накаливания при ее включении на номинальное напряжение.

**Световой поток** - единица измерения: люмен [лм]. Световым потоком  $\Phi$  называется вся мощность излучения источника света, оцениваемая по световому ощущению глаза человека.

**Световая отдача [  $\eta$  ]** — с точки зрения энергосбережения, ключевой параметр эффективности источника света. Он показывает, сколько света вырабатывает та или иная лампа на каждый ватт израсходованной на нее энергии. Световая отдача измеряется в лм/Вт.

**Цветовая температура** - важнейший качественный параметр, определяющий степень естественности (белизны) света, испускаемого лампой. Измеряется по температурной шкале Кельвина [K].

Цветовую температуру можно условно разделить на тепло-белую (менее 3000 K), нейтрально-белую (от 3000 до 5000 K) и дневную белую (более 5000 K).

В жилых интерьерах обычно используют лампы теплого тона, способствующие отдыху и расслаблению, а в офисных и производственных уместны более холодные лампы.

Наиболее естественная, а значит, и комфортная для человека, цветовая температура лежит в диапазоне 2800-3500 K.

## Основные параметры источников света

(продолжение)

**Полный срок службы**  $\tau_{\text{полн}}$  – продолжительность горения в часах источника света, включенного при номинальных условиях, до полного отказа (перегорание лампы накаливания, отказ в зажигании для большинства газоразрядных ламп).

**Полезный срок службы**  $\tau_{\text{п}}$  – продолжительность горения в часах источника света, включенного при номинальных условиях, до снижения светового потока до уровня, при котором дальнейшая его эксплуатация становится экономически невыгодной.

**Динамическая долговечность** – параметр, характеризующий срок службы ламп накаливания в условиях вибрации и тряски.

Лампы с требуемой динамической долговечностью должны выдерживать определенное число циклов испытаний в установленном диапазоне частот.

### **Для обеспечения экономичности осветительной установки**

важны как начальный световой поток лампы, так и зависимость его спада от времени эксплуатации.

С увеличением длительности эксплуатации осветительной установки **снижается роль капитальных** затрат в стоимости световой энергии.

Значит, что осветительные установки с малым числом часов горения в год целесообразно выполнять, используя более дешевые лампы накаливания и, наоборот, в промышленных осветительных установках, где продолжительность горения составляет 3000 часов и более, рационально использовать более дорогие лампы.



## Основные параметры источников света (продолжение)

**Освещённость** — световая величина, равная отношению светового потока, падающего на участок поверхности, к его площади.

Единицей измерения освещённости служит люкс

(1 люкс = 1 люмену на квадратный метр).

В отличие от освещённости, выражение количества света, отражённого поверхностью, называется светимостью.

Освещённость прямо пропорциональна силе света источника света и обратно пропорциональна квадрату расстояния до освещаемой поверхности.

### **Измерение освещённости**

Применение любых методов измерения освещённости невозможно без люксметра.

Причём соблюдается правило: прибор всегда находится в горизонтальном положении. Его устанавливают в необходимых точках.

Измерения проводятся отдельно по искусственному и естественному освещению. При этом нужно следить, чтобы на прибор не падала какая-либо тень, и поблизости не было источника электромагнитного излучения.

Исходя из названия единицы освещённости (люкс), название прибора, которым её измеряют – **люксметр**.

**Люксметр** – это, прибор с помощью которого производят замеры освещённости.

Основным элементом прибора является селеновый фотоэлемент, преобразующий энергию света в электрическую, и измеряющий фототок микроамперметра, шкалы которого проградуированы в люксах.

## Сравнительные характеристики источников света



**Накаливания**



**Люминесцентные**



**Светодиод**

Лампа накаливания, Вт	Люминесцентная лампа, Вт	Светодиодная лампа, Вт	Световой поток, Лм
20 Вт	5-7 Вт	2-3 Вт	Около 250 Лм
40 Вт	10-13 Вт	4-5 Вт	Около 400 Лм
60 Вт	15-16 Вт	6-10 Вт	Около 700 Лм
75 Вт	18-20 Вт	10-12 Вт	Около 900 Лм
100 Вт	25-30 Вт	12-15 Вт	Около 1200 Лм
150 Вт	40-50 Вт	18-20 Вт	Около 1800 Лм
200 Вт	60-80 Вт	25-30 Вт	Около 2500 Лм

## Сравнительные характеристики источников света

Технические характеристики ламп освещения	Обычная лампа накаливания	Энергосберегающая лампа	Светодиодная лампа
Мощность, Вт	60	12	6
Световой поток, лм	730	620	600
Световая отдача, лм/Вт	12,17	51,67	75
Теплоотдача	Сильная	Средняя	Малая
Срок службы, час	1000	8000	50000
Воздействие на окружающую среду	нет	Требуют утилизации	нет
Чувствительность к влажности	слабая	есть	нет
Чувствительность к низким температурам	слабая	могут не работать ниже -23 °С	нет
Мгновенное включение	да	нет	да
Чувствительность к частоте включения	нет	есть	нет



# Осветительная арматура

## **Светильник** -

это устройство для искусственного освещения открытых пространств, помещений и отдельных предметов, состоящий из источника света (лампы) и осветительной арматуры.

Осветительная арматура состоит из корпуса с отражателем; рассеивателя или защитного стекла, патрона и пускорегулирующего аппарата (для газоразрядных ламп).

Основными светотехническими характеристиками светильников являются сила света, соотношение потоков, излучаемых в нижнюю и верхнюю полусферу, коэффициент полезного действия и защитный угол.



## **По способу защиты** от воздействия

*окружающей среды* светильники делятся на

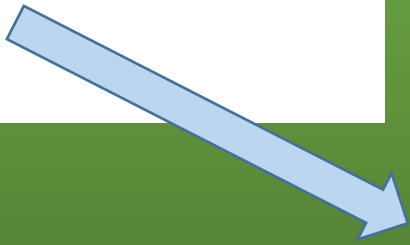
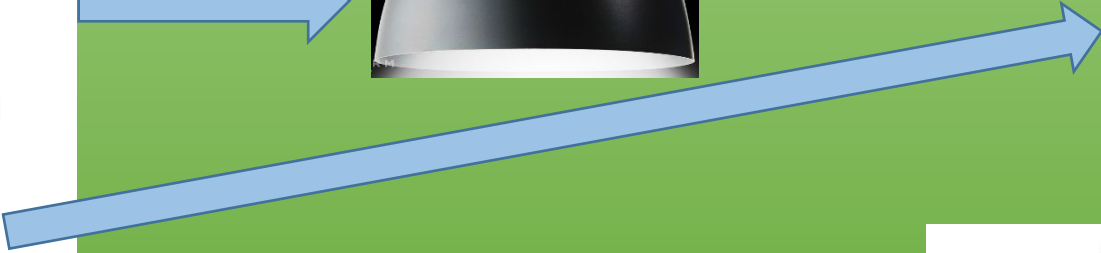
- **открытые**;
- **перекрытые**, имеющие экранирующую сетку или решетку;
- **брызгозащищенные**, в которые не попадают падающие под углом  $45^\circ$  к вертикали капли и брызги;
- **водозащищенные** и **уплотненные**, в которые не проникает вода, пыль и влага;
- **пылезащищенные** и **пыленепроницаемые**, в которые не проникают мелкие частицы пыли;
- **взрывозащищенные**, исключаящие возникновение искр;
- **взрывонепроницаемые**, конструкция которых способна выдержать наибольшее давление внутреннего взрыва без повреждений светильника.

# Осветительная арматура

(продолжение)

**В зависимости от того, какой процент всего светового потока направлен в нижнюю полусферу, светильники бывают пяти классов:**

- прямого света П (при потоке в заданном направлении более 80%);
- преимущественно прямого света Н (60 — 80%);
- рассеянного света Р (40-60%);
- преимущественно отраженного света В (20 — 40%);
- отраженного света С (менее 20%).



## ***Производственное освещение***

- неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека.

**При правильно организованном** освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства.

**Производительность труда** и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения.





## Требования к производственному освещению.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, **соответствующей характеру зрительной работы.**

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают **апатию, сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги.**

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. **Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.**

**Производственное освещение должно** обеспечить отсутствие в поле зрения работающего резких теней.

**Наличие теней** создает резкую неравномерность освещения, особенно опасны движущиеся тени.

**Искажаются формы** и размеры объектов и тем самым повышается утомляемость, снижается производительность труда, что может привести к травмам. Необходимо устранять или смягчать их, что достигается правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также увеличением отраженной составляющей освещенности.

**Для улучшения видимости объектов** в поле зрения работающего должна отсутствовать **блёклость**. **Блёлость** - это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность). т.е. ухудшение

**При организации  
производственного освещения следует  
выбирать необходимый  
спектральный состав светового  
потока.**

**Осветительные установки должны быть  
удобны и просты в эксплуатации,  
долговечны, отвечать требованиям эстетики,  
электробезопасности, а также не должны  
быть причиной возникновения взрыва или  
пожара.**



## Виды производственного освещения.

В производственных помещениях используются 3 вида освещения: *естественное, искусственное и совмещенное или смешанное.*

### Естественное освещение

создается природными источниками света - прямыми солнечными лучами и диффузным светом небосвода.

### Совмещенное освещение

характеризуется одновременным сочетанием *естественного и искусственного освещения* и применяется в том случае, когда только естественное освещение не может обеспечить необходимые условия для выполнения производственных операций.



# Производственное освещение

по виду используемой энергии

Естественное

Совмещенное

Искусственное

по расположению боковых проемов

Верхнее

Боковое

Комбини-  
рованное

Одностороннее

Двухстороннее

по расположению источников света

Общее

Местное

Комбини-  
рованное

по распределению светового потока

Равномерное

Локализованное

Рабочее

Аварийное

Дежурное

Охранное

Эвакуаци-  
онное

по назначению



## Виды искусственного освещения

**Рабочее освещение** – это освещение, обеспечивающее нормативные условия **освещения** (освещённость и качество **освещения**) в помещениях и местах производства работ вне зданий.

**Дежурное освещение** – это освещение в нерабочее время.

**Аварийное освещение** предназначено на случай внезапного отключения рабочего освещения в тех помещениях, в которых работа не должна прекращаться, и делится на освещение безопасности и эвакуационное освещение.

**Охранное освещение** предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время (при отсутствии специальных средств охраны).

**Эвакуационное освещение** служит для безопасного выхода из помещения при аварийном отключении рабочего освещения.

Эвакуационное освещение должно быть автономным и создавать освещённость на полу основных проходов и лестничных ступенях 0,5 лк.

**Освещение безопасности** необходимо для продолжения работ в случаях аварийного отключения рабочего освещения.

Освещение безопасности должно быть автономным и обеспечивать не менее чем 5 % освещённости рабочих мест от нормативной величины .



# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

При осмотре электроустановок основное внимание нужно уделять самим **осветительным приборам.**

Связано это с тем, что со временем световой поток уменьшается по таким причинам:

- **Накопление пыли** на плафонах, цоколях и отражающих поверхностях.
- **Загрязнение прозрачных** и отражающих поверхностей.
- **Снижение эффективности** работы отражателей с течением времени.
- **Старение самих ламп**, приводящее к снижению интенсивности свечения.

Следует с особой осторожностью работать с лампами, содержащими ртуть и другие тяжелые металлы. После выхода их из строя и демонтажа такие лампы не выбрасывают, а складывают и утилизируют в установленном порядке.

• *Компенсировать отрицательное воздействие описанных факторов можно путем регулярного технического обслуживания светильников:*

- Цоколи, плафоны и отражатели необходимо регулярно очищать от загрязнений.

Удаление пыли с корпусов светильников снижает вероятность их перегрева.

- *Лампы, которые устанавливаются в осветительные приборы, должны заменяться согласно графику.*

Замена ламп по мере их перегорания приводит к тому, что осветительный прибор достаточно долго работает со сниженной эффективностью (когда лампа еще горит, но при этом дает значительно меньший световой поток).