



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

ООО «Гагаринский светотехнический завод»

ООО фирма «Индустрия»

Член технического комитета
ТК 403 «Оборудование для взрывоопасных сред»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСВЕЩЕНИЯ

Составляющие эффективности:

КПД 100% - невозможен !!!

КПД 100% - легко достижим !!!

Эффективность
освещения =

КПД
источника света

x

КПД
светильника

x

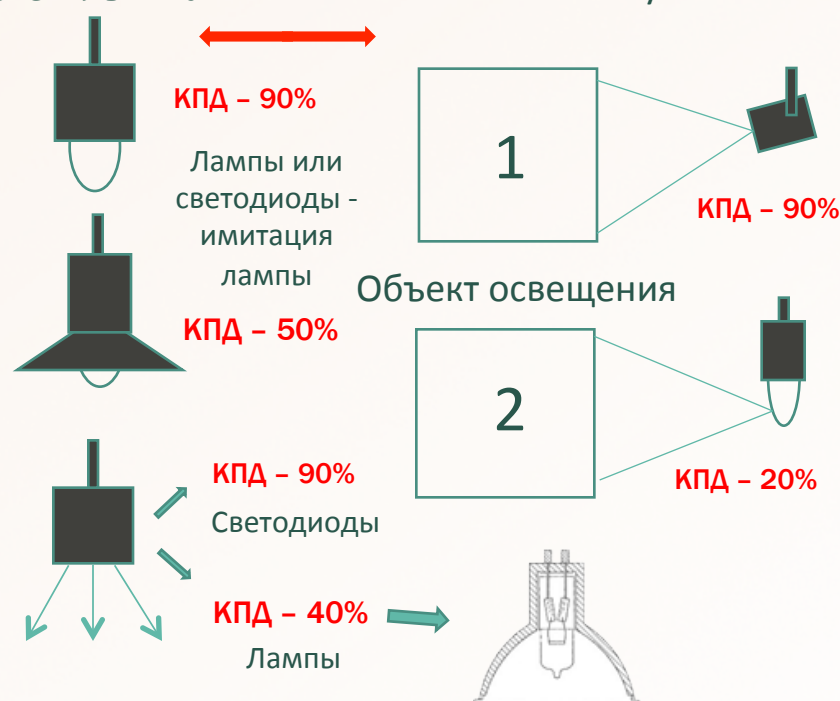
КПД
осветительной установки

Теоретический предел
эффективности источника:

Для монохромного света
(желто-зеленого – 555 нм)
100% КПД – 683 лм/Вт

Для белого света
100% КПД – 350 лм/Вт

Свет, попавший от источника
света в глаза – **потерянный свет!**
Идеальная осветительная
установка –
виден только свет, отраженный
от объекта освещения.



ПОЛНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Вариант 1: для светодиодного светильника	-	0,29x0,9x0,9	=	0,24
Вариант 1: для светильника с лампой накаливания	-	0,03x0,4x0,9	=	0,01
Вариант 2: для светодиодного светильника	-	0,29x0,9x0,2	=	0,05
Вариант 2: для светильника с лампой накаливания	-	0,03x0,9x0,2	=	0,005

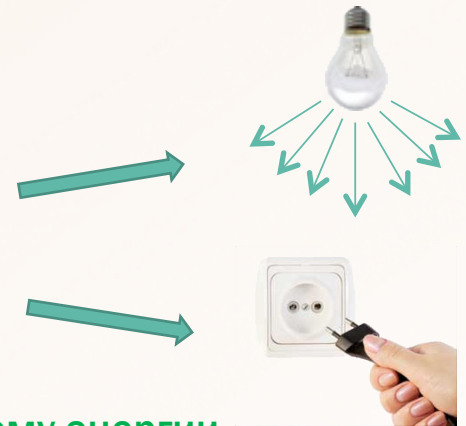
При замене ламп накаливания на светодиоды –
выигрыш в эффективности - 26%

При изменении способа освещения –
выигрыш в эффективности - 70%

Правильный расчет осветительной установки может дать эффект значительно больше чем замена источников света!

КПД источника света

$$\text{КПД ИСТОЧНИКА СВЕТА} = \frac{\text{СВЕТОВОЙ ПОТОК, СОЗДАВАЕМЫЙ ИСТОЧНИКОМ}}{\text{ПОДВОДИМАЯ МОЩНОСТЬ}}$$



То есть - КПД источника света – это процент подводимой к нему энергии, которая преобразуется в свет

К источникам света применяют понятие – СВЕТОВАЯ ОТДАЧА (Лм/Вт)

Связь световой отдачи с КПД зависит от спектра излучения.

Для монохромного излучения –

максимальный КПД (100%) соответствует 683 Лм/Вт (желто-зеленый свет – 555 нм).

Для белого света КПД-100% соответствует приблизительно 350 Лм/Вт

ДНАТ, Светодиоды



КПД – 38%
(130 лм/Вт)

ДРИ



КПД – 29%
(100 лм/Вт)

КЛ, ДРЛ, Л



КПД – 17%
(60 лм/Вт)

ЛОН



КПД – 3%
(13 лм/Вт)

100% КПД источника света достичь нельзя! К нему можно только стремиться.

Чем выше КПД, тем более эффективен источник.

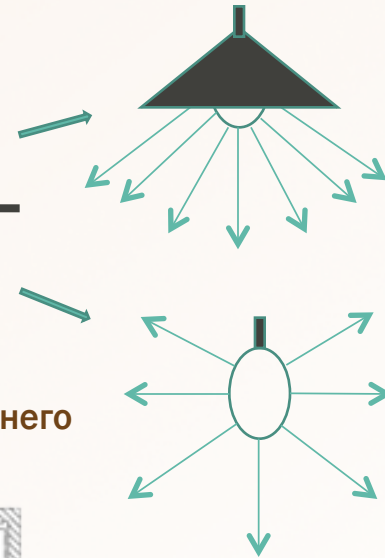
Не надо забывать, что качество света зависит от индекса цветопередачи и цветовой температуры.

ИСТОЧНИКИ С БОЛЕЕ НИЗКИМ КАЧЕСТВОМ СВЕТА ИМЕЮТ БОЛЕЕ ВЫСОКИЙ КПД!

КПД светильника



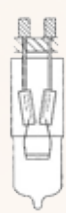
$$\text{КПД СВЕТИЛЬНИКА} = \frac{\text{СВЕТОВОЙ ПОТОК, ВЫХОДЯЩИЙ ИЗ СВЕТИЛЬНИКА}}{\text{СВЕТОВОЙ ПОТОК, СОЗДАВАЕМЫЙ ИСТОЧНИКОМ СВЕТА}}$$



КПД СВЕТИЛЬНИКА = 100%

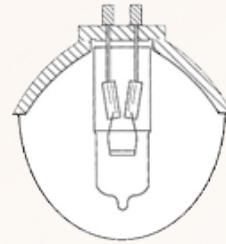
100% КПД - ЭТО НЕ ИДЕАЛ,
К КОТОРОМУ НУЖНО
СТРЕМИТЬСЯ!
ОН ЛЕГКО ДОСТИГАЕТСЯ!!!

То есть - КПД светильника – это процент выхода света из него



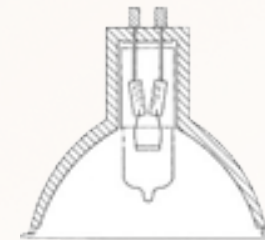
КПД = 100%

То есть – весь свет выходит
из светильника



КПД = 80%

Небольшие
потери



КПД = 40%

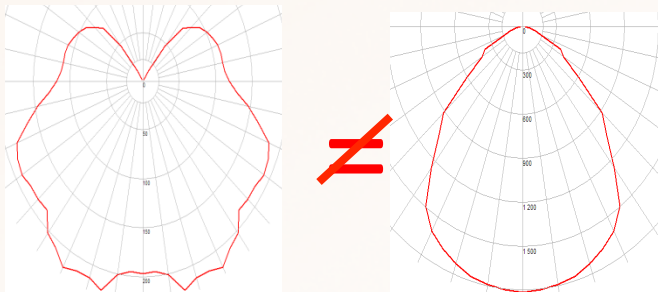
Большие
потери

КПД СВЕТИЛЬНИКА НИКАК НЕ СВЯЗАН С КПД ИСТОЧНИКА СВЕТА!

Сравнивать светильники по КПД с разным
светораспределением (КСС) не имеет смысла!

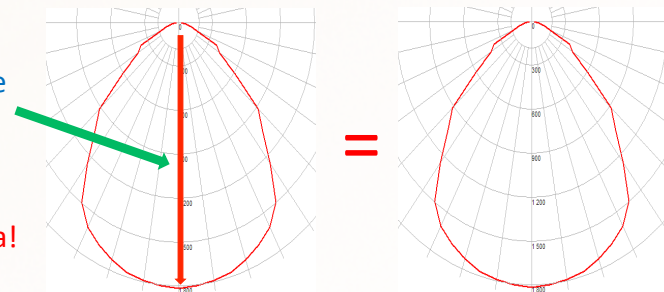
Эта информация НИ О ЧЁМ НЕ ГОВОРИТ!!!

КПД светильника нужен исключительно для сравнения
качества оптических систем светильников с одинаковым
светораспределением (одним типом КСС)!



Больше сила
света – больше
КПД

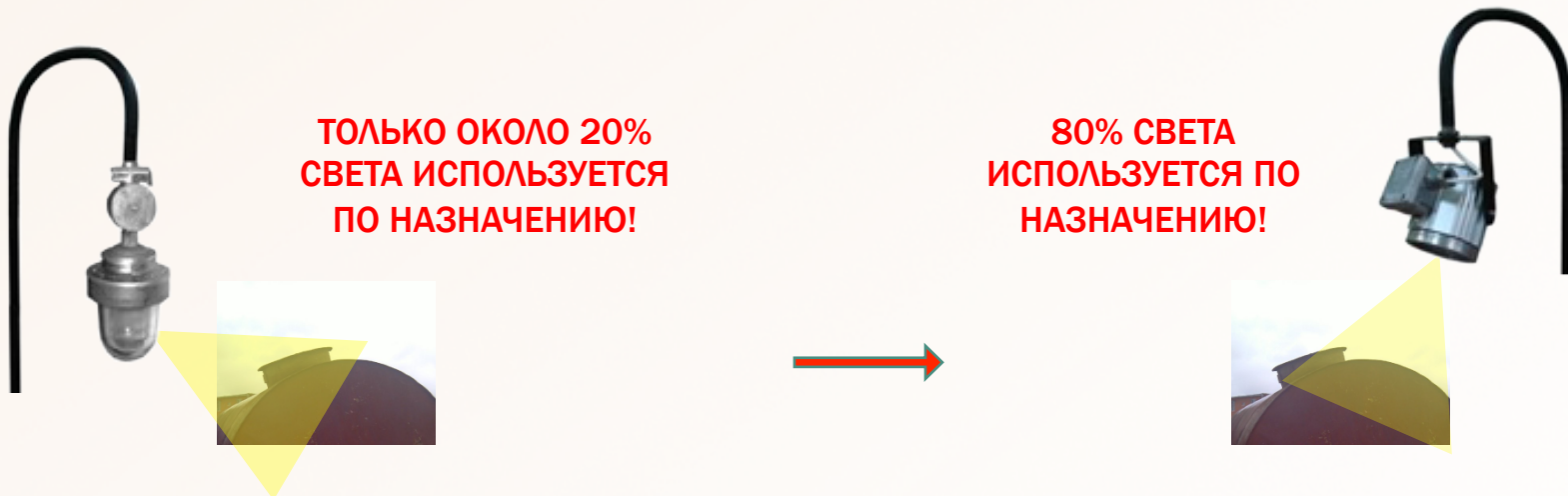
При той же
мощности
источника света!



КПД осветительной установки или коэффициент использования светового потока.

$$\text{КПД ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ} = \frac{\text{СВЕТОВОЙ ПОТОК, СОЗДАВАЕМЫЙ СВЕТИЛЬНИКАМИ}}{\text{СВЕТОВОЙ ПОТОК, ПРИХОДЯЩИЙ НА ОБЪЕКТ ОСВЕЩЕНИЯ}}$$

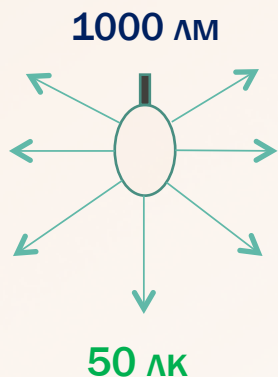
То есть - КПД осветительной установки – это процент создаваемого световыми приборами (светильниками) света, который попадает на объект освещения, то есть используется по прямому назначению.



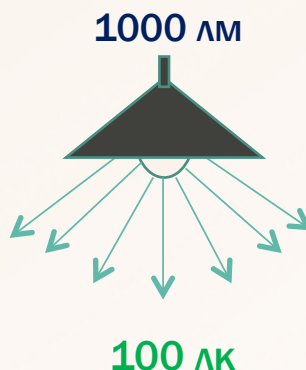
ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ КПД ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МОЖНО ДОСТИЧЬ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ!

ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОТЛИЧИЕ СВЕТОДИОДОВ ОТ ЛАМП

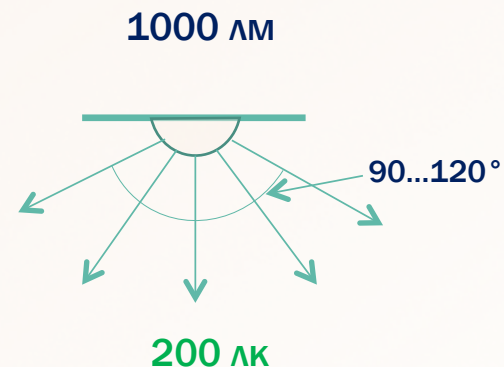
Ламповый
светильник –
КПД - 100%



Ламповый
светильник –
КПД - 50%



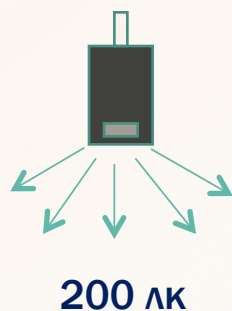
Светодиодный
светильник –
КПД - 100%



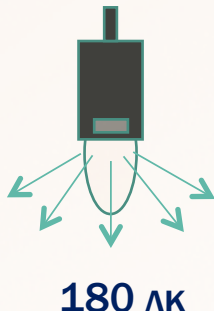
Светодиодные светильники с расположением светодиодов в одной плоскости создают концентрацию светового потока без потерь на отражении!

Виды светодиодных светильников

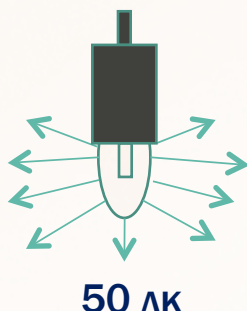
КПД – 90%



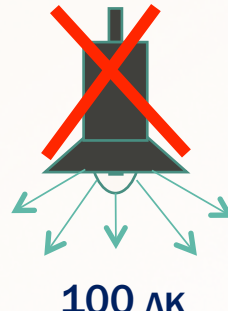
КПД – 85%



КПД – 90%



КПД – 50%



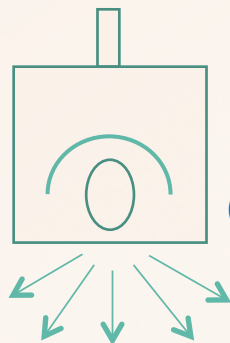
НАШИ РЕШЕНИЯ



Борьба со стереотипами

Ламповый светильник

1000 лм



Лампа ДРИ
КПД – 30%
(100 лм/Вт)

100 лк

КПД светильника 40%

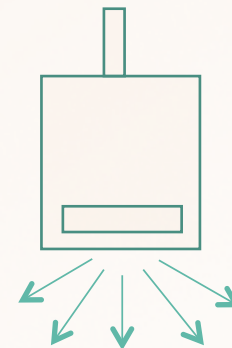
Очень
не эффективный светильник!

Потери – 60%



Светодиодный светильник

1000 лм



Светодиоды
КПД – 30%
(100 лм/Вт)

250 лк

КПД светильника 95%

Очень эффективный
светильник!

Потери – 5%

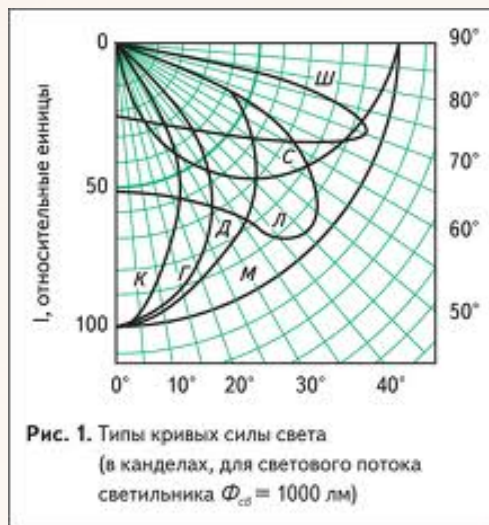


Выигрыш – 55% при одинаковой эффективности (КПД) источника света

ЗАМЕНА ЛАМПОВЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ НА СВЕТОДИОДНЫЕ

При замене лампового светильника на светодиодный –
главный вопрос, на который необходимо ответить:

Какое светораспределение (КСС)
у заменяемого лампового светильника?



Без ответа на этот вопрос подобрать замену невозможно!

Подбирать замену лампового светильника светодиодным
необходимо не по световому потоку источника света,
а по световому потоку светильника в целом.

КПД светодиодного светильника с КСС типа «Д»
значительно превышает КПД лампового светильника
с аналогичным светораспределением!

НАШИ РЕШЕНИЯ

Лампы
типа ДРЛ



250 Вт

Светодиоды



100 Вт



125 Вт

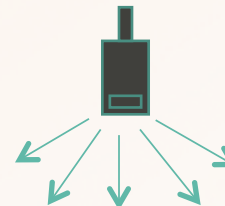
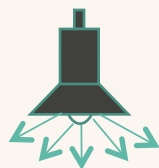


50 Вт

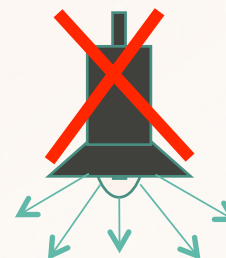
Применение светодиодных светильников с плоским стеклом взамен ламповых светильников с отражателями.

Угол охвата световым потоком
при применении светодиодов без вторичной оптики

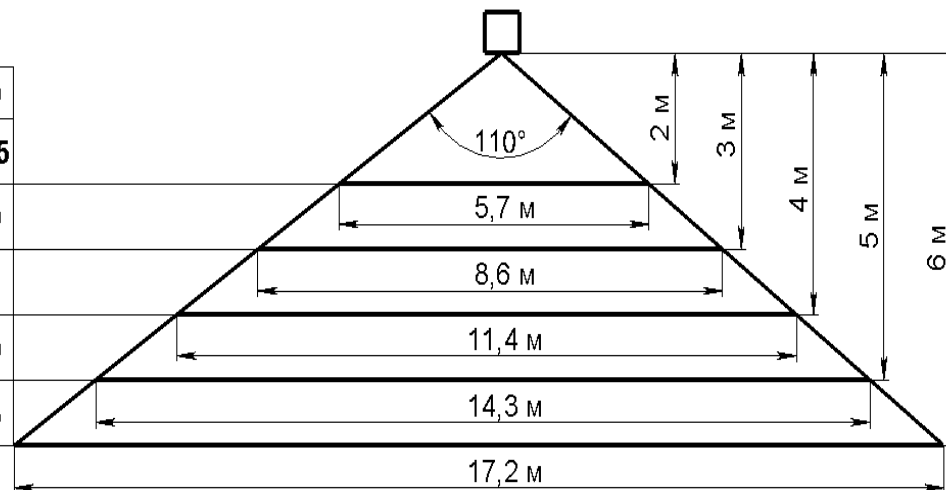
Ламповый светильник



Светодиодный светильник



Мощность , Вт	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150
Освещенность в центре, лк	75	113	150	188	225	300	375	450	600	750	900	1125
	33	50	67	83	100	133	167	200	267	333	400	500
	19	28	38	47	56	75	94	113	150	188	225	281
	12	18	24	30	36	48	60	72	96	120	144	180
	8	13	17	21	25	33	42	50	67	83	100	125



При таком переходе и подборе заменяющего светильника
ОБЯЗАТЕЛЬНО необходимо учитывать значительное увеличение КПД светильника.

Например:

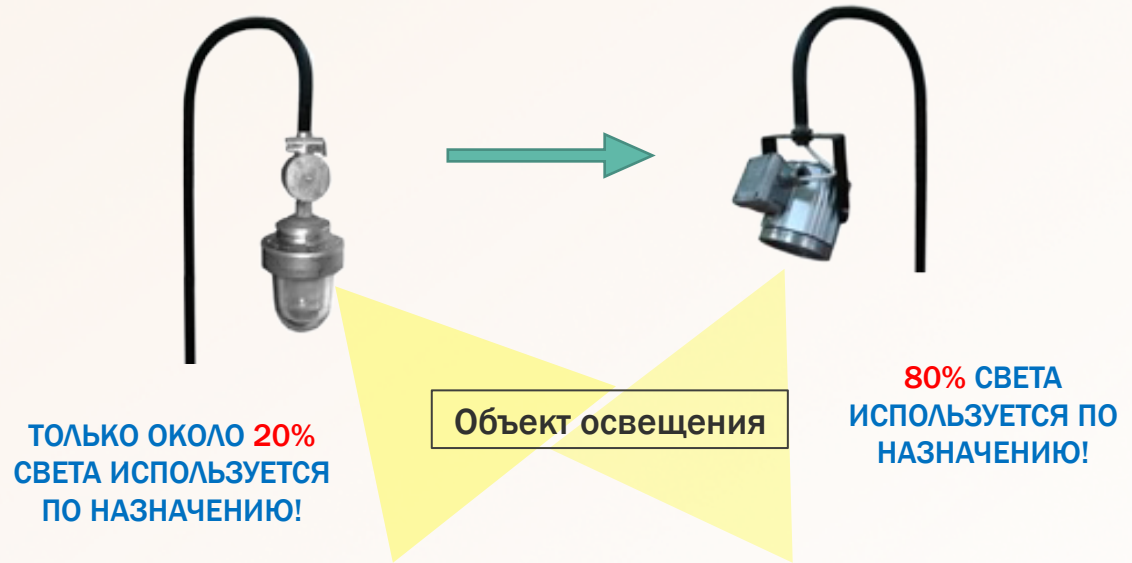
- Применяемая в светильнике лампа имеет световой поток **3000 лм**
- КПД лампового светильника такой конструкции – 60%
- Световой поток лампового светильника – $3000 \cdot 0,6 = 1800$ лм
- КПД светодиодного светильника – 90%
- Необходимый световой поток заменяющих светодиодов – $1800 / 0,9 = 2000$ лм

Экономия за счет правильного расчета осветительной установки



Пример неэффективного
освещения
За «световой мусор»
будут штрафы!

Необходимый переход



Три составляющих светотехнического выигрыша при таком переходе:

1. Эффективность (КПД) светодиодов в **8...10** раз выше, чем у ламп накаливания.
2. КПД светодиодного светильника с плоским расположением светодиодов – **90...95%**.
3. Коэффициент использования светового потока (КПИ осветительной установки) при применении такого светодиодного светильника в этих условиях в **4...5** раз выше.

Дополнительный плюс – отсутствие затрат на обслуживание и замену ламп.

Мощность и световой поток

СВЕТОДИОДЫ НАХОДЯТСЯ В СОСТОЯНИИ РАЗВИТИЯ –
ПОСТОЯННО УВЕЛИЧИВАЕТСЯ СВЕТОВАЯ ОТДАЧА.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ ДЛЯ БЕЛЫХ СВЕТОДИОДОВ – 350 лм/Вт

БОЛЬШЕ МОЩНОСТЬ $\neq$ БОЛЬШЕ СВЕТОВОЙ ПОТОК

ПРИМЕР:

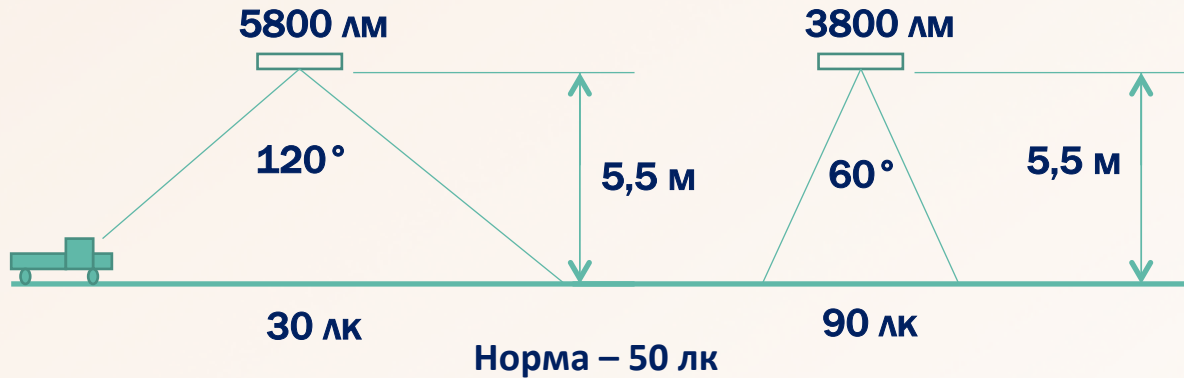
Светодиоды «CREE» новых серий потребляют всё меньше энергии
при неизменности светового потока.

СЕРИЯ «XR-E»  СЕРИЯ «XP-E»  СЕРИЯ «XP-G»  СЕРИЯ «XT-E» и т.д. ...
80 лм/Вт **100 лм/Вт** **120 лм/Вт** **140 лм/Вт**

При переходе с одной серии светодиодов на другую
в одних и тех же светильниках – уменьшается потребляемая мощность,
но она традиционно входит в название светильника!

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНОЙ ОПТИКИ В СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКАХ

ОБЪЕКТ



ПРИМЕНЯЯ СВЕТОДИОДНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ
СО ВТОРИЧНОЙ ОПТИКОЙ МОЖНО ОПТИМАЛЬНО РАСЧИТАТЬ
ОСВЕТИТЕЛЬНУЮ УСТАНОВКУ И УМЕНЬШИТЬ СЛЕПЯЩИЙ ЭФФЕКТ

НАШИ РЕШЕНИЯ

Во всех светильниках с плоским
расположением светодиодов
возможно применение
вторичной оптики.



Светодиодные светильники со вторичной
оптикой с малыми углами излучения (10...
30°) являются прожекторами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В СООТВЕТСТВИИ С РЕШЕНИЯМИ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

ЗАПРЕТ ПО ПОСТАНОВЛЕНИЮ
ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 28 АВГУСТА 2015 ГОДА №898



Лампы
накаливания



Люминесцентные
лампы с гало-
фосфатным
люминофором



КЛЛ с цоколем
E27(E40)
энергосберегающие
лампы



Ртутные
лампы ДРЛ



Современные
лампы Т5



Теплоотвод
значительно лучше



СРАВНЕНИЕ И ВЫБОР ПРОЖЕКТОРОВ

Световой поток



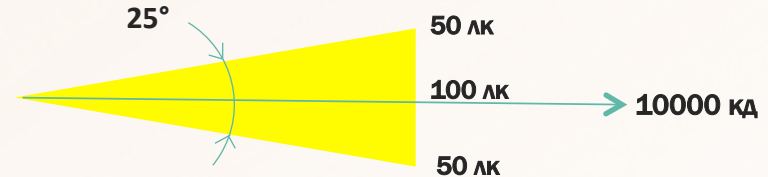
10 000 лм

? – сила света и освещенность может быть любой

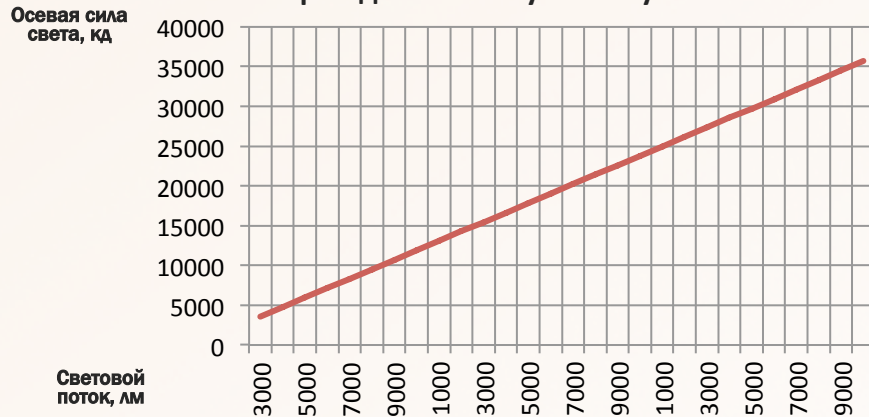
При одном и том же световом потоке в зависимости от угла излучения осевая сила света, а значит и освещенность на заданном расстоянии может отличаться в десятки и сотни раз!!!

НАПРИМЕР: при НЕИЗМЕННОМ световом потоке с изменением угла излучения от 110° до 8° осевая сила света возрастает в 175 раз!!!

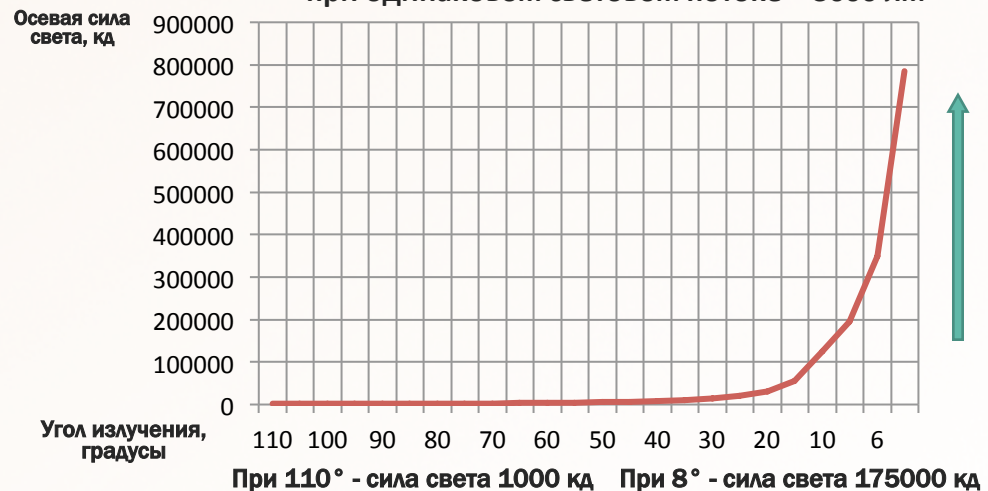
Осевая сила света + угол излучения



Зависимость осевой силы света от светового потока при одинаковом угле излучения – 110°



Зависимость осевой силы света от угла излучения при одинаковом световом потоке – 3000 лм

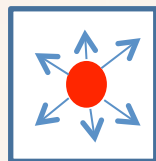


Выбирать прожектор, а также подбирать замену лампового прожектора на светодиодный необходимо в первую очередь по осевой силе света и углу излучения!

Световой поток для прожектора – величина вторичная и мало о чем говорит!

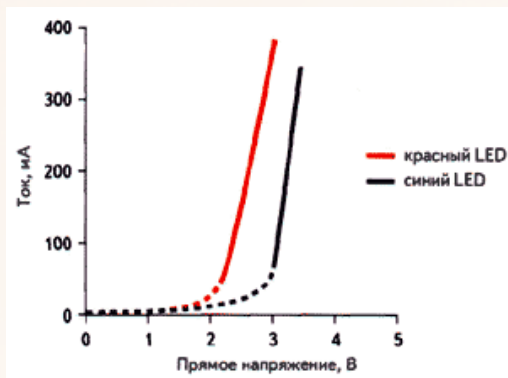
РЕЖИМЫ ПИТАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕПЛООТВОДА

При отсутствии теплоотвода температура растет неограниченно!



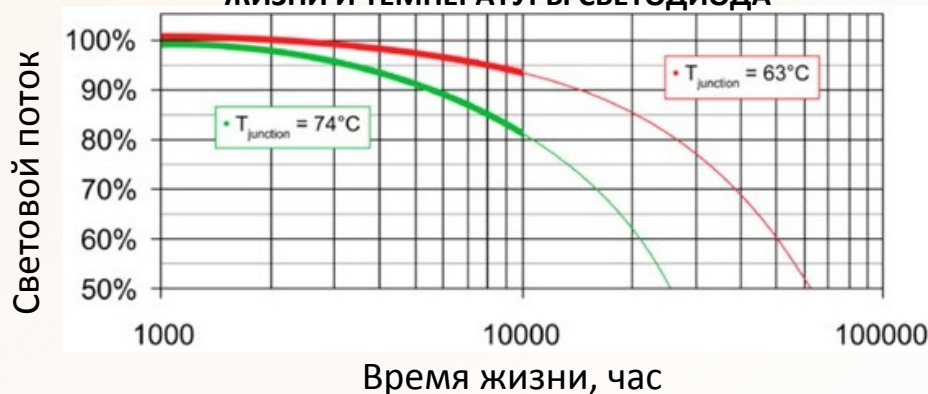
Например, при ограниченном теплоотводе во внешнюю среду источник тепла мощностью **0,000001 Вт** может довести температуру внутри до **1000000 °C** и выше!

ВАХ СВЕТОДИОДОВ



ПРИ НЕБОЛЬШОМ ИЗМЕНЕНИИ НАПЯЖЕНИЯ НА СВЕТОДИОДЕ ТОК МЕНЯЕТСЯ ОЧЕНЬ СИЛЬНО

СВЯЗЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА, СРОКА ЖИЗНИ И ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕТОДИОДА



На сегодня:

Светодиоды превращают в тепло 70% подводимой к ним энергии!

СВЕТОДИОДЫ

СВЕРХЯРКИЕ МОЩНЫЕ



ДЛЯ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ:

350 мА – ≈ 1 Вт

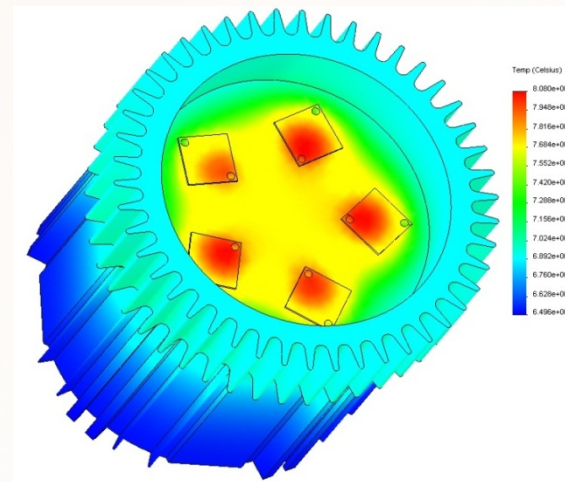
500 мА – ≈ 2 Вт

700 мА – ≈ 3 Вт

Источник питания – стабилизатор тока

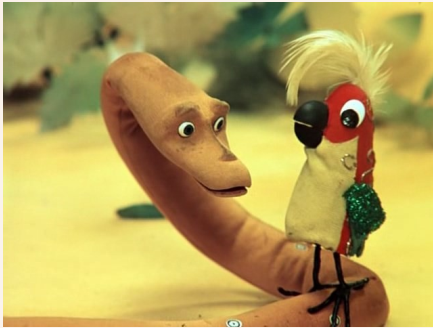
БОЛЬШЕ ТОК – ВЫШЕ ТЕМПЕРАТУРА НАГРЕВА КРИСТАЛА СВЕТОДИОДА – БЫСТРЕЕ ДЕГРАДАЦИЯ.

МАКСИМАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ТЕПЛА ОТ КРИСТАЛА СВЕТОДИОДА НА КОРПУС СВЕТИЛЬНИКА ОБЕСПЕЧИТ ЛУЧШИЙ ТЕПЛОВЫЙ РЕЖИМ СВЕТОДИОДОВ



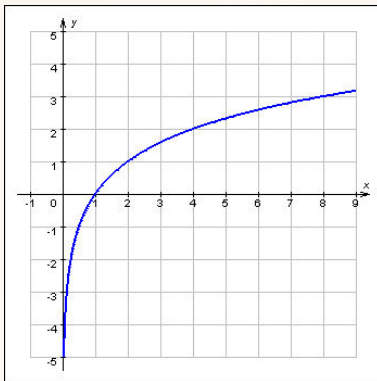
ИЗ ДВУХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ОДИНАКОВОЙ МОЩНОСТИ ЛУЧШЕ ТОТ, У КОТОРОГО КОРПУС БОЛЬШЕ ГРЕЕТСЯ!

ПАРАМЕТРЫ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ



В попугаях я значительно длиннее...

Происходит попытка связать параметры светильника с логарифмической зависимостью ощущения от раздражения для органов зрения.



Примеры безграмотных параметров и описаний:

- Сила визуального светового потока
такой физической величины нет в природе – есть **сила света и световой поток!**
 - Энергетический световой поток
есть две разных величины **поток излучения и световой поток!**
 - Визуальная яркость светильника
есть **яркость или габаритная яркость!**
 - Световой поток и яркость:
350 Лм или 3500 Лк на расстоянии до 1 метра
яркость не измеряется в люксах!!!
 - Угол светового потока
есть **угол излучения!**
 - Температура свечения
есть **цветовая температура или приведенная цветовая температура!**
- ... использована технология сужения спектрального излучения
... сила визуального светового потока светильника превосходит силу светового потока лампы накаливания с аналогичным энергетическим световым потоком...
- Совершенно не понятно о чем речь...!!!**

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕСУЩЕСТВУЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ГОВОРИТ О НЕКОМПЕТЕНТНОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ
И ВВОДИТ В ЗАБЛУЖДЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ!!!**

К вопросу о попытке ввести понятие «визуальный световой поток»:

Палочковое зрение (сумеречное или скотопическое) включается только при малых освещенностях – менее 5 лк. Поэтому применение коэффициентов, увеличивающих световой поток до «визуального» светового потока является ошибкой и вводит в заблуждение.