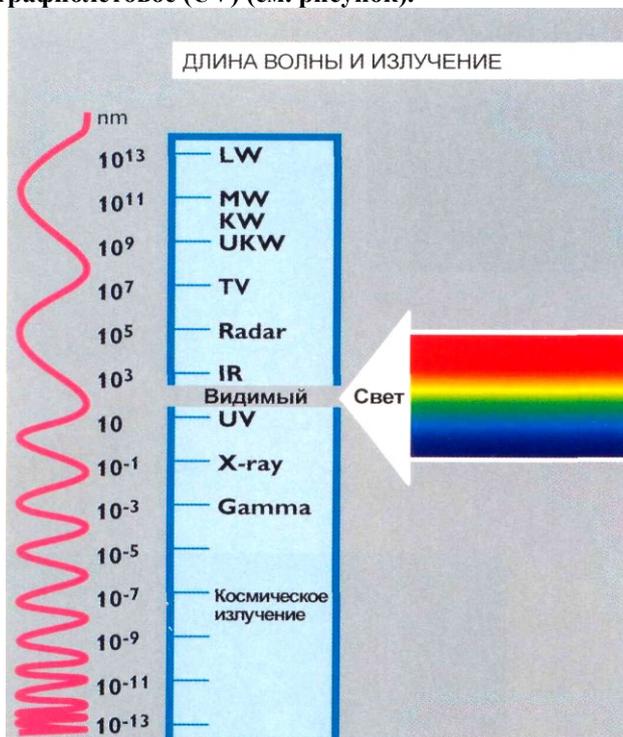


# 1. Основы теории света и цвета

## 1. Излучение

Под излучением понимается передача энергии в форме электромагнитных волн определенной частоты и длины. Большинство физических явлений относится к распространению излучения и объясняется теорией электромагнитных волн.

**Излучение в широком смысле слова - электромагнитные волны, длины которых заключены в диапазоне с условными границами от 1 нм до 1 мм. Включает с себя воспринимаемое человеческим глазом видимое излучение, которое называется светом, а также два прилегающих потока излучения - инфракрасное (IR) и ультрафиолетовое (UV) (см. рисунок).**



Различные типы оптического излучения схожи и могут быть воспроизведены искусственными источниками света и оптическими системами.

**Спектр видимого излучения (свет) состоит из волн различной длины, которые при взаимодействии с чувствительными элементами глаза человека воспринимаются как цвета.**

Дневной солнечный свет состоит из электромагнитных волн различной длины. Луч света при прохождении сквозь стеклянную призму преломляется и образует спектр, аналогичный которому мы можем наблюдать в радуге. Радуга образуется вследствие преломления в водяных каплях солнечных лучей. Каждый цвет радуги есть электромагнитная волна определенной длины. Смешение всех цветов радуги образует эффект дневного света.



Цветные объекты воспринимаются реалистично лишь тогда, когда соответствующий цвет представлен также в спектре источника света. К таким источникам света относятся солнечный свет, лампы накаливания и люминесцентные лампы с хорошей цветопередачей. Если направить свет натриевой лампы низкого давления сквозь стеклянную призму, то в результате преломления будет получено излучение лишь желтого цвета, так как в спектре данного источника света представлен лишь желтый свет.

## 2. Основные определения, применяемые в светотехнике

В светотехнике, как и в любой другой отрасли науки и техники, существует ряд понятий, которые характеризуют свойства ламп и светильников в стандартизированных единицах измерения. Важнейшие из них приводятся ниже в кратком изложении.

### Четыре основные световые характеристики



#### Световой поток $\Phi$ .

**Световым потоком  $\Phi$  называется мощность видимого излучения или мощность светового излучения**, оцениваемого по световому ощущению, которое оно производит на средний человеческий глаз.

**Единица измерения:** люмен (лм).

Мощность видимого излучения источника света выражается не в ваттах, а в люменах, потому что человеческий глаз по-разному воспринимает излучение волн различных длин.

Световой поток от источников света – будь то простая свечка или современная электрическая лампа – как правило, распространяется более или менее равномерно во все стороны. Однако с помощью зеркал или линз свет можно направить нужным нам образом, сосредоточив его в некоторой части пространства. Часть или доля такого пространства характеризуется **телесным углом**.

#### Сила света $I$ .

Источник света излучает световой поток  $\Phi$  в разных направлениях неодинаково.

Поэтому, **количество света, излучаемого в каком-либо определенном направлении (в телесном угле) называется силой света  $I$**  (пространственная плотность светового потока).

**Единица измерения:** кандела (кд).

#### Освещенность $E$ .

Свет от какого-либо источника нужен, как правило, для того, чтобы осветить конкретное место – рабочий стол, витрину, улицы и т.п.

Световая величина – освещенность – определяется отношением падающего светового потока к площади освещаемой поверхности. Другими словами – **это количество света, падающего на единицу площади**.

**Единица измерения:** люкс (лк).

Освещенность равна одному люксу, если поверхностная плотность светового потока в 1 лм равномерно распределена по площади в 1 кв. м.

Чтобы представить эту величину, скажем, что освещенность около 1 Лк создается стеариновой свечой на плоскости, перпендикулярной направлению света с расстояния 1 метр.

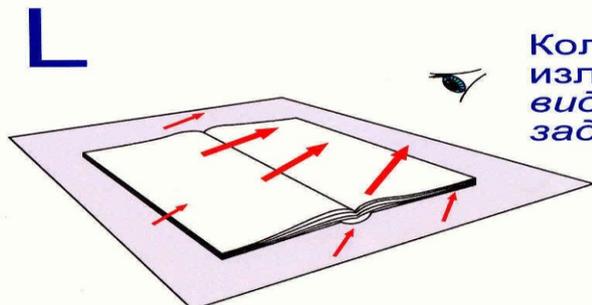


Освещенность  $E$

### Яркость L.

Яркость L источника света или освещенной поверхности характеризует уровень возникающего в человеческом глазе светового раздражения, и тем самым регистрируемый мозгом уровень светового ощущения. Предположим, Вы смотрите на светящую поверхность с какого-либо определенного расстояния. Сила света этой светящей поверхности, поделенная на видимую Вашим глазом площадь этой поверхности, называется яркостью. Единица измерения: кандела на квадратный метр (кд/кв. м.).

Яркость



Количество света, излучаемого с единицы видимой поверхности в заданном направлении

Единица: кд/м<sup>2</sup>

### Световая отдача η.

Световая отдача η показывает, с каким КПД полученная электрическая мощность преобразуется в свет.

Единица измерения: люмен/ватт (лм/Вт).

Для источников света это важнейший показатель, так как он характеризует, насколько эффективен источник света. Например:

У обычных ламп накаливания световая отдача составляет всего 10 лм/Вт,

у галогенных ламп накаливания — 26 лм/Вт,

у газоразрядных ламп, — 91 лм/Вт!

Люминесцентные лампы – до 104 лм на Ватт потреблённой энергии!

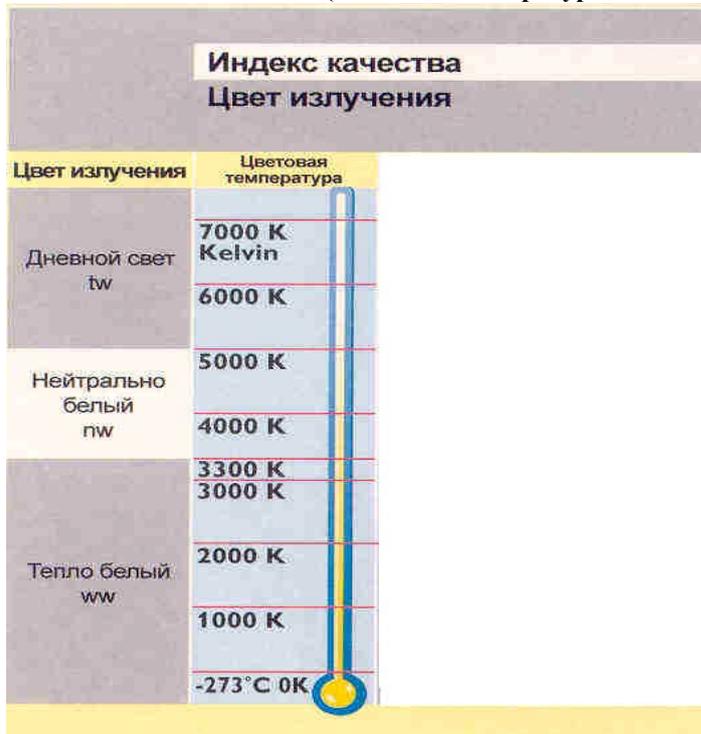
Световая отдача - один из самых важных показателей, характеризующий экономическую эффективность источника света.

### Цветовой оттенок.

Под цветовым оттенком понимается собственно излучаемый лампой цвет. Значение тех или иных цветовых оттенков выражается цветовой температурой.

Единица измерения: Кельвины (К).

Все лампы с цветовой температурой свыше 5000 К относятся к источникам дневного света (например, люминесцентные лампы дневного света). Ртутные лампы высокого давления и "белые" люминесцентные лампы относятся к группе нейтрально белого цветового оттенка (цветовая температура от 3300 К до 5000 К). Лампы накаливания и люминесцентные лампы теплых оттенков относятся к группе ламп теплого белого цветового оттенка (цветовая температура ниже 3300 К).



ЛД (люминесцентные дневного света)

Галогенные лампы

ЛБ (люминесцентные белые)

### Индекс цветопередачи $R_a$ .

Общий индекс цветопередачи  $R_a$ , показывает качество цветопередачи освещаемых объектов испытываемым источником света.

**Соответственно, чем выше индекс качества цветопередачи, тем более высокое качество освещения обеспечивается!**

Теоретически, максимальное значение этого показателя принято за  $R_a$  100. Чем ниже индекс цветопередачи той или иной лампы, тем хуже она передает оттенки цветов. На практике, индексы цветопередачи подразделяются на несколько уровней:

$R_a > 90$  – отличная цветопередача (1A по международной классификации)

$90 > R_a > 80$  – очень хорошая (1B)

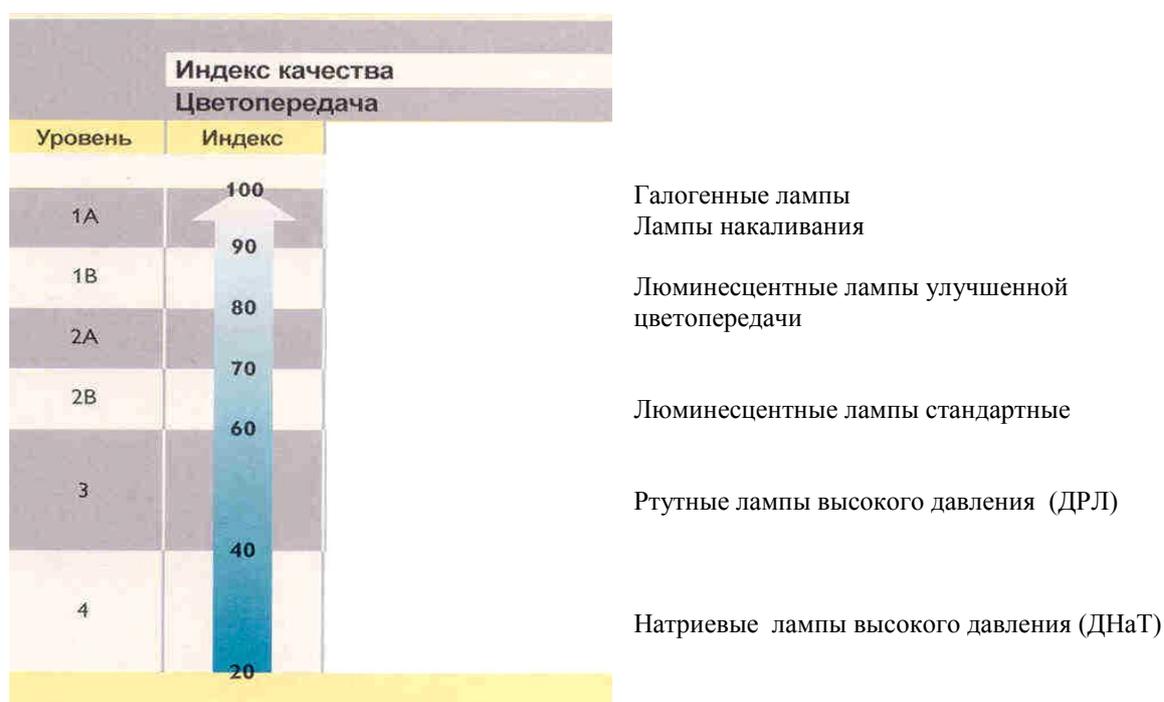
$80 > R_a > 70$  – хорошая (2A)

$70 > R_a > 60$  - удовлетворительная (2B)

$60 > R_a > 40$  - приемлемое (3)

$R_a < 40$  – плохое (4)

Лампы уровня 1A используются в осветительных системах, где точность цветопередачи является одним из самых важных требований - в полиграфии, музеях, магазинах изделий из ткани и кожи.



К лампам уровня 1B относятся трехполосные люминесцентные лампы, устанавливаемые преимущественно в осветительных системах административных зданий, школ, спортивных и промышленных сооружений. Лампы уровня 2A обладают хорошими характеристиками цветопередачи. Лампы уровня 3 используются для освещения промышленных предприятий, где от освещения не требуется точной передачи цветовых оттенков. Лампы уровня цветопередачи 4 не используются для внутреннего освещения. Их основное назначение – освещение магистралей, автомобильных трасс и т.д.

### Срок службы лампы.

Важнейшим из эксплуатационных параметров ламп является срок службы лампы.

Понятие срока службы неоднозначно. Приведем важнейшие определения:

**Полный срок службы** – это время от начала эксплуатации источника света до его выхода из строя.

**Средний срок службы лампы** - средняя продолжительность эксплуатации отдельных ламп в стандартных рабочих условиях (**50 % отказов = средний срок службы лампы**).

**Полезный срок службы** – среднее время работы ламп в номинальных условиях, в течение которого их эксплуатация экономически оправдана. В процессе эксплуатации источника света (например, люминесцентная лампа) его световой поток снижается настолько, что уже не обеспечивает необходимый уровень освещенности, хотя и продолжает работать. В отечественном ГОСТе допустимый спад светового потока составляет 40% от первоначального, у импортных он составляет 30 %.

### **Эксплуатационный ресурс.**

Эксплуатационным ресурсом упрощённо называется **практический экономичный срок службы**. Под этим сроком понимается время работы, после которого **световой поток системы составляет около 80 % от первоначального светового потока системы**.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Как можно охарактеризовать основные тенденции развития современного света?
2. Каково значение энергосбережения в современном освещении?
3. В чём значение светового комфорта в современном освещении?
4. Какую роль в современном освещении играет его экологичность?
5. Каким образом проявляется тенденция миниатюризации в современном освещении?
6. В чём выражается мощность видимого излучения источника света?
7. Что такое освещённость, в чём она измеряется?
8. Что такое яркость света, в чём она измеряется?
9. Что такое световая отдача, в чём она измеряется?
10. В чём выражается значение тех или иных цветовых оттенков?
11. Что такое индекс цветопередачи, в чём он измеряется?
12. Какие виды ламп относятся к группе нейтрально белого цветового оттенка? Что такое средний срок службы ламп?
13. Что такое полезный срок службы ламп?
14. Какие характеристики источников света являются наиболее значимыми с практической точки зрения?