

# СЧИТАЕМ СВЕТ

Светлана ЛЕБЕДКОВА

## УДОБНО ЛИ ТЕБЕ, ДЕВИЦА?

Хорошо ли, когда в квартире музыка гремит так, что стены дрожат? Ваша нервная система после нескольких часов такого веселья начнет сдавать. Еще раньше недовольные соседи выскажут свое объективное мнение о вас...

Замечали, что, когда в доме холодно, в голове почти не остается умных мыслей? Впрочем, когда жарко, — тоже.

Часто мы не понимаем причину плохого настроения, раздражительности, излишней возбужденности. А она на виду — это дискомфорт. Причем не только звуковой или температурный, но и световой. Очевидно, что лучи яркого солнца действуют на нас положительно. Влияние искусственного света не так однозначно — он меняет наше восприятие тепла или холода, успокаивает нас или взвизгивает, создает ощущение праздника или пасмурного дня.

В наших силах управлять своим настроением — надо только правильно подобрать источники света, умело их разместить и точно рассчитать нужное количество.

## ВИДИМОСТЬ СОЛНЦА

Солнечный спектр разделяется на ультрафиолетовую (УФ), видимую и инфракрасную (ИК) составляющие. Коротковолновый УФ губителен для всего живого (его применяют, в частности, для уничтожения бактерий в больничных палатах). Ближний — в определенных дозах полезен человеку.

Видимое излучение (ВИ) — это тот участок спектра солнца, на который реагирует глаз человека.



Его чувствительность, оказывается, не одинакова во всем диапазоне и максимальна в желто-зеленой области. Поэтому при одинаковой интенсивности эти цвета нам кажутся ярче красных и фиолетовых.

Инфракрасное излучение — это тепло, испускаемое любым нагретым телом, даже нами.

Для искусственного освещения современный рынок предлагает помимо традиционных ламп накаливания (ЛН) еще и люминесцентные (ЛЛ) (или лампы холодного света), компактные люминесцентные

(КЛЛ), галогенные (ГЛН) и металлогалогенные. Известно, что они различаются спектром, некоторые участки которого мы даже не видим, а лишь ощущаем (о воздействии УФ мы узнаем по результату — загару).

## ХОЛОДНЫЙ СВЕТ

Более ста лет назад появились «холодные источники света» — ныне известные всем люминесцентные лампы, почти не прогревающие окружающую среду. Это герметичные стеклянные трубки с определенным газом вместо воздуха и небольшим количеством паров ртути, которые в электрическом разряде между электродами излучают ультрафиолет. За пределы колбы он не выходит, зато заставляет нанесенный на нее люминофор испускать видимые лучи. Инфракрасная (тепловая) составляющая в ее спектре также отсутствует.

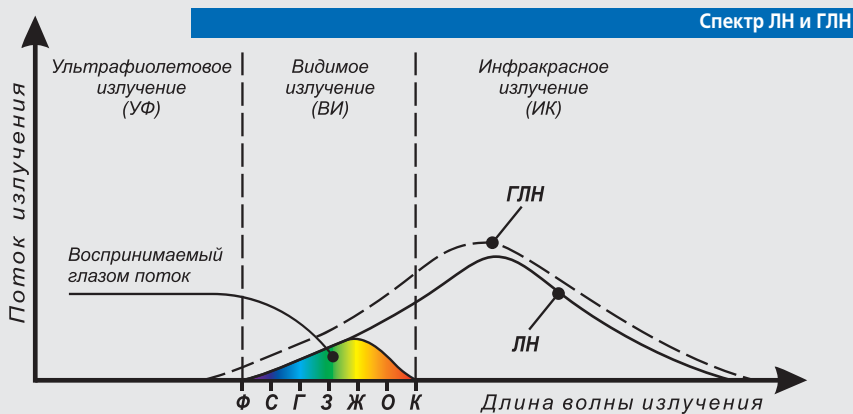
Световой поток любого источника измеряют в люменах (лм). Если ЛН на 1 Вт потребляемой электроэнергии излучает поток 16-17 лм, ГЛН — 20-25 лм, то ЛЛ — уже 70-100 лм, то есть налицо энергетическая выгода. По форме ЛЛ бывают нескольких типов: линейные, U-образные, кольцевые и компактные. Последние, в свою очередь, делают либо в форме спирали, либо в колбе, как у ЛН, либо буквой Н. В домашних условиях используют любые: линейные хороши для подсветки штор, зеркал или стен, КЛЛ с цоколем E27 или E14 — вместо ЛН в светильниках, а H-образные — в настольных лампах.

У люминесцентных источников есть свои «плюсы» и «минусы». Достоинства их в том, что они служат не 1000 часов, а 8000-12000 (КЛЛ) и 10000-18000 (ЛЛ) часов; световой поток их в четыре-пять раз больше, чем у ЛН той же мощности, а значит, и количества их надо меньше; работают от стандартного напряжения 220 В.

Их тон — теплый (розоватые или желтоватые) или холодный (голубоватые) — определяют по цветовой температуре Т<sub>с</sub>. Надо понимать, что она характеризует вовсе не нагрев колбы, хотя измеряется в градусах Кельвина. Это придумка инженеров, чтобы описать цветовой оттенок. По европейским нормам лампы с Т<sub>с</sub> < 3300 К — источники теплого света; Т<sub>с</sub> = 3300-5300 К — естественного; Т<sub>с</sub> > 5300 К — холодного. Первые из них предпочтительнее в бежевых, желто-оранжевых, красных интерьерах при низких уровнях освещенности, последние — в голубых и зеленых, залитых ярким светом.

## НАКАЛЕННАЯ АТМОСФЕРА

В лампах накаливания и «галогенках» светит разогретая электрическим током вольфрамовая спираль. Потребляемую энергию они преобразуют в излучение, количество которого определяется площадью под кривой спектра лампы.



«Радужная» часть — «полезный» поток, воспринимаемый людьми. Если сопоставить эти две области, то видно, что львиная доля излучения ЛН приходится на ИК-диапазон, то есть они больше греют, чем светят. При оплате коммунальных платежей мы выкладываем из своего кармана деньги якобы за свет, а на самом деле — за малоэффективный обогрев помещения.

На этом же рисунке приведен спектр галогенной лампы, очень приглянувшейся современному по-

ребителю. Он начал рьяно размещать ее везде: в комнатах, на кухнях, в туалетах, в ваннах. Но ведь это такая же «печка». Только благодаря галогенному циклу по сравнению с ЛН срок ее службы больше в два раза, а световой поток — в полтора. Стоимость ГЛН выше, да и мороки с ней немало, так как в основном для питания (12 или 24 В) требуется понижающий трансформатор — а он тоже греет и потребляет дополнительную мощность. Однако есть сферы применения, где они предпочтительнее.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТИПЫ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ (Таблица 1)

Тип светильника	Помещение	Общая комната, гостиная или столовая	Детская комната	Кабинет	Спальня	Кухня	Ванная и туалет	Прихожая
Прямого света		Торшер в зоне отдыха, чтения; создание световых акцентов	Настольный	Настольный	Прикроватный	Подвесной (над обеденным столом); встроенные в мебель для освещения рабочих мест в зоне приготовления пищи		Потолочный или настенный; декоративный
Рассеянного света		Подвесная многоламповая люстра	Подвесной	Потолочный или подвесной	Подвесной; у зеркала туалетного столика	Подвесной (над обеденным столом), пристроенный к мебели, скрытно расположенный	Настенный или потолочный для общего освещения; настенный или встроенный в мебель для освещения места у зеркала	Потолочный или настенный; настенный или встроенный в мебель для освещения зеркала; декоративный
Отраженного света			Подвесной; прикроватный		Подвесной; прикроватный			Декоративный

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ УДЕЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ (Таблица 2)**

Освещенность на полу, лк	Индекс помещения*	Удельная мощность (интерьер темный**), Вт/м²	
		ЛЛ	ЛН
500	0,60	42	84
	0,80	39	78
	1,25	35	70
	2,00	31	62
	3 и более	28	56
300	0,60	25	50
	0,80	23	46
	1,25	20	40
	2,00	18	36
	3 и более	16	32
200	0,60-1,20	18	36
	1,25-3,00	14	28
	Более 3	12	24
150	0,6-1,25	15	30
	1,25-3,0	12	24
	Более 3	10	20
50	0,60	9	18
	1,25-3,00	8	16
	Более 3	6	12

\* Индекс помещения I рассчитывают по формуле:  $I = (a+b) / hp(a+b)$ , где a и b — длина и ширина комнаты в метрах, hp — расстояние от светильника до пола в метрах.  
 \*\* Для светлого интерьера удельную мощность уменьшают на 25-30%.

ЛЛ характеризуют еще одним параметром — индексом цветопередачи Ra. Он указывает, насколько правильно в лучах источника передается цвет окружающих предметов, лица человека, еды и т.д. Максимальное значение Ra = 100. Для комнат лучше выбирать лампы, у которых Ra = 95-100, а для коридора, лестницы достаточно Ra = 85-95.

Однако непосредственно от сети 220 В их не запитывают — только через пускорегулирующую аппаратуру (ПРА). Она служит как для поджига лампы, так и для стабилизации ее работы. Предпочтительнее электронные ПРА — они практически не потребляют энергию и исключают пульсацию излучения, повышая частоту напряжения до 1,5-2,0 кГц. Эти лампы не любят возникающий при включении тяжелый для них режим, поэтому разумнее эксплуатировать их непрерывно. Небольшое неудобство — наличие некоторого периода разгорания, однако к нему можно привыкнуть. Еще один «минус» — ртуть в колбе, требующая соблюдения определенных правил утилизации (колбу нельзя разбивать).

**ПОБОЛЬШЕ МЕТАЛЛА**

Металлогалогенные — еще один тип газоразрядных ламп, ртутных, высокого давления. У них полчатый спектр в видимой области (люминофор не испускают), большой световой поток и долгий срок службы. Сейчас для внутреннего освещения выпускают лампы малой мощности 20, 35, 50, 70 Вт, работающие с ЭПРА. Однако их целесообразно использовать для жилых помещений из-за большого времени разгорания (до 10 мин) и значительной пульсации (у моделей с улучшенной цветопередачей). Кроме того, их нельзя включить сразу после погасания (время перезажигания 10-15 мин), и они в несколько раз дороже КЛЛ.

**ЭРА ПОЛУПРОВОДНИКОВ**

О светодиодах сейчас много говорят, но используют в основном только для подсветки декоративных элементов квартиры (картин, скульптур, растений). Но они не дают нужной освещенности (E, измеряется в люксах) — плотности светового потока на поверхности. Даже панели из сотен светодиодов дают на уровне стола от 100 до 150 лк. Их спектр излучения не сплошной, как у Солнца, дневного неба или ЛН. Зато у них огромный — до 10 лет — срок службы.

**СВЕТ ПО-ЗА ГЛАЗА**

Перечисленные источники редко применяют «голыми», так как, во-первых, это не эстетично, во-вторых, в таком виде они ослепляют и вызывают чувство дискомфорта. Поэтому их помещают в светильник. При его выборе обычно руководствуются собственным пониманием красоты, стиля и моды, не очень обращая внимание на такой показатель, как распределение потока по разным направлениям. А зря!

Эта характеристика — кривая силы света — обычно приводится в каталогах. По ее виду различают три группы светильников. Первые, как правило, создают широкий пучок (куда попадает 80-

100% всего излучения). Предназначены для локального освещения поверхности (например, стола) или акцентирования наиболее значимых элементов интерьера (картины, скульптуры, вазы и т.д.). Любые низковольтные ГЛН с отражателем относятся к этому классу. Надо учесть, что при использовании таких светильников потолок остается темным и «давит» — помещение зрительно кажется низким. Создается впечатление, что света мало, хотя на полу и столах его достаточно.

Вторая группа дает более или менее равномерное распределение потока по всем направлениям. Это большинство люстр, тарелок, плафонов, освещающих все помещение в целом.

Третья группа основную долю потока посылает на потолок. При его отражении создается мягкий рассеянный свет, визуальное увеличивающий пространство комнаты. Однако из-за больших потерь такой способ требует много ламп. Целесообразно комбинировать светильники первого и третьего типа, дополняющие друг друга (табл. 1)

**ЗАЛЬЕМСЯ СВЕТОМ!**

Покупая светильник, мы не удосуживаемся хотя бы приблизительно прикинуть его количественные параметры — полагаемся на свой опыт. Однако лучше обратиться к рекомендациям ученых. А они говорят, что для напряженных зрительных работ требуется освещенность в 1000-1500 лк. Конечно, для бытовых нужд цифры поменьше, но все же такие высокие, что, если им следовать, придется тратить на освещение 20-30% всей потребляемой в нашей стране электроэнергии. Такая роскошь, с точки зрения наших властей, неоправданна. Поэтому были приняты заниженные нормы. Для горизонтальной освещенности на полу лампами накаливания цифры следующие (в скобках — европейский стандарт):

- жилые комнаты, гостиные, спальни — 75-100 лк (300 лк);
- кухни-столовые — 75-100 лк (500 лк);
- детские — 100-150 лк (500 лк);
- кабинеты, библиотеки, комнаты отдыха — 150-200 лк (500 лк);
- ванные комнаты, санузлы — 50 лк (200 лк);
- кладовые — 30 лк.

**СКОЛЬКО В ЛАМПАХ?**

Главный вопрос хозяйки квартиры, который хочет сделать хороший свет: сколько ламп надо для комнаты и какой мощности. Когда они расположены на потолке и освещают все помещение, проще всего сделать расчет по методу удельной мощности (его точность 15-20%). Он показывает, с учетом размеров помещения, какая мощность (типовой люстры) рекомендуется на единицу площади комнаты. Арифметикой можно пренебречь — вполне достаточно таблицы 2, составленной на основе многолетней практики.

Зная площадь комнаты, не составляет труда рассчитать суммарную мощность ламп.

**СВЕТОВОЙ ПОТОК ЛАМП РАЗНЫХ ТИПОВ (Таблица 3)**

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	
Лампа накаливания общего назначения	газонаполненная	40	415
		60	715
		75	950
	криптоновая	40	460
		60	790
		100	1450
Галогенная лампа накаливания	12 В	20	350
	220 В	150	2400
Линейная люминесцентная лампа	4	120	
	6	250	
	8	400	
	13	780	
	15	900	
	18	1060	
Компактная люминесцентная лампа	с двумя линейными участками	5	200
		9	400
	с четырьмя линейными участками	11	600
		15	900
		20	1200
	с шестью линейными участками	15	900
		20	1200
	23	1500	

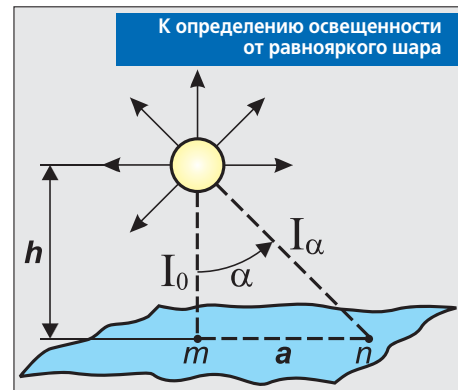
Если нас больше интересует освещенность на уровне стола, а не пола, то мы тоже можем воспользоваться этой таблицей, изменив значение высоты. Надо только принять во внимание, что для письменного стола требуется 200 лк (для справки: обеспечивается настольной 60-ваттной лампой накаливания), обеденного — 100-150 лк, кухонного, на котором готовится еда, — 150-200 лк, туалетного столика — 150-200 лк.

**ЛУЧ ПОД УГЛОМ**

Рассмотренный метод удельной мощности не подходит, когда мы хотим, например, рассчитать освещенность на столе от повешенного возле него светильника. Для такого случая нужны другие исходные данные и формулы. В частности, необходимо иметь кривую силы света (I, измеряется в кандела). А такую информацию продавец в магазине вряд ли вам даст. Ее можно взять из каталогов, но и там она не всегда присутствует.

Задача решаема, если принять несколько инженерных допущений. Представим, что в люстре с плафонами, сделанными из светорассеивающего материала, стоят ЛН с молочными колбами или КЛЛ. Тогда плафон принимают за равнояркий шар, сила света которого, одинаковая по всем направлениям, определяется по формуле:  $I = \Phi / 25$ , где  $\Phi$  — световой поток. Его берем из таблицы 3, где приведены усредненные значения для ламп разных типов.

Для светильника с отражателем у формулы другой коэффициент:  $I = \Phi / 3,14$ .



Освещенность в точках m и n определяем как  $E_m = I / h^2$ ;  $E_n = (I / h^2) \cos^2 \alpha$ . Где  $\cos \alpha = h / \sqrt{a^2 + h^2}$  (расстояние измеряем в метрах). Если плафонов несколько, надо просто просуммировать полученные значения от каждого из них.

Немного сложнее с линейным светильником. Но если расстояние до расчетной точки не менее трех его длин, то тогда в плоскости, перпендикулярной его оси, освещенность определяем по тем же формулам, считая  $I = \Phi / 9,25$ .

Для ГЛН, зная силу света I по центру лампы (ее можно найти только в каталогах), освещенность в этом направлении (где она максимальна) определяем по аналогичной формуле  $E = I / h^2$ .

**А КАК У ВАС?**

Получив в руки такой простой инструмент, каждому из нас захочется узнать, как он работает в реальных условиях. Рассмотрим, к примеру, кухню высотой 2,6 м, с большим обеденным столом высотой 0,8 м и светильником над ним, свисающим с потолка на 0,5 м.

Положим, там только одна криптоновая лампа накаливания 60 Вт. Из таблицы находим, что ее поток — 790 лм.

Считаем. Расстояние от люстры до стола — 2,6-0,8-0,5 = 1,3 м.

Сила света —  $790 / 25 = 31,6$  кд. Освещенность под светильником —  $E = 31,6 / 1,69 = 18,7$  лк, на расстоянии 1 м от этой области —  $(31,6 / (1,69+1)) \cos 37^\circ 30' = 9,3$  лк.

Делаем выводы. Чтобы получить в центре стола рекомендуемые нормами 150 лк, надо взять восемь ЛН по 60 Вт. Как показывает расчет, на его краю в два раза темнее, и чтобы там сделать «как положено», количество ламп в люстре следует удвоить.

Если взять такие же криптоновые лампы, но 100-ваттные, то их потребуется четыре штуки.

Аналогичный расчет показывает, что их можно заменить пятью 20-ваттными КЛЛ.

У вас не так? Что ж, тогда есть повод задуматься, почему ваше семейство, собираясь за обеденным столом, не излучает жизнелюбность, хмуро смотрит на мир и вечно жалуется на плохое настроение.