

# ЦВЕТ И СВЕТ

---

## Оглавление:

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

- [СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СВЕТА](#)
- [ОСНОВНЫЕ СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ](#)
- [ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА](#)
- [КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦВЕТА](#)
- [ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ, ПРОПУСКАНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА](#)

### ИСТОЧНИКИ СВЕТА

- [СТАНДАРТЫ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА](#)
  - [СОЛНЦЕ](#)
  - [ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ](#)
  - [ЭЛЕКТРОННЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ФОТОВСПЫШКИ](#)
- 

## I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СВЕТА

Оптическая область спектра электромагнитных излучений состоит из трех участков: невидимых ультрафиолетовых излучений (длина волн 10—400 нм), видимых световых излучений (длина волн 400—750 нм), воспринимаемых глазом как свет и невидимых инфракрасных излучений (длина волн 740 нм — 1—2 мм).

Световые излучения, воздействующие на глаз и вызывающие ощущение цвета, подразделяют на простые (монохроматические) и сложные. Излучение с определенной длиной волны называют *монохроматическим*.

Простые излучения не могут быть разложены ни на какие другие цвета.

Спектр — последовательность монохроматических излучений, каждому из которых соответствует определенная длина волны электромагнитного колебания.

При разложении белого света призмой в непрерывный спектр цвета в нем постепенно переходят один в другой. Принято считать, что в некоторых границах длин волн (нм) излучения имеют следующие цвета:

390—440 – фиолетовый  
440—480 - синий  
480—510 – голубой  
510—550 – зеленый  
550—575 - желто-зеленый  
575—585 - желтый  
585—620 – оранжевый  
630—770 – красный

Глаз человека обладает наибольшей чувствительностью к желто-зеленому излучению с длиной волны около 555 нм.

Различают три зоны излучения: сине-фиолетовая (длина волн 400—490 нм), зеленая (длина 490—570 нм) и красная (длина 580—720 нм). Эти зоны спектра являются также зонами преимущественной спектральной чувствительности приемников глаза и трех слоев цветной фотопленки. Свет, излучаемый обычными источниками, а также свет, отраженный от несветящихся тел, всегда имеет сложный спектральный состав, т. е. - состоит из суммы различных монохроматических излучений. Спектральный состав света — важнейшая характеристика освещения. Он непосредственно влияет на светопередачу при съемке на цветные фотографические материалы.

Один и тот же цвет может быть получен смешением различных излучений. Цвета излучений, имеющие различный спектральный состав, но визуальна воспринимающиеся одинаковыми, называются *метамерными*.

Метамерные цвета играют большую роль в практике цветных съемок, так как источники света, имеющие одинаковый цвет, но различный спектральный состав, могут давать заметные изменения цветовых соотношений на цветной пленке. Это важно учитывать при использовании смешанного освещения.

Фотопленки же в зависимости от назначения могут иметь наибольшую чувствительность к любым участкам спектра.

## ОСНОВНЫЕ СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ

*Световой поток* — мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит на глаз. Измеряется в люменах (лм).

*Сила света* — световой поток, распространяющийся внутри телесного угла, равного 1 стерadianу. Измеряется в канделах (кд).

*Освещенность* — величина светового потока, падающего на единицу поверхности. Измеряется в люксах (лк).

*Яркость* поверхности — отношение силы света, излучаемого в данном направлении, к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Яркость—единственная из световых величин, которую глаз воспринимает непосредственно. Она не зависит от расстояния рассматривания. Единицей измерения служит кандела с квадратного метра (кд/м<sup>2</sup>).

*Количество освещения (экспозиция)* — это произведение освещенности (фотослоя) на время освещения (выдержку). Единицей измерения является люкс-секунда (лк-с).

## ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА

Температура, при которой абсолютно черное тело излучает свет такого же спектрального состава, как рассматриваемый свет, называется *цветовой температурой*. Она указывает только на спектральное распределение энергии излучения, а не на температуру источника. Цветовая температура выражается в Кельвинах (К). Так, свет голубого неба соответствует цветовой температуре около 12000—25000 К, т. е. гораздо выше температуры солнца.

Понятие цветовой температуры применимо только к тепловым (раскаленным) источникам света. Раскаленные твердые тела дают менее четкий спектр, состоящий из нескольких узких полос — линий. Для них кривая распределения энергии не может быть обозначена цветовой температурой.

Естественные излучения небосвода, хотя и не являются в полной мере температурными (т. е., исходящими из раскаленных тел), тем не менее, характеризуются цветовой температурой достаточно точно. Поэтому и цветные пленки, предназначенные для съемки при том или ином освещении, обозначают соответствующей цветовой температурой (для естественного или искусственного освещения).

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦВЕТА

Цвет любого реального излучения может быть воспроизведен смесью белого с монохроматическим излучением. Измеряемый цвет обозначают длиной волны монохроматического излучения, которое нужно смешать с белым для воспроизведения измеряемого цвета. Длину волны этого излучения называют доминирующей. Отношением мощности выбранного монохроматического излучения к мощности его суммы с белым определяют чистоту цвета.

Спектральные цвета являются самыми чистыми в том смысле, что большую насыщенность для данного цветового тона получить нельзя, так как эти цвета соответствуют отдельным монохроматическим излучениям без их смеси с белым.

## ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ, ПРОПУСКАНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА

Все видимые тела в природе можно разделить на самосветящиеся (источники света) и несамосветящиеся (отражающие и пропускающие свет).

Яркость отражающей поверхности зависит от ее освещения и от ее отражательной способности.

Окраска несамосветящихся предметов определяется их оптическими свойствами: спектральным отражением, спектральным пропусканием и рассеянием света.

*Избирательное спектральное отражение* выражается в том, что от поверхности окрашенного предмета монохроматические излучения, поглощаемые этим окрашивающим веществом, отражаются в меньшей мере, чем от абсолютно белой поверхности, полностью отражающей весь падающий на нее свет.

*Спектральное пропускание*, так же как и спектральное отражение, обусловлено тем, что красящее вещество, содержащееся в предмете, по-разному поглощает монохроматические излучения, т. е. - обладает различным спектральным поглощением.

*Избирательное рассеяние света* — дисперсия — выражается в том, что различные монохроматические излучения рассеиваются по-разному. Избирательное рассеяние зависит от размеров мельчайших частиц отражающей свет поверхности. Определенное монохроматическое излучение отражается от частицы только в случае, когда длина его волны меньше диаметра частицы. Если мельчайшие частицы малы, чтобы рассеивать длинноволновое излучение, но достаточно велики, чтобы отражать коротковолновое излучение, рассеяние будет избирательным. Красные и оранжевые спектральные излучения станут проходить беспрепятственно, а синие и фиолетовые будут рассеиваться.

Из-за избирательного рассеяния атмосферы небо в средней полосе имеет не сине-фиолетовый цвет, как в горах, а голубой. Повышение влажности приводит к тому, что коротковолновые излучения рассеиваются гораздо сильнее, чем длинноволновые, появляется дымка. Для устранения дымки при съемке на черно-белые фотопленки пользуются оранжевым светофильтром. Однако в цветной фотографии оранжевые светофильтры применять нельзя, поэтому устранить, воздушную дымку не удастся.

*Спектральный коэффициент отражения* определяется отношением энергии отраженного монохроматического излучения к энергии излучений, отраженных от идеальной белой поверхности, и не может быть больше 100 %. В табл. 1 указаны спектральные коэффициенты отражения некоторых объектов съемки.

Т а б л и ц а 1.				
Спектральные коэффициенты отражения некоторых объектов съемки (%)				
Объекты съемки	Зона спектра			Визуальный коэффициент отражения
	синяя	зеленая	красная	
Лицо блондина	25	39	61	40
Лицо брюнета	21	35	58	36
Хвойный лес зимой	1,7	3,0	2,7	3
Хвойный лес летом	3,6	7,4	7,8	7,5
Лиственный лес летом	4,2	11	9,4	11
Трава весной	5,4	16	10	16
Трава летом	1,4	9,5	3,1	9,5
Песок	12	22	28	22

Наряду с коэффициентом отражения для различных зон спектра приведена величина визуального коэффициента отражения для указанных объектов. Она достаточно точно определяет фотографический коэффициент отражения (общий) для работы на черно-белых изопанхроматических фотопленках. При работе на цветных фотопленках следует учитывать разницу в спектральных коэффициентах отражения, отличающихся один от другого в ряде случаев во много раз.

Разница в отражательной способности разноокрашенных деталей в объектах съемки определяет интервал их яркостей.

*Интервал яркостей* объекта съемки — отношение между яркостью самой темной и самой светлой деталями объекта.

Интервал яркостей при съемках на цветные фотопленки достигает наибольшей величины в синечувствительном слое и наименьшей — в зелено- и красночувствительном слоях, Для зеленочувствительного слоя он совпадает с интервалом яркостей при визуальном наблюдении, поэтому светочувствительность, указываемая на упаковке цветных фотопленок, определяется всегда применительно к зеленочувствительному слою фотоматериала.

В табл. 2 приведены ориентировочные интервалы яркостей некоторых объектов при съемке на черно-белую фотопленку.

Т а б л и ц а 2. Ориентировочные интервалы яркостей	
Наиболее распространенные объекты съемки	Интервалы яркостей
Пейзаж в пасмурную погоду	1:2-3
Пейзаж в ясную, солнечную погоду	1:5 - 10
Пейзаж в ясную, солнечную погоду со светлым передним планом	1: 20 - 60
Пейзаж в ясную солнечную погоду с темным передним планом	1:100 - 300
Городской пейзаж без переднего плана	1:10 - 40
Темные здания на фоне неба	1:100 - 200
Узкие улицы, освещенные солнцем, с тенями от домов	1: 300 - 500
Арки ворот с освещенным солнцем фоном	1:1000 - 10000
Фигура на натуре при солнечном освещении	1:10 - 20
Фигура в светлом помещении	1:10 - 100
Интерьер без окон в кадре	1:8 - 12
Интерьер, снимаемый напротив окон	1:100 - 500

В табл. 3 приведены интервалы цветозональных яркостей применительно к съемкам пейзажей на цветной фотопленке.

Т а б л и ц а 3.		Интервалы цветозональных яркостей некоторых типичных объектов при цветной съёмке пейзажа.			
Объект съёмки	Условия освещения	Зоны спектра			Визуальный интервал яркостей
		синяя	зелёная	красная	
Пейзаж без переднего плана	Солнце и рассеянный свет от неба, лёгкая дымка	1:129	1:58	1:63	1:59
Поляна на опушке леса	Солнце и рассеянный свет от неба, безоблачно	1:230	1:90	1:100	1:100
Деревья на открытой поляне	Солнце и рассеянный свет от неба, кучевые облака	1:110	1:66	1:67	1:78
	рассеянный свет от неба, кучевые облака	1:170	1:145	1:150	1:156

## 2. ИСТОЧНИКИ СВЕТА

### СТАНДАРТЫ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Ввиду неопределенности белого света введено несколько стандартных источников света, которые называются источниками А, В, С и Е.

Свет источника А считается стандартным излучением для электрических ламп накаливания. Его цветовая температура 2854 К,

Источники В и С — условные стандарты солнечного света, из которых С — более голубой (цветовая температура — 6500 К), а В — более желтый (цветовая температура — 4800 К).

По международному соглашению за стандарт прямого солнечного света принимается излучение с цветовой температурой 5400 К.

Источник Е, в отличие от источников А, В, С, не является температурным и обладает равноэнергетическим спектром, в котором энергии всех монохроматических излучений равны между собой.

### СОЛНЦЕ

Солнечный свет бывает направленным (прямым) и рассеянным атмосферой. Он непостоянен по интенсивности и по спектральному распределению энергии излучения-

К закономерным факторам изменчивости солнечного освещения относятся высота солнца над горизонтом и расположение по отношению к нему фотографируемой поверхности, к случайным — состояние атмосферы (ясно, дождь, туман и т. п.).

Спектр излучения зависит от тех же факторов. Он изменяется, например, от того, как расположен объект — на солнце или в тени. В первом случае объект освещается более “теплым”, прямым солнечным светом в сочетании с рассеянным светом неба и облаков. Освещение в тени светом неба хорошо заметно, например, на снегу в солнечный день. Немаловажным фактором, влияющим на дневное освещение и спектр излучения, является отражение света от земли, растений, стен зданий и других окружающих объектов.

В ранние утренние и предвечерние часы в солнечном свете содержится значительно больше оранжевых и красных лучей, чем в середине дня. Такие колебания также зависят от атмосферных условий, времени года, географической широты.

С восхождением солнца постепенно увеличивается не только интенсивность света, но и его цветовая температура. Частицы воздуха меньше поглощают лучи коротковолновой части спектра (фиолетовые, синие и голубые), что приводит к изменению спектра и, следовательно, к увеличению цветовой температуры дневного освещения.

В зависимости от высоты светила солнечное освещение делится на периоды эффектного, нормального и зенитного освещения.

На характер солнечной освещенности постоянное влияние оказывает атмосфера. При наличии кучевых облаков освещенность незатененных объектов увеличивается примерно

еще на 25 %, а освещенность в тени возрастает в 2—2,5 раза. Контрастность света снижается приблизительно в 2 раза по сравнению с освещением в ясную, безоблачную погоду.

При сплошной облачности наблюдается значительное уменьшение освещенности и контрастности освещения.

В безоблачную погоду при отсутствии дымки колебания в освещенности, связанные с влиянием атмосферных факторов, невелики, поэтому можно указать некоторые средние характеристики солнечного освещения в безоблачную погоду в зависимости от времени дня.

Величины освещенности для средней полосы в разные месяцы года и часы дня приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Освещённость земной поверхности в разные месяцы и часы дня (лк)									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21
июнь	940	23000	46500	66500	74500	65500	43000	18000	870
май, июль	380	14500	40500	59000	68000	59000	38000	13000	310
апрель, август	90	7200	30000	48000	56000	50000	29000	6200	80
март, сентябрь		940	18000	35000	43000	36500	17000	670	
февраль, октябрь			5300	19000	26000	19500	5300		
январь, ноябрь			1400	9000	14000	9400	1400		
декабрь			380	5900	9800	6200	260		

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Все осветители разделяют на приборы *общего* (рассеянного) и *направленного* света,

Важнейшей характеристикой осветительного прибора является угол рассеяния — плоский угол, в пределах которого сила света осветительного прибора снижается не более чем на 10 % от силы света в направлении оси.

Приборы общего света должны быть с большим углом рассеяния (60—180 °). У приборов направленного света угол рассеяния должен колебаться от узкого (несколько градусов) до довольно широкого (50—60°). Так, все прожекторы дают сильный и узконаправленный световой пучок. Но при съемке прожекторы применяют редко. Чаще используют приборы с галогенными лампами, например “Свет-500” или аСвет-1000” и “Луч-300” или аЛуч-

500”’. Однако эти приборы потребляют довольно большую электрическую мощность, поэтому их применение в любительской практике ограничено.

Более доступен любителям прибор ХОП (хроникально-осветительный прибор), представляющий собой отражатель из алюминия, источник света, в котором размещен горизонтально, по оси отражателя. Прибор рассчитан на установку фотографических (перекальных) ламп накаливания мощностью 275 или 500 Вт. Выдвижной патрон позволяет регулировать светораспределение. Прибор годится как для создания общего, так и направленного освещения. Угол может быть ограничен с помощью имеющихся на приборе двух створок. Крепится прибор на штативе.

Другой простой осветительный прибор ОФ-1. Патрон в нем расположен вертикально по отношению к оси сферического отражателя. Он позволяет использовать не только обычные лампы накаливания, но и прожекторную лампу типа ПЖ-13, которая может работать только в вертикальном положении, Патрон в приборе можно перемещать в имеющихся прорезях и тем самым несколько регулировать угол рассеяния.

### ЭЛЕКТРОННЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ФОТОВСПЫШКИ

Электронные импульсные фотовспышки — приборы одно- и многоразового действия. Они очень экономичны. Спектр излучения близок к дневному. Высокая интенсивность света и кратковременность вспышки (1/100—1/1000 с и короче) и дают возможность применять фотоматериалы чувствительности и фотографировать быстро движущиеся объекты.

Приборы используются как в качестве основного источника света, так и дополнительного (например, для подсветки теней при контровом свете и др.).

Основные узлы приборов:

импульсный источник света — газоразрядная лампа, наполненная инертным газом, обычно ксеноном:

устройство поджига лампы, состоящего из повышающего трансформатора и вспомогательных элементов:

накопитель электрической энергии — конденсатор большой емкости;

устройство электропитания — батареи гальванических элементов или аккумуляторов, преобразователь тока, устройства для подключения к электросети или к другому источнику питания.

Узлы объединены в единую конструкцию, состоящую из корпуса с отражателем, или скомпонованы в два блока и более.

Более удобны импульсные фотовспышки, работающие от батарей карманного фонаря, элементов питания 373 и т. д. Главное их достоинство — автономность питания.

В качестве автономных источников питания могут быть использованы и аккумуляторы. Они освобождают фотографа от частой смены разрядившихся батарей.

Ряд преобразователей напряжения имеет автоматическое устройство для включения (при зарядке или подзарядке конденсатора) и выключения (при достижении рабочего напряжения на конденсаторе) источника питания.

Электронные импульсные фотовспышки ФИЛ-ПМ, “Электрон” и ряд других снабжены преобразователями на транзисторах, “Свет”, “Фотон” и некоторые другие могут питаться от преобразователя типа ПН-70. В импульсных фотовспышках ранних выпусков использовались электромеханические преобразователи напряжения, но они менее надежны и создают повышенный шум при работе.

Фотовспышки ФИЛ-9. “Заря” отличаются от рассмотренных приборов тем, что они не снабжены накопительным конденсатором. Широкого распространения эти фотовспышки не получили, так как работают только от сети переменного тока, имеют низкую стабильность энергии вспышек и другие недостатки.

Энергия вспышки зависит от емкости и напряжения накопительного конденсатора.

Энергию вспышки можно регулировать изменением суммарной емкости конденсатора с помощью специального переключателя.

Энергия может уменьшиться при снижении напряжения питания из-за разряда батареи,

*Ведущее число* — это произведение расстояния от фотовспышки до объекта съемки на число диафрагмы объектива. Ведущее число зависит от энергии вспышки, угла рассеяния светового пучка и конструкции отражателя. Обычно ведущее число указывается для пленки чувствительностью 65 ед. ГОСТ, реже — для других. (в современных вспышках ведущее число указывается для пленки чувствительностью 100 ISO)

Если объект съемки светлый (белый), то число диафрагмы увеличивают, для более темного объекта число диафрагмы уменьшают. Кроме того, фактические значения энергии и ведущих чисел могут несколько отличаться от указанных в паспорте фотовспышки. Причиной бывают отклонения емкости конденсаторов в пределах их допусков, изменения питающего напряжения и ряд других факторов. В большинстве случаев такие отклонения незначительны, и их можно не принимать во внимание. Если же экспозиция должна быть более точной, следует уточнить ведущее число при пробной съемке.

---

*Использованные материалы:* **Справочник фотографа** / А. Б. Меледин, Ю. И. Журба, В. Г. Анцев и др., Москва © Издательство "Высшая школа", 1989г.

---

*Изменен 10.10.00*

*Автор: Ермолаев П. Н.*

*Адрес: [samshit@mail](mailto:samshit@mail).*