

Filters  
Rex Hayman  
Focal Press  
London & Boston  
1984

**Р. Хеймен**

## Светофильтры

Перевод с английского Н. Н. Круглова  
под редакцией  
канд. техн. наук А. В. Шеклеина



Москва «Мир» 1988  
ББК 37.940.2  
Х35 УДК 535.24: 77.011  
Хеймен Р.

Х35 Светофильтры: Пер. с англ.— М.: Мир, 1988.— 216 с., ил. ISBN 5-03-001013-0.

В книге английского автора в доступной и исчерпывающей форме описаны современные фотографические светофильтры и способы их применения. Приведено большое число черно-белых и цветных иллюстраций, схем, таблиц и графиков, поясняющих содержание.

Для фотографов-профессионалов и фотолюбителей.

310300000—044 X ————— КБ-5-69-88 041(01)—88

ББК 37.940.2

*Редакция литературы по новой технике и космическим исследованиям*

Издание для досуга Рекс Хеймен Светофильтры

Заведующий редакцией

академик

В. С. Авдуевский

Зам. зав. редакцией

В. И. Пропой

Ст. научный редактор

О. Н. Вишнякова

Мл. редактор

Л. Л. Савинова

Художник

Д. А. Аникеев

Художественный редактор

Н. М. Иванов

Технический редактор

Л. П. Бирюкова

Корректор В. С. Соколов

ИБ № 7021

Сдано в набор 18.02.86. Подписано к печати 12.11.87. Формат VOX 100/1&. Бумага мелованная. Печать офсетная. Гарнитура тайме.

Объем 6,75 бум. л. Усл. печ. л. 17,55. Усл. кр.-от. 50,25. уч.-изд. л. 16,39. Изд. № 7/4616.

Тираж 100000 экз. (1-й завод — с 1 по 75 000 экз.) Зак. 146. Цена 4р. 20 к. ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР» 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., 2 Типография В/О «Внешторгиздат» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли 127576, Москва, Илимская, 7

ISBN 5-03-001013-0 (русс.) © Rex Hayman, 1984

ISBN 0-240-51114-X (англ.) © перевод на русский язык, «Мир», 1988

## Предисловие редактора перевода

Эта книга о фотографических светофильтрах — не только тех, которые используются при фотосъемке, но и тех, без которых не обойтись при печати или лабораторной обработке светочувствительных материалов. Иными словами, это пособие по всем типам фильтров, с которыми приходится иметь дело фотографу.

В отличие от многих других дополнительных приспособлений, о фильтрах в отечественной литературе по фотографии писали не один раз. Помимо более или менее кратких разделов во всех справочниках и общих руководствах, следует также упомянуть брошюры В. В. Дмоховского «Применение светофильтров в натурной съемке». — М.: Искусство, 1956, В. Ф. Горицына «Фотографические светофильтры». — Киев.: Техника, 1981 и переводную книгу Г. Клаусса и Г. Мойзеля «Применение светофильтров в фотографии». — М.: Искусство, 1983. И вот еще одна книга. «Нужна ли она?» — спросит иной читатель. Ответить на этот вопрос, по-видимому, лучше всего одной из первых фраз автора: «Светофильтры из всех фотопринадлежностей применяют чаще всего и в то же время их чаще всего применяют неправильно». Причем неправильно вдвойне: ими не пользуются, когда они действительно нужны, и пользуются, когда они бесполезны или даже вредны. Из-за невысокой

стоимости, доступности и внешней привлекательности фотографические фильтры всегда были особенно популярны у любителей, предоставляя им широкое поле деятельности и одновременно избавляя их от разнообразных ошибок.

В этой книге самым подробным образом, шаг за шагом показано, что фильтры могут дать, в каких случаях ими действительно нужно пользоваться. Рассчитана она на фотографа-практика и в меру содержит теории, в меру практических рекомендаций. Приводятся важные характеристики, которые сведены в таблицы и представлены на графиках. Есть у книги и второе существенное достоинство — она, безусловно, отражает современный мировой уровень фототехники, поднимает вопросы, которые в отечественной литературе освещены недостаточно. Это касается, например, фильтров для достижения особых эффектов, насадок на объектив и других приспособлений.

Нет смысла пересказывать здесь все содержание книги — она у вас в руках. Но хотелось бы обратить внимание на некоторые существенные рекомендации, которые подчас забываются в сутолоке реальных съемок. Фильтры должны быть очень высокого качества. Если вы присоединяете их к объективу или каким-либо иным образом располагаете на пути оптических лучей от объекта, они становятся частью оптической системы, которая строит изображение. И любой дефект фильтра — непараллельность граней, свилеватость, грязные поверхности — становится равносителен дефекту самого объектива с неизбежными потерями резкости, контраста, разрешения мелких деталей, которые могут достигать катастрофических размеров.

Любитель редко имеет возможность достаточно внимательно проверить фильтр непосредственно при покупке, но настоятельные рекомендации не пользоваться самоделками, поврежденными экземплярами и поддерживать фильтр в необходимой чистоте очевидны. Если дефекты видны на глаз, говорить не о чем — фильтр непригоден, но чаще они не столь вопиющи и их пагубное влияние может проявляться только при ответственных съемках. Всегда имеет смысл проверить резкость изображения одного и того же сюжета, снятого с комплектом ваших фильтров и без них, чтобы быть уверенным в их безукоризненном качестве. Сюжет должен содержать и самые мелкие детали, для съемки следует воспользоваться длиннофокусной оптикой (с ней дефекты проявляются резче), а фотоснимок лучше сделать на высокоразрешающем контрастном материале и при контрастном проявлении. Для тщательного сравнения изображений необходима хорошая лупа.

Прочитав книгу, вы узнаете также, что использование бесцветного (ультрафиолетового) фильтра для защиты объектива от грязи и механических повреждений является ошибкой, и автор разъясняет — почему. Не скупитесь он и на другие ценные практические советы, которые щедро рассыпаны по всей книге.

Отечественная промышленность, к сожалению, пока еще не выпускает всего многообразия фильтров, о которых вы здесь прочтете. Особенно «не повезло» весьма полезным типам фильтров, применяемых в цветной фотографии для компенсации отклонений спектральных характеристик источников света. Фотографы творческого склада ощущают нехватку и в фильтрах для особых эффектов, хотя, прочитав книгу, многие найдут пути самостоятельного решения многих вопросов.

Книга богато иллюстрирована. Иллюстрации дополняют текст и часто являются более впечатляющими, чем самые подробные рассуждения. Воспользуйтесь ими как примерами того, что можно сделать, но не рассматривайте в качестве незыблемых эталонов. Пробудить ваши творческие способности и фантазию — вот задача, которую ставили автор книги и все причастные к ее изданию на русском языке. Пусть эта книга послужит для вас полезным практическим руководством, которое поможет не просто избежать тривиальных ошибок, но и подняться на новые ступени мастерства.

*А. В. Шеклеин*

## Для чего нужны светофильтры?

Светофильтры из всех фотопринадлежностей применяют чаще всего и в то же время их чаще всего применяют неправильно. На заре развития фотографии светофильтры были нужны главным образом для исправления недостатков и компенсации ограниченных возможностей в воспроизведении цвета существовавших тогда фотоэмульсий. Прежние материалы были недостаточно чувствительны к оранжевому и красному цветам, передавая их слишком темными по сравнению с зеленым и голубым. Теперь же в черно-белой фотографии светофильтры применяют для управления соотношением тонов в разных областях спектра. Это достигается либо притемнением или высветлением определенных тонов на фотоснимке, либо усилением контраста между отдельными цветами. При цветной фотосъемке применение подходящих светофильтров позволяет избежать искажения цветовых оттенков, когда фотопленка экспонируется при освещении, для которого она не предназначена. Но чаще светофильтры используют для преднамеренного изменения обычной цветовой гаммы с целью достижения особых цветовых эффектов. Это ценный инструмент для самостоятельной творческой работы.

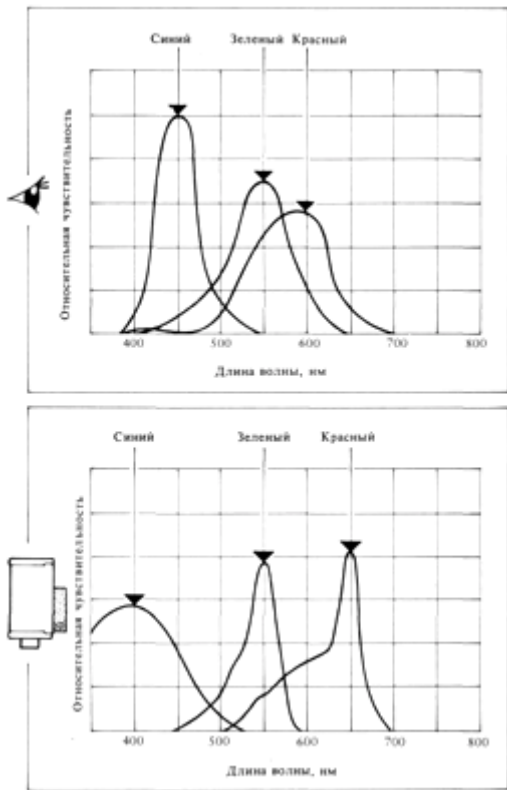
Опытные фотографы путем изучения или экспериментальных проб сами определили, как действуют различные светофильтры и какие они создают цветовые эффекты. Однако в связи с ростом цен на

фотопленку и особенно в связи с риском потерять неповторимые кадры автор настоящей книги считает необходимым сообщить читателю практические сведения о светофильтрах, разъяснить принцип их действия и предложить руководство по их применению с целью повышения художественного уровня снимков.



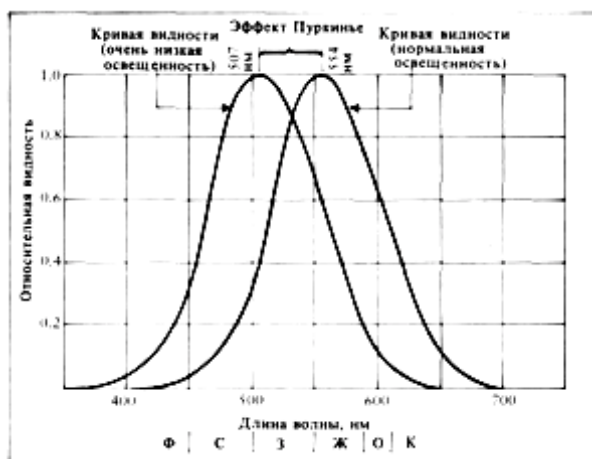
Современные пленки появились в результате накопления более чем векового опыта. Никогда ранее фотограф не имел фотоматериалов, способных столь достоверно регистрировать все цвета или тональную гамму сюжета. Современная технология производства фотоэмульсий продвинулась так далеко вперед, что позволяет создавать светочувствительные материалы с заранее заданными свойствами. Точный контроль за процессом изготовления обеспечивает высокую воспроизводимость свойств пленки от партии к партии. Однако даже современные высококачественные фотопленки не в состоянии воспроизвести все сюжеты такими, какими мы их видим. Частично это объясняется ограниченными возможностями современных химических процессов и красителей, а частично — субъективным восприятием цвета каждым из нас. Поскольку наше восприятие цвета является стандартом, по которому оцениваются все фотопленки и результаты фотографирования, мы, естественно, пытаемся изменить чувствительность фотопленки к разным цветам таким образом, чтобы изображение соответствовало видимому нами. Дело осложняется еще и тем, что глаз человека непрерывно и автоматически корректирует недостатки и неточности нашего видения, подчиняясь сигналам мозга, который запрограммирован в соответствии с нашим опытом. Так, например, лист белой бумаги кажется желтоватым при искусственном освещении лампами накаливания и голубоватым в фиолетовых и более коротковолновых лучах. Тем не менее мы автоматически воспринимаем его белым в обоих случаях. Аналогичное происходит и с цветом. Очень немногие способны представить точный цвет, скажем, забытого дома шарфа при попытке подобрать в магазине пару перчаток соответствующего тона.

Относительная чувствительность к синему, зеленому и красному свету человеческого глаза и трех слоев типичной цветной эмульсии.



волокон. Здесь острота зрения и цветовосприятие максимальны. Остальная часть сетчатки глаза состоит из смеси палочек и колбочек.

В 1801 г. Томас Юнг открыл, что смеси цветных излучений воспринимаются глазом в виде различных цветов. Он пришел к заключению, что этот эффект обусловлен тем, что глаз имеет три типа фоторецепторов (колбочковых клеток), чувствительных к красному, зеленому и синему свету (с некоторой степенью совпадения цветочувствительности). Все разнообразие ощущений цвета возникает при совместном возбуждении этих цветных рецепторов. Степень возбуждения непосредственно влияет на ощущение цвета. Эта теория была далее развита Гельмгольцем, который считал, что глаз автоматически разделяет воспринимаемое излучение на три сигнала, интенсивности которых зависят от соотношения исходных красного, зеленого и синего излучений. Мозг затем воспринимает сигналы от колбочек каждого типа как определенный цвет.



При низкой освещенности максимальная чувствительность человеческого глаза смещается из желто-зеленой области спектра в зеленую. Это смещение известно как эффект Пуркинье.

Из трех типов колбочек наименее чувствительны те, которые воспринимают синий цвет. Желтый и желто-зеленый цвета кажутся нам самыми яркими. Затем идут оранжевый, красный и синий. Палочки реагируют только на сумеречное освещение и наиболее чувствительны к зеленой области спектра. Таким образом, с уменьшением уровня освещенности цветочувствительность глаза смещается из желто-зеленой в зеленую область спектра. При очень слабой освещенности свет воспринимают только нецветочувствительные

палочки и предмет кажется почти лишенным окраски. Это изменение цветочувствительности глаза известно как эффект Пуркинье. При рассмотрении вопроса о чувствительности глаза необходимо помнить, что все фиксируемое сетчаткой глаза анализируется мозгом. Поскольку мозг познает посредством физического и психологического опыта, наше восприятие света и цвета обусловлено толкованием этого явления мозгом, хотя глаз также играет определенную роль в этом процессе.

Прежние фотоматериалы были чувствительны только к синему и фиолетовому цветам. С открытием цветочувствительных красителей появились ортохроматические пленки (пленки правильной цветопередачи). Чувствительность таких пленок была расширена в зеленую, а позднее и в желтую

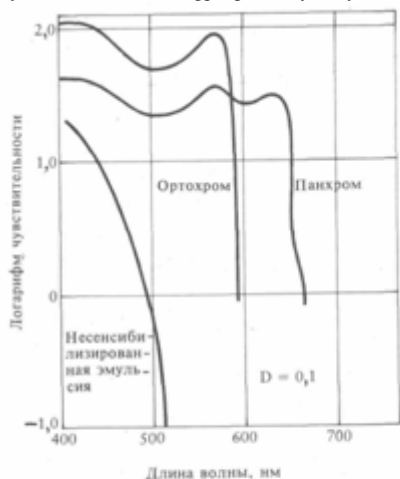
области спектра. Ортохроматические фотоэмульсии не чувствительны к оранжевому и красному цветам. Поэтому их можно обрабатывать при безопасном для них красном или оранжевом освещении. Позднее появились панхроматические фотоэмульсии, чувствительные ко всему видимому спектру, хотя и в не такой степени, как человеческий глаз. Такие фотоэмульсии по сей день более чувствительны к фиолетовому и красному излучениям и менее чувствительны к зеленому излучению, чем глаз. Это значит, что на фотоснимке синие и красные цвета регистрируются сравнительно более светлыми, а зеленый цвет более темным, чем они нам кажутся. Фото пленки также чувствительны к ультрафиолетовому излучению, которое человеческий глаз вообще не воспринимает. Ультрафиолетовое излучение, отраженное облаками или листвой, воспроизводится на фотографиях неестественно светлым.

## Светофильтры в черно-белой фотографии

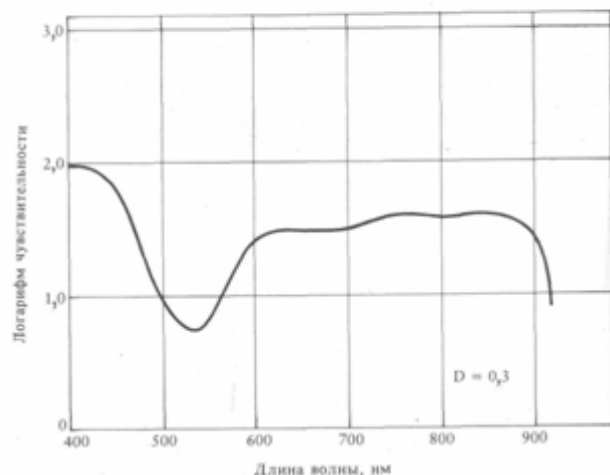
В черно-белой фотографии светофильтры используются для приближения эффективной чувствительности фотопленки к чувствительности человеческого глаза, чтобы зарегистрированные и воспроизведенные на фотографии тона наиболее полно соответствовали яркостям предметов, которые мы видим. Такие светофильтры называются фильтрами правильной передачи тонов. Поскольку черно-белые пленки сводят все цвета к серому, некоторые различные цвета могут воспроизводиться на фотографиях в виде почти одинаковых или даже идентичных серых тонов.

<sup>1</sup> Добавление в эмульсию красителей, расширяющих ее светочувствительность на другие области спектра (вплоть до инфракрасной), называется оптической сенсбилизацией — *Прим ред.*

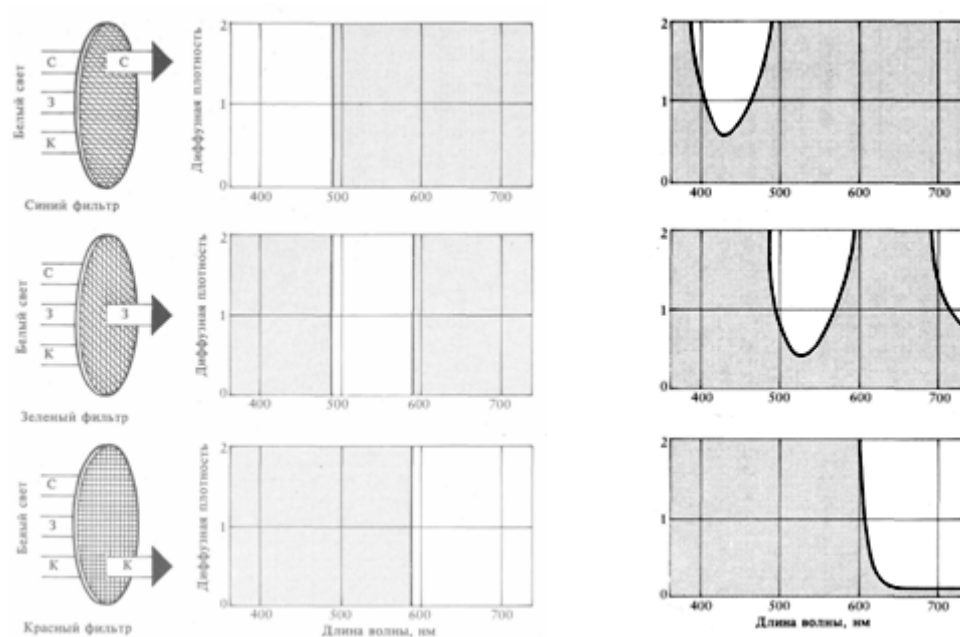
Кривые спектральной чувствительности типичных черно-белых фотоматериалов (**справа**) и типичных фотоматериалов, чувствительных к инфракрасному излучению (**внизу**).



Чтобы сделать их различающимися или увеличить разницу между близкими тонами одного и того же цвета, необходимо увеличить контраст между ними. Достичь этого и избежать изображения на фотоснимке разных цветов в виде одинакового серого тона можно выбором подходящего цветного светофильтра, который пропускает один цвет и поглощает все другие. Этот способ тем эффективнее, чем дальше в спектре отстоят друг от друга разделяемые цвета.



Спектральное распределение плотности идеальных светофильтров каждого из основных цветов и реальных светофильтров (справа).



Можно также увеличить разницу между одинаковыми тонами одного и того же цвета, если взять светофильтр этого же цвета. В обоих случаях используемые светофильтры известны как фильтры, повышающие контраст (контрастные фильтры)<sup>1</sup>. Чтобы ослабить воздействие на фотопленку невидимого ультрафиолетового излучения, особенно влияющего на качество изображения отдаленных ландшафтов, моря или полученных на большой высоте, применяются светофильтры, которые поглощают это излучение, но не влияют на видимый свет. Такие фильтры известны как ультрафиолетовые, или светофильтры для устранения дымки.

<sup>1</sup> Подобное разделение фильтров несколько условно, так как во многих случаях это могут быть одни и те же светофильтры, применяемые в разных условиях или с разным замыслом.— *Прим. ред.*

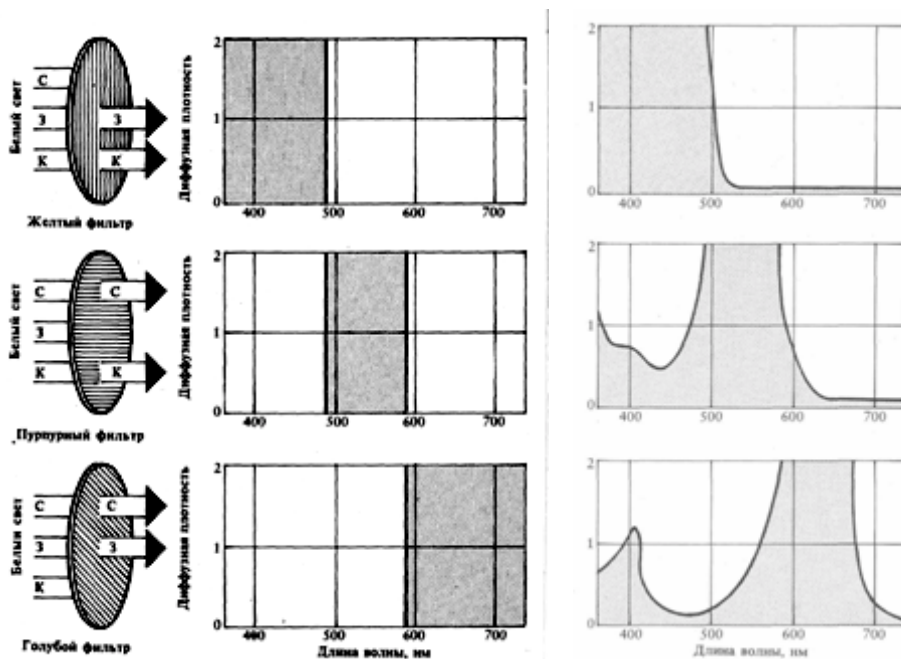
## Светофильтры в цветной фотографии

В определенных пределах цветные фотопленки регистрируют все цвета видимого спектра примерно так же, как и человеческий глаз, однако они чувствительны к ультрафиолетовому излучению подобно черно-белым пленкам.

В отличие от последних они неодинаково воспроизводят цвета при разных источниках света. Поэтому существуют пленки отдельно для дневного и отдельно для искусственного освещения (т. е. освещения вольфрамовыми лампами накаливания). Если цветная пленка для дневного света экспонируется при искусственном освещении, снимки будут иметь общий желтый или оранжевый оттенок. С другой стороны, если применять при дневном свете фотопленку для искусственного освещения, получатся снимки с выраженным синим оттенком. Светофильтры, применяемые при экспонировании цветной пленки при не соответствующем этой пленке освещении, обычно называются конверсионными фильтрами.

Случай, когда цвет источника освещения несколько отличается от стандартного, для которого предназначена фотопленка, и когда фотопленка для дневного света (т. е. предназначенная для освещения прямыми лучами солнца и светом, рассеянным белыми облаками) экспонируется в пасмурную погоду, будут рассмотрены в следующей главе, там где речь идет о цветовой температуре. Чтобы снимки не имели общего паразитного оттенка, перед объективом фотоаппарата помещают слабоокрашенный светофильтр. Этим достигается восстановление цветового баланса, которому соответствует данная пленка. Такие светофильтры называются цветовбалансирующими (коррекционными) фильтрами. Термины коррекция и конверсия часто путают и используют как синонимы. Этого не следует делать. В цветной фотографии применяют светофильтры еще одного типа — цветокомпенсационные фильтры (СС). Их устанавливают на объектив увеличителя, и они должны иметь хорошее оптическое качество. Используют их главным образом при изготовлении фотоснимков с цветных диапозитивов для исправления небольших ошибок в цветовом балансе.

<sup>1</sup> Так как в отечественной литературе допускается иногда разноречивость в названии фильтров для цветной фотографии, в книге сохранены названия, используемые автором.— *Прим. ред.*



Спектральное распределение плотности идеальных светофильтров дополнительных цветов и реальных светофильтров (справа).

Нельзя путать эти фильтры с светофильтрами для цветной печати (СП), которые дают такой же эффект, но их устанавливают в корпусе фотоувеличителя между источником света и оригиналом (негативом или диапозитивом), с которого печатается снимок.

Ввиду высоких оптических качеств цветокомпенсационные фильтры можно также размещать перед объективом фотоаппарата при работе с необычным источником света, таким, как флюоресцентные лампы (с. 112), или для компенсации отклонений от закона взаимозаменяемости (с. 173). Ввиду неудовлетворительного оптического качества светофильтры для цветной печати не следует использовать перед объективом ни на увеличителе, ни на фотоаппарате, так как от этого пострадает резкость изображения.

<sup>1</sup> В нашей стране их называют корректирующими.— *Прим. ред.*

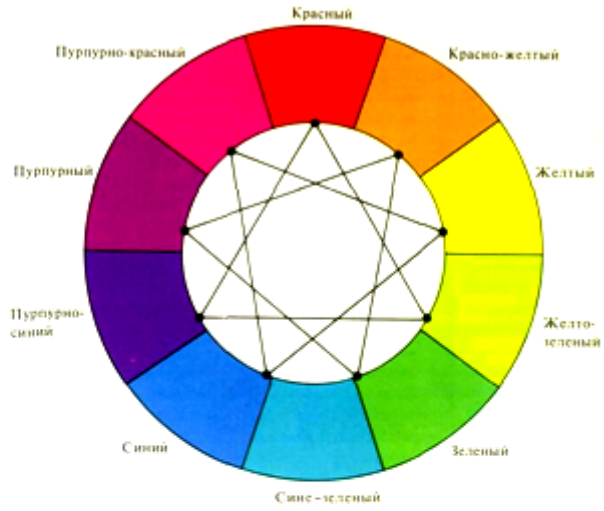
### Принцип действия светофильтра

Белый свет состоит из всех цветов видимого спектра, начиная с красного и кончая фиолетовым. В основном же белый свет можно считать смесью трех основных цветов — красного, зеленого и синего, каждый из которых составляет примерно треть полного излучения спектра. При вычитании из падающего или отраженного света одного или более его основных цветов (первичных цветов) рассматриваемый предмет предстает окрашенным. Вариации в количестве отсутствующих цветов определяют характер видимого цвета. Если вычесть из белого красный и синий цвета, останется только зеленый. Все естественные цвета можно получить из света трех основных цветов. Но эти три цвета практически никогда не бывают чистыми, и цвет, который мы видим, является обычно смесью основного преобладающего цвета с другими вследствие их неполного поглощения. Черный цвет — это просто полное отсутствие цвета. Каждый человек видит цвета по-разному, и на восприятие цвета влияют окружающие его цвета, уровень яркости, структура поверхности и т. д. Например, глянцевая поверхность выглядит более яркой, чем матовая. Многие люди страдают также от цветовой слепоты разной степени (с. 48).

Действие светофильтра заключается в пропускании лучей определенных цветов (или, правильнее, электромагнитных колебаний определенной длины волны) и поглощении (отфильтровывании) других. Зеленый светофильтр, например, кажется зеленым, поскольку он пропускает зеленый свет и поглощает красный и синий. Синяя поверхность кажется синей, поскольку она поглощает красный и зеленый свет и отражает синий. Подчас целесообразнее различать светофильтры (особенно для цветной фотопечати) по свету, который они поглощают, а не по свету, который они пропускают. В этом случае их эффект легче выявить и понять, и использование светофильтров будет более точным. Так, вместо того чтобы считать светофильтр красным, лучше представлять его себе как фильтр, поглощающий зеленый и синий цвет (минус синий и зеленый). А о желтом фильтре, пропускающем красный и зеленый свет, выгоднее думать как о светофильтре, поглощающем синий свет (минус синий). Это относится только к яркоокрашенным светофильтрам. Съемочные фильтры общего назначения для фотоаппаратов не предназначены для такого резкого цветового отсека.

С другой стороны, светофильтры для цветной фотопечати пропускают свет в строго ограниченном диапазоне длин волн. Светофильтры, которые применяют в аддитивном процессе цветной печати, бывают трех основных цветов — красного, зеленого и синего, и каждый пропускает треть видимого спектра. Светофильтры для субтрактивного процесса печати бывают трех дополнительных (к основным) цветов и каждый пропускает также треть видимого спектра (с. 208). Светофильтр желтого

цвета (минус синий) пропускает зеленый и красный свет. Голубой (минус красный) пропускает зеленый и синий, а пурпурный светофильтр (минус зеленый) пропускает синий и красный свет.



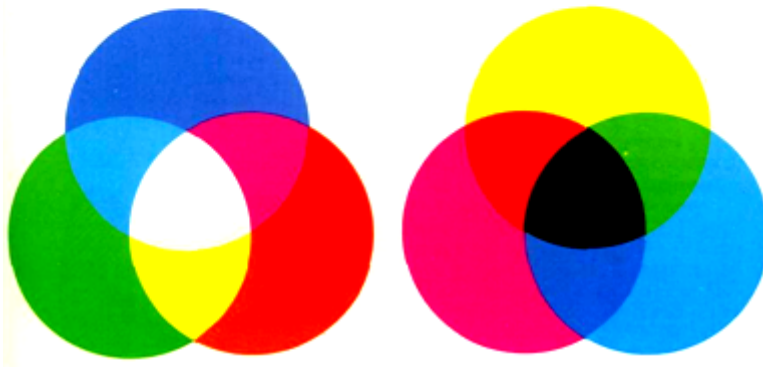
Фильтры, пропускающие один из трех основных цветов, называются зональными.—  
Прим. ред.

На цветном кольце для каждого цвета прямо противоположный цвет будет дополнительным. Белый цвет можно получить добавлением к любому из них соответствующего дополнительного цвета.

Аддитивный синтез трех основных цветов (синего, зеленого, красного). Субтрактивный синтез трех дополнительных цветов (желтого, пурпурно-красного, голубого).

Термин «дополнительный» применяется потому, что сложение такого цвета с одним из основных дает белый цвет.

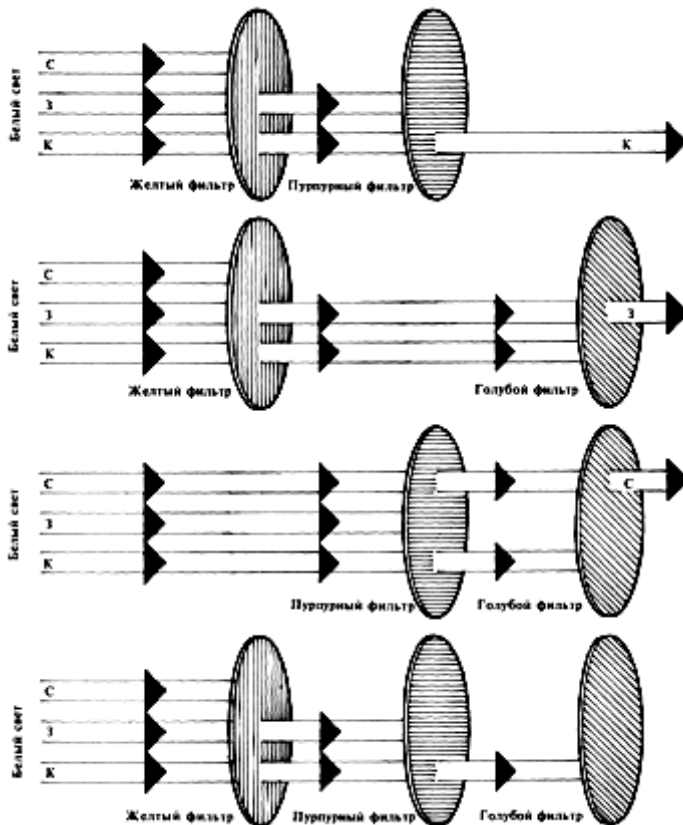
Между прочим, при размещении каких-либо двух фильтров дополнительного цвета между источником света и предметом образуется один основной цвет, общий для обоих дополнительных цветов. Так, пурпурный и голубой светофильтры вместе пропускают только синий свет (синий+красный=пурпурно-красный, синий+зеленый=голубой). Или, с другой-стороны, пурпурно-красный=белый минус зеленый; голубой=белый минус



красный.

Действие различных комбинаций светофильтров дополнительных цветов.

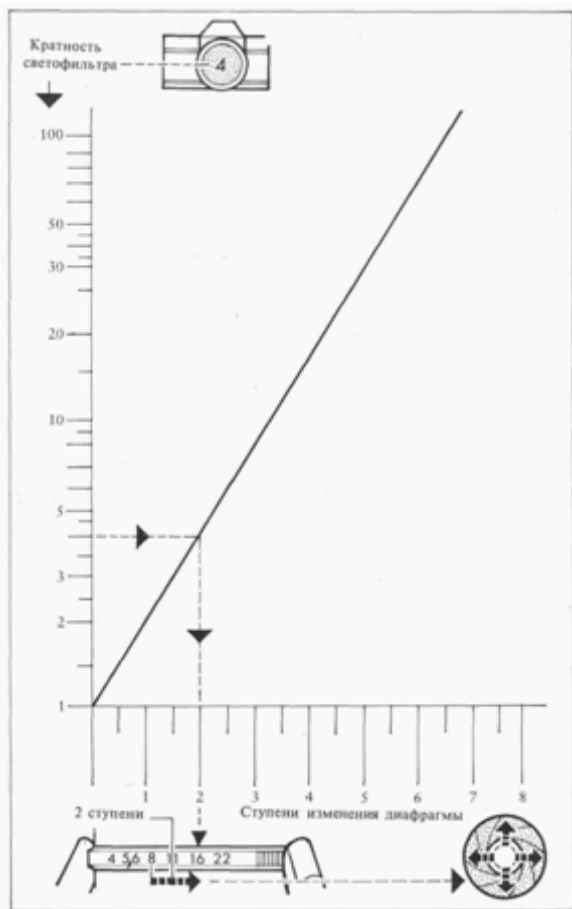
Следовательно, пурпурно-красный и голубой вместе равны белому свету минус зеленый и красный, т.



е. синему. Следует признать, однако, что большинство людей предпочитают называть светофильтры по цвету, который они пропускают. Поэтому такой практики мы и будем придерживаться далее в нашей книге. Кратность светофильтра  
Большинство светофильтров поглощает часть излучения видимого спектра и вследствие этого снижает общее количество света, достигающего фотопленки. Чтобы сохранить правильную экспозицию, необходимо компенсировать уменьшение количества света увеличением выдержки или действующего отверстия объектива. Коэффициент поглощения любого применяемого светофильтра зависит от соотношения между шириной спектра поглощения и оптической плотностью фильтра. Кроме того, он связан со спектральной чувствительностью фотоэмульсии (с. 208) и эффектом, который от него требуется. Например, используя



средний красный фильтр, который больше всего влияет на синий свет и поглощает также некоторое количество зеленого света, можно сделать синее небо на пейзажном снимке более темным и выделить на его фоне облака, а при небольшой недодержке этот фильтр можно применить и для создания «лунного» эффекта.



Номограмма, показывающая соотношение между кратностью светофильтра и диафрагмой. Кратности светофильтра 4X, как показывает пример, соответствуют две ступени изменения диафрагмы.

Степень поглощения света светофильтром называется кратностью фильтра. Эта величина показывает, как следует изменить экспозицию для сохранения ее правильного значения. (Кратности отдельных цветных светофильтров приведены в последующих главах.) Например, с фильтром кратностью 2X экспозицию, измеренную для данного объекта съемки, следует удвоить. Для этого необходимо увеличить диафрагму до следующего значения или увеличить выдержку на одно деление по сравнению с диафрагмой и выдержкой, которые применялись бы при съемке без светофильтра. Соответственно применение светофильтра кратностью 4X требует для компенсации экспозиции увеличения диафрагмы на два деления или увеличения выдержки в четыре раза.

В качестве примера представьте себе объект, для съемки которого без фильтра на панхроматическую пленку средней чувствительности при дневном свете необходима выдержка 1/250 с при диафрагме 11. С желтым светофильтром кратностью 2X необходимо или увеличить выдержку до 1/125 с, или увеличить диафрагму до 8 (но не одновременно и то и

другое!). Оранжевый светофильтр кратностью 4X требует увеличения выдержки до 1/60 с или увеличения диафрагмы до 5,6. Характеристики светофильтров обычно указываются их производителями на оправе для случаев съемки на панхроматическую или цветную фотопленку при нормальных условиях (обычно при дневном свете), если только эти светофильтры не предназначены для специального применения в комбинации с особыми фотоэмульсиями, например инфрахроматической.

Фотоэкспонометры часто имеют на шкалах отметки о поправках, которые необходимо вносить в расчет экспозиции при применении светофильтров. На шкале нормальных экспозиций хорошо известного фотоэкспонометра «Уэстон мастер», например, имеются отметки, указывающие, какая экспозиция будет правильной при применении светофильтров кратностью 2X и 4X.

<sup>1</sup> Обычно говорят, что экспозиция увеличивается на одну ступень, две ступени и т. д. — Прим. ред.

<sup>1</sup> Международный стандарт чувствительности фотоматериалов ИСО содержит два числовых показателя, первый из которых соответствует единицам АСА (практически совпадающим с единицами ГОСТ), а второй — градусам ДИН — Прим. ред.

**Изменение светочувствительности фотопленки при применении светофильтров**

Кратность светофильтра		2×	3×	4×	8×
Изменение в единицах чувствительности АСА	Разделить на	2	3	4	8
Изменение в единицах чувствительности ДИН	Вычесть единиц	3	5	6	9
Увеличение ступеней диафрагмы		1	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	2	3

Если экспонометр не имеет таких отметок, поправку легко внести простым делением значения светочувствительности пленки на кратность светофильтра. Так, при использовании фотопленки ИСО 64/19° и светофильтра 2X на экспонометре должна быть

установлена светочувствительность пленки ИСО 32/16°. При применении этого метода следует всегда помнить о необходимости возврата указателя светочувствительности пленки на экспонометре в нормальное положение, когда светофильтр снимается с объектива.

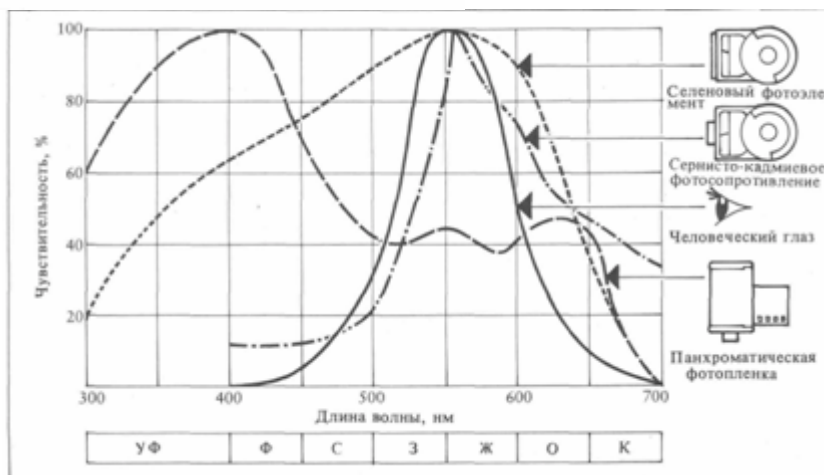
Метод изменения светочувствительности пленки можно также использовать и для фотоаппаратов, имеющих встроенный экспонометр, независимо от того, спарен он с затвором аппарата и (или) механизмом диафрагмы или нет, с автоматическим или неавтоматическим управлением эта камера. Для многих автоматических фотоаппаратов изменение положения указателя на шкале

**Изменение выдержки при съемках со светофильтром**

Выдержка без свето-фильтра, с	Выдержка со свето-фильтром, с		
	Кратность свето-фильтра		
	2×	4×	8×
1/500	1/250	1/125	1/60
1/250	1/125	1/60	1/30
1/125	1/60	1/30	1/15
1/60	1/30	1/15	1/8
1/30	1/15	1/8	1/4
1/15	1/8	1/4	1/2
1/8	1/4	1/2	1
1/4	1/2	1	2
1/2	1	2	4
1	2	4	8

чувствительности пленки является единственным способом внесения поправки при съемке со светофильтром, если только фотоэлемент встроенного экспонометра не перекрывается светофильтром. В последнем случае экспонометр автоматически учитывает кратность фильтра, как, например, в однообъективных зеркальных фотоаппаратах системы ТТЛ (англ. TTL, от Through-The-Lens), в которых экспонометр работает от света, проходящего через объектив.

Многие современные компактные фотоаппараты имеют встроенные фотоэкспонометры с кольцеобразными фотоэлементами вокруг передней линзы объектива. Светофильтры насаживаются на внешнее кольцо объектива таких аппаратов и перекрывают фотоэлемент. При определении экспозиции с насаженным на объектив светофильтром поглощение света светофильтром автоматически учитывается в показаниях экспонометра, и нет никакой необходимости в поправке изменением чувствительности пленки.



Кривые спектральной чувствительности человеческого глаза, типичной панхроматической фотоэмульсии и двух типов фотоэлементов.

Относительное отверстие без свето-фильтра	Установить относительное отверстие со светофильтром данной кратности							
	Кратность светофильтра							
	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ×	2×	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ×	3×	4×	5—6×	7—8×	16×
1:2	1:1,6	1:1,4						
1:2,8	1:2,2	1:2	1:1,8	1:1,6	1:1,4			
1:3,2	1:2,8	1:2,3	1:2,2	1:2	1:1,8	1:1,4		
1:4	1:3,2	1:2,8	1:2,5	1:2,2	1:2	1:1,6	1:1,4	
1:4,5	1:3,8	1:3,2	1:2,8	1:2,2	1:2	1:1,6	1:1,6	
1:5,6	1:4,5	1:4	1:3,5	1:3,2	1:2,8	1:2,2	1:2	1:1,4
1:6,3	1:5,2	1:4,5	1:4	1:3,8	1:3,2	1:2,5	1:2,2	1:1,6
1:8	1:6,3	1:5,6	1:5,2	1:4,5	1:4	1:3,2	1:2,8	1:2
1:9	1:7,7	1:6,3	1:5,6	1:5,2	1:4,5	1:3,8	1:3,2	1:2,2
1:11	1:9	1:8	1:7	1:6,3	1:5,6	1:4,5	1:4	1:2,8
1:16	1:12,5	1:11	1:10	1:9	1:8	1:6,3	1:5,6	1:4
1:22	1:18	1:16	1:14	1:12,5	1:11	1:9	1:8	1:5,6
1:32	1:25	1:22	1:20	1:18	1:16	1:12,5	1:11	1:8

Необходимое изменение относительного отверстия при съемках со светофильтром

Спектральная чувствительность различных фотоэлементов, применяемых во встроенных экспонометрах, не всегда соответствует спектральной чувствительности фотопленки. В частности, многие из них имеют более высокую чувствительность в красном диапазоне спектра, чем в синем. Это может привести к искажению результатов измерения экспозиции. Фотоэкспонометр покажет меньшее увеличение выдержки при желтом, оранжевом или красном светофильтре, чем требуется в действительности, и слишком большое увеличение выдержки при синем светофильтре. Поэтому целесообразно провести несколько простых тестов с каждым новым светофильтром, чтобы определить его кратность и убедиться, можно ли верить показаниям экспонометра, встроенного в аппарат. Это особенно важно для фильтров правильной передачи тонов и контрастных светофильтров, применяемых в черно-белой фотографии, а также для конверсионных и коррекционных светофильтров в цветной фотографии. Во всех этих случаях неправильная экспозиция может отрицательно сказаться на результатах работы и может уменьшить эффективность светофильтра.

Проверка кратности светофильтра. Излагаемый далее способ является самым простым методом проверки кратности светофильтра. Сначала встроенным экспонометром определяют выдержку, необходимую для съемки сюжета без фильтра. После этого определяют необходимую выдержку со светофильтром. Полученные результаты сравнивают. Если их отношение соответствует рекомендациям изготовителя светофильтра для используемых фотоматериалов, то можно считать, что для данной комбинации светофильтр — пленка встроенному экспонометру можно доверять. Если результаты отличаются хотя бы на половину ступени диафрагмы или более, необходимо сделать несколько пробных снимков, чтобы определить, какой показатель кратности будет правилен. Сначала сделайте фотоснимок с экспозицией, требуемой без светофильтра. Затем установите на объектив аппарата светофильтр и сделайте второй снимок с экспозицией согласно новым показаниям фотоэкспонометра. И наконец, сделайте третий снимок с увеличением экспозиции в соответствии с рекомендациями изготовителя светофильтра. При этом необходимо соблюдать два правила. Во-первых, установить фотоаппарат на штатив и не перемещать его между снимками, чтобы обеспечить измерение экспозиции для фотографирования одного и того же сюжета. Во-вторых, увеличивать экспозицию, изменяя диафрагму, а не выдержку. В настоящее время только у отдельных систем затворов фотоаппаратов время выдержки точно соответствует данным на шкале. Поэтому точное увеличение выдержки при изменении скорости затвора не может гарантироваться. К тому же увеличить выдержку лишь на половину деления головки (полступени экспозиции) с помощью затвора невозможно, поскольку в большинстве фотоаппаратов изменение скорости затвора ступенчатое. Такую проверку следует провести при хорошем дневном освещении (выдержка  $1/125$  с и диафрагма 11) на фотопленке средней светочувствительности (ИСО 100/21°). После проявления фотопленки изучите результаты испытания. Отметьте, какие дополнительные небольшие изменения были бы необходимы, и держите запись результатов проверки вместе со светофильтром.

Этот простой способ проверки кратности светофильтров одинаков для большинства работ с черно-белыми фотопленками. Фотографическая широта таких пленок столь значительна, что небольшими отклонениями в экспозиции обычно пренебрегают. Однако фотографическая широта фотоматериалов для технической фотографии или точной съемки, особенно на цветные диапозитивы, резко уменьшается, и экспозиция со светофильтрами должна быть заранее и практически точно определена. Даже такие погрешности, как  $1/3$  ступени диафрагмы, могут быть ощутимы на готовом снимке. Поэтому, прежде чем начинать проверку кратности определенного светофильтра, необходимо проверить точность работы экспонометра фотоаппарата и обеспечить постоянство технологии обработки фотоматериалов для всех проверочных съемок. В результате вы получите комбинацию фотоаппарат — фотопленка — светофильтр — технология обработки фотоматериала, дающую постоянные, точные результаты при освещении источником света с определенной цветовой температурой (с. 34). Для максимально точной работы можно провести проверку кратности светофильтров с каждой отдельной партией пленки, поскольку всегда имеется небольшая разница в качестве светочувствительных красителей, созревании эмульсии, условиях и времени хранения и т. д. у каждой партии фотопленки. Большинство фотоэкспонометров позволяет определить экспозиции, по точности вполне достаточные для обычной фотографии. Однако небольшая разница в калибровке разных экспонометров может стать заметной, если использовать одновременно рядом два разных фотоаппарата.

Прежде чем проверять работу экспонометрического устройства фотоаппарата, необходимо, чтобы точность работы затвора и соответствие его скоростей шкале головки затвора были проверены квалифицированным мастером в фотомастерской. Если затвор работает нормально, нужно проверить еще батарейку экспонометра, и если она не обеспечивает необходимого напряжения, ее необходимо заменить (некоторые фотоэкспонометры имеют встроенный стабилизатор напряжения). Далее поставьте фотоэкспонометр на индекс светочувствительности используемой фотопленки, рекомендованный ее изготовителем. Установите фотоаппарат на штатив, наведите его на сюжет

средней яркости. Постарайтесь, чтобы в кадр не попало много ярких объектов (небо, белые стены и т. д.), нежелателен также и избыток темных предметов (затененных деревьев, теней и т. д.). Определите по фотоэкспонетру экспозицию, установите соответствующие выдержку и диафрагму. Если вы пользуетесь фотоаппаратом системы ТТЛ, необходимо проследить, чтобы на его фотоэкспонетр падал только свет, проходящий сквозь объектив (т. е. свет, отраженный фотографируемым сюжетом), а свет, проходящий сквозь окуляр видоискателя, в систему не попадал. Это особенно важно для фотоаппаратов с автоматической системой контроля экспозиции, если в момент определения экспозиции видоискатель не прикрыт глазом фотографа.

С фильтрами, предназначенными для съемок при дневном свете, эта проверка потребует, возможно, изготовления пятнадцати фотоснимков, по пяти снимков при трех условиях освещения: яркое солнце, белые облака или туманная дымка при ярком солнечном свете, пасмурно. Сделайте один снимок в соответствии с показаниями экспонометра, второй — увеличив диафрагму на полступени, третий — увеличив ее на полную ступень, четвертый — уменьшив диафрагму на полступени и последний, пятый, — уменьшив ее на полную ступень. Такую серию из пяти снимков следует сделать для каждого из трех условий освещения. Если после обработки пленки окажется, что показания экспонометра отклоняются хотя бы на одно деление, его следует перекалибровать. Когда испытания проводятся с цветной обращаемой пленкой, разница хорошо видна при последовательной проекции кадров на экран. Может случиться, что вы предпочтете разные установки экспозиции для разных условий освещения. В этом случае нужно просто помнить (или записать) поправку, например + 1/2 ступени или —1/2 ступени, соответствующую определенным условиям освещения.

Некоторые фотографы предпочитают нормальную экспозицию на негативной пленке, но небольшую недодержку на цветной обращаемой пленке. Им кажется, что в обоих случаях это придает снимку более богатый, насыщенный цвет. Если вы разделяете их точку зрения, то проведите пробные съемки на каждом из этих типов фотоматериалов и запишите поправки. Целесообразно провести также пробные съемки очень контрастных и слабоконтрастных сюжетов, светлых и темноокрашенных объектов. Все это даст вам полезный справочный материал для фотографирования в широком диапазоне условий освещения. Можно сделать аналогичную серию пробных снимков в закрытом помещении при имеющемся естественном свете, с использованием осветительных приборов или электронной фотовспышки, включая специальные вспышки для определенных типов фотоаппаратов.

Выяснив опытным путем экспонометрическую связь аппарата и пленки, вы будете иметь хороший материал для пробных съемок при определении кратности ваших фильтров. Необходимо помнить, однако, что кратность светофильтров не постоянна, хотя коэффициент пропускания самих светофильтров не меняется. Указанная изготовителем кратность определена для нормального дневного света и для обычной панхроматической пленки. При других условиях освещения, например вольфрамовыми лампами накаливания или для фотопленки необычной спектральной чувствительности, фактические параметры светофильтра могут заметно отличаться от указанных в его паспорте. Такие изменения кратности светофильтров в значительной степени зависят от цвета фильтра. Например, кратность зеленого или желто-зеленого фильтра при искусственном, а не дневном свете может измениться незначительно, в то время как кратность красного светофильтра при этом может уменьшиться вдвое, а синего — увеличиться вдвое.



Желтый двукратный светофильтр подчеркивает структуру высококучевого облака *Валери Бисланд*

Время съемки при естественном освещении также может влиять на характеристики светофильтра. Оранжевый светофильтр при красноватом утреннем и вечернем солнечном освещении может иметь меньшие кратности, так как пропускает в это время относительно больше света, чем в солнечный полдень. Аналогично зеленый светофильтр при фотографировании травы и деревьев пропустит значительно больше света, отраженного от снимаемого сюжета, чем в случае съемки многоцветного сюжета.

Сенситометрические характеристики фотопленок также могут быть важным фактором. Хотя характеристики большинства черно-белых пленок для обычной фотографии очень близки, они все-таки не одинаковы. При применении цветных пленок характеристики цветных светофильтров также зависят от свойств сенсibiliзирующих красителей, введенных в эмульсию пленки. Существуют также невидимые для глаза лучи, к которым эмульсия фотопленки

чувствительна. Наиболее существенна при этом ультрафиолетовая область спектра, которая создает на цветных пленках при фотографировании отдаленных ландшафтов и поверхности моря общий синевато-фиолетовый оттенок. К счастью, светофильтры, поглощающие эту долю солнечной радиации, практически прозрачны и имеют кратность, равную единице (т. е. не требуют увеличения экспозиции). Такой светофильтр можно надеть на объектив и забыть о нем. Так и делают многие фотолюбители не только из-за поглощающих свойств светофильтра в ультрафиолетовом диапазоне, но и для защиты передней линзы объектива. Ошибочность такого приема будет объяснена позже (с. 73).

При одновременном использовании нескольких светофильтров их кратности могут увеличиться или остаться неизменными в зависимости от комбинации цветов. Если нет требуемого светофильтра, то желаемого эффекта можно добиться, используя несколько фильтров. Однако это не идеальное решение, поскольку наряду с другими факторами дополнительные поверхности раздела стекло — воздух могут вызвать нежелательные отражения лучей света. Лучше использовать светофильтры, имеющие многослойное просветление (с. 59). В светофильтре без просветления теряется до 5% света на каждой поверхности раздела. При определенных комбинациях светофильтров возможно перекрестное поглощение цветов, и суммарная кратность светофильтров будет сильно отличаться от кратности каждого из них. Для некоторых фотопленок кратность светофильтра зависит от качества сенсibilизаторов эмульсии. Впрочем необходима известная осторожность. Если ваши результаты отличаются от данных изготовителя, вы должны быть готовы к тому, чтобы провести описанную выше проверку, и, возможно, вы найдете причину такого отличия.

## Цвет

Фотография немыслима без света. Но что такое свет? Физики на протяжении столетий пытались объяснить его сущность. Однако только в 1669 г. Ньютон выдвинул свою корпускулярную теорию, которая получила в то время всеобщее признание. Ньютон предположил, что свет состоит из корпускул (частиц), испускаемых источником света. Почти одновременно Гюйгенс предложил волновую теорию света. Однако в то время корпускулярная теория казалась более убедительной в объяснении образования тени и отражения света, чем теория Гюйгенса. К тому же и репутация Ньютона как ученого сыграла свою роль.

Волновая теория света завоевала признание в научном мире лишь спустя столетие, когда Френель продемонстрировал явления дифракции и интерференции света, которые можно объяснить только волновой природой света. Еще позднее Максвелл открыл электромагнитную природу света и доказал, что скорость его распространения в вакууме совпадает со скоростью распространения радиоволн (открытых примерно в то же время Герцем), которая составляет 300 тыс. км/с ( $3 \cdot 10^8$  м/с). Это подтвердили опыты других ученых, в частности Фуко. Таким образом, стало ясно, что видимый свет составляет только очень небольшую часть спектра электромагнитных колебаний.

Когда Планк в начале XX в. обнаружил, что некоторые особенности поведения света можно объяснить лишь допущением о том, что электромагнитное излучение испускается в виде отдельных порций, или квантов, излучения, и сформулировал свою квантовую теорию, это поставило под вопрос правильность электромагнитной теории света. Квантовая теория сейчас применяется для объяснения фотохимического действия света, например образования скрытого изображения. В настоящее время считается, что свет обладает как волновыми, так и корпускулярными свойствами. Первая модель служит объяснением разных «видов» и цветов света, а вторая — его энергии и результатов взаимодействия с материей. Что касается фотографии, то для объяснения ее сущности необходимо и то и другое. С помощью квантовой теории изучают воздействие света, падающего на фотоэмульсию или фотоэкспонометр. Для целей, поставленных в этой книге, можно ограничиться рассмотрением световых эффектов, которые объясняются до некоторой степени более простой, волновой теорией.

Разные виды электромагнитного излучения отличаются длиной волны, которая измеряется расстоянием от одного гребня волны до другого. Длина волны обычно обозначается греческой буквой  $\lambda$ . Ее частота, которая измеряется числом гребней волн, проходящих через данную точку в секунду, обозначается греческой буквой  $f$ . Эти числа связаны обратной пропорциональностью: чем выше частота, тем короче длина волны, и наоборот. Постоянная этой пропорциональности — скорость света обычно обозначается буквой  $c$ . Радиоволны имеют самую большую длину, до нескольких километров. Самая короткая длина волны у невидимого гамма-излучения, испускаемого радиоактивными объектами; она составляет 0,001 нм и менее ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ).

## Свет и цвет

В пределах спектра видимого глазом излучения человек различает изменения длины волны как изменения цвета. Каждый цвет соответствует определенной длине волны. То, что мы называем белым

светом, является смесью излучений со всеми длинами волн видимого спектра примерно в равных пропорциях. Неясные или бледные цвета также являются смесью излучений со всеми длинами волн, но в разных пропорциях. Ощущение сильно насыщенного цвета, как правило, возникает при воздействии узких спектральных полос излучений. Человеческий глаз видит излучение с длинами волн от 400 нм (фиолетовый цвет) до немногим более 700 нм (красный цвет). Излучение с меньшими длинами волн (ультрафиолетовое) и большими длинами (инфракрасное) невидимо, хотя человеческий глаз частично ощущает инфракрасное излучение в пределах до 1000 нм.

Для практических целей считается, что видимый спектр содержит три основные полосы: 400—500 нм (сине-фиолетовая), 500—600 нм (зеленая) и 600—700 нм (красная). Внутри этих полос имеются другие различимые глазом оттенки. Синий, например, появляется между 450 и 500 нм, сине-зеленый — в узкой полосе в окрестности 500 нм и желтый — немного в более широкой полосе между 580 и 610 нм.



В реальных условиях цвета, которые мы видим, зависят и от условий освещенности, и от окружающей обстановки. Цвет источника света оказывает существенное влияние на цвет освещенного им объекта. Мы сталкиваемся с этим, когда пытаемся подобрать одежду при искусственном освещении. Большое влияние оказывает также отражательная способность окружающих предметов и фотографируемого объекта. Блестящий объект обычно имеет более высокую цветовую насыщенность, чем матовый. Интенсивность и направление излучения источника света также оказывают влияние. Строго направленный свет создает более яркие и более насыщенные цвета. Приглушенный, или рассеянный, свет создает ненасыщенные цвета. Следует отметить, что прямые, или зеркальные, световые блики не окрашены, так как отраженный таким образом свет не проникает сквозь поверхность отражающего объекта и не поглощается ни на одной из длин волн.



Имеется другой постоянно действующий фактор, влияющий на наше восприятие цвета. Цвет окрашенной области, окаймленной белым, будет казаться менее насыщенным, чем цвет той же области, окаймленной черным. Аналогичный эффект отмечается, если обрамление того же цвета, но более светлого или более темного тона.

*Коллин Роу.*

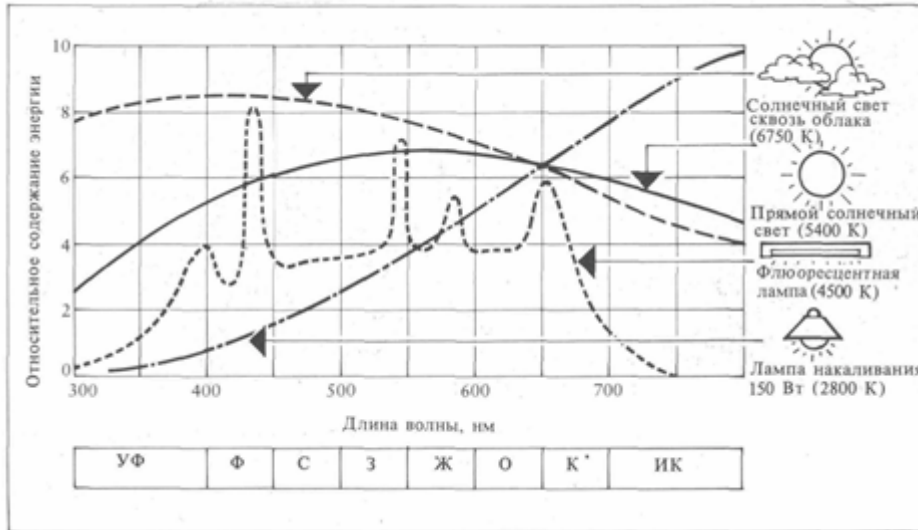
При цветной съемке должен учитываться еще один фактор. Красноватые цвета считаются теплыми, а голубоватые — холодными. Предметы в помещении, освещенные ярким пылающим огнем, кажутся теплыми по сравнению с полосой глубокой синей океанской воды, освещенной ярким солнечным светом.

Красные цвета кажутся выступающими из картины, тогда как синие отступающими вглубь за ее пределы. Известно много других психологических факторов, влияющих на наше восприятие света и составляющих его цветов, но это очень сложный вопрос, многие аспекты которого выходят за рамки этой книги.

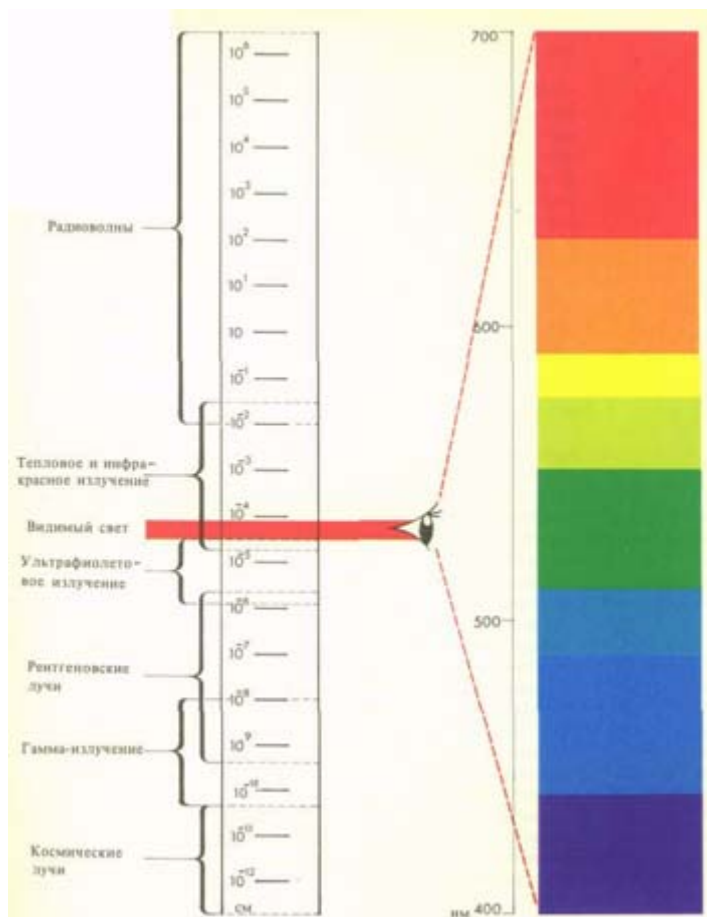
### **Источники света**

Большинство источников искусственного освещения, применяемых при фотографировании, испускает весь спектр длин волн видимого излучения, хотя и не в той пропорции, как дневной солнечный свет. Даже сам дневной солнечный свет изменяется по спектральному составу. Однако наше восприятие света настолько гибкое, что мы обычно не замечаем различия. Иначе обстоит дело с фотоэлементами, которые регистрируют свет в его действительных цветовых пропорциях. В зависимости от природы каждого источника света и спектрального распределения его энергии цвет света, отраженного от одного и того же объекта, может значительно изменяться. Для изолированного объекта глаз заметит разницу только на пределах отклонений (другое дело, когда объекты можно сравнивать). Спектральные характеристики так называемых источников белого света сильно отличаются друг от друга. В повседневной жизни это не играет особой роли, а в фотографии имеет первостепенное значение.

Итак, наряду с другими формами электромагнитного излучения свет является одним из видов энергии. Тепло также является одним из видов энергии. Когда мы нагреваем предмет (например, нить лампы накаливания) до достаточно высокой температуры, некоторое количество тепловой энергии переходит в световую энергию. Можно показать, что имеется связь между абсолютной температурой тела (более строго — абсолютно черного тела) и спектральным распределением энергии испускаемого им света. Это подсказывает метод описания цветовых характеристик накаливаемого источника света с помощью так называемой цветовой температуры. Цветовая температура измеряется в Кельвинах (К). Один кельвин равен одному градусу Цельсия. Температура тающего льда соответствует  $0^{\circ}\text{C}$  и  $-273\text{ K}$ . (Нуль кельвина является абсолютным нулем, при этой температуре в материи отсутствует тепловая энергия.)



Спектральное распределение энергии обычных источников света. Обратите внимание на повышенную «красноту» спектра лампы накаливания 150 Вт и прерывистость спектра флуоресцентной лампы.



Полный спектр электромагнитного излучения, включая его небольшую область, составляющую видимый свет. Растянутая шкала цветов видимого света.

Если повысить абсолютную температуру гипотетического совершенно не отражающего объекта (абсолютно черного тела), он начнет испускать инфракрасное излучение при 350 К (температура очень горячей воды); по мере повышения температуры он начнет светиться сначала в красном диапазоне спектра, затем в оранжевом, желтом и, наконец, достигнет белого каления. Если нагреть тело еще сильнее, оно станет голубым, как самые горячие звезды.

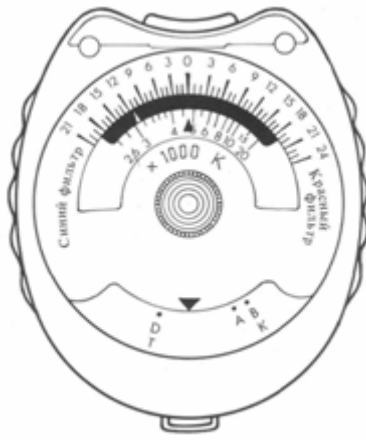
Для фотографов наиболее существенными являются температуры, близкие к температурам плавления вольфрама и поверхности Солнца. Обычная осветительная лампа накаливания имеет цветовую температуру около 2800 К, студийные лампы «Фотоперл» 3200 К, «Фотофлуд» и вольфрамо-галогенные лампы 3400 К. Средний солнечный свет, магниевые вспышки с синей колбой и электронные импульсные лампы имеют цветовую температуру около 5500 К. Полностью затянутое белыми облаками небо

является, как ни странно, синим и имеет цветовую температуру около 9000 К, а цветовая температура чистого голубого неба может быть выше 12 000 К. Значение 3200 К (или 3400 К) для фотоламп может изменяться от ряда факторов: срока эксплуатации лампы, рабочего напряжения электрического тока, типа используемого отражателя и т. д. Для черно-белой фотографии это не столь важно до тех пор, пока не возникнет потребности в использовании светофильтра. Для цветной же фотографии такие изменения исключительно важны всегда.

Имеется много способов измерения цветовой температуры источника света. Простейший способ — измерение по цветному эталону — ленте со шкалой цветовой температуры. Лента помещается под лучами источника света, и температура определяется по той ее части, которая более всего совпадает с цветом источника. Более точный способ — измерение специальным прибором, который сравнивает относительную интенсивность красного и синего излучений, испускаемых источником света. Первое время приходилось использовать два отдельных светофильтра, и сопоставление двух показаний занимало довольно много времени. Современные электронные приборы сами сравнивают интенсивности излучения и выдают результаты в цифровой форме. Для всех практических целей считается, что дневной свет состоит из всех световых волн видимого диапазона в одинаковых пропорциях. Это представление является стандартом, по которому оцениваются все другие источники света. Свет источников с непрерывным спектром, т. е. излучающих на всех длинах волн видимого спектра, может сильно отличаться по относительному содержанию разных длин волн. Достаточно одновременно зажечь обычную лампу накаливания и фотолампу «Фотофлуд», чтобы заметить разницу между ними как по яркости, так и по цвету.

Цветовая температура является хорошим критерием для классификации характеристик раскаленных источников со сплошным (непрерывным) спектром. Нераскаленные источники света, такие, как натриевые и ртутные уличные лампы или флюоресцентные лампы, имеют прерывистый или линейчатый спектр излучения. Их характеристики нельзя оценить методом цветовой температуры, поскольку их излучение невозможно сравнить с излучением раскаленного объекта. Тем не менее некоторые виды ламп дневного света специально приспособлены для целей фотографии. С некоторым допущением можно сказать, что они имеют цветовую температуру. Спектр электронной вспышки, например, хотя и является линейчатым, содержит так много широких полос, что может вполне считаться непрерывным.





Прибор для измерения цветовой температуры. Он позволяет точно измерить соотношение интенсивностей излучения в красной и синей областях спектра (так называемое красно-синее отношение).

При тщательном подборе газовой смеси (обычно ксенона с примесью аргона) и нанесении на трубку металлического покрытия спектр ее излучения сильно приближается к спектру дневного солнечного света. С таким источником света можно фотографировать на пленку дневного света без светофильтров (с. 111).

Недостаточная эффективность обычных ламп накаливания вызвала необходимость создания перекальных ламп типа «Фото-флуд» и других специальных студийных ламп. Испускаемый ими свет не только более интенсивный, но и менее красный. Соответственно и производители цветных фотопленок наладили выпуск пленок, подходящих для работы с той или иной лампой (например, любительская пленка сбалансирована для съемок с лампами «Фотофлуд», а пленка для профессионалов

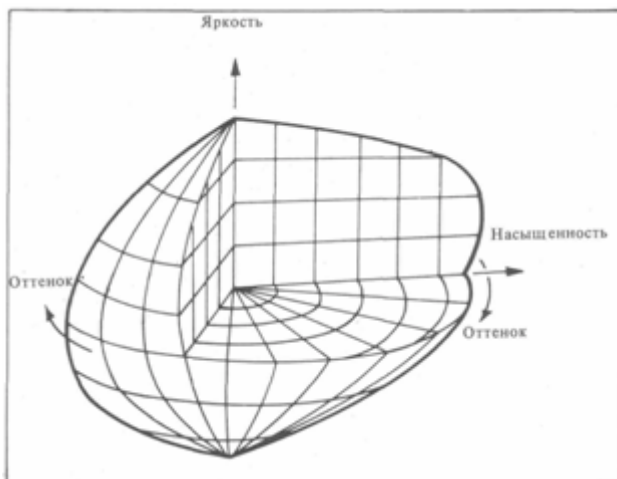
сбалансирована для съемок со студийными осветительными приборами). Эти пленки также подходят и для более современных вольфрамо-галогенных ламп. Однако при использовании лампы «Фотофлуд» и других осветительных приборов необходимо помнить, что они обеспечивают нужную цветовую температуру только при нормальном напряжении в сети и если они относительно новые. При снижении напряжения и старении лампы ее свет постепенно желтеет. Современные лампы-вспышки дают свет с более высокой цветовой температурой, чем «Фотофлуд» и студийные лампы. В настоящее время колбы всех ламп-вспышек, за исключением самых больших, рассчитанных на профессионалов, покрываются голубым лаком, чтобы повысить их цветовую температуру до уровня цветовой температуры среднего дневного света (5500 К). Они пригодны для съемок на цветных пленках для дневного света, что исключает необходимость менять пленку или применять конверсионные светофильтры. В отличие от ламп «Фотофлуд», студийных ламп и др. интенсивность и спектральные характеристики ламп-вспышек не зависят от напряжения питания (в том числе и в сети), так как оно нужно здесь только для поджигания горючей металлической фольги.

## Цветовой тон (оттенок), светлота и насыщенность

До сих пор мы говорили лишь об основных цветах спектра (красном, желтом, зеленом, синем и фиолетовом) и из их свойств имели дело лишь с плотностью цвета, или насыщенностью. Не было речи о различных уровнях видимой яркости, или, более точно, светлоты. Поскольку зрение каждого человека разное, было бы неправильно приписывать определенный цвет определенному предмету. Правильнее говорить о свете, отраженном этим предметом. Объекты как таковые не имеют характерных цветов. Их вид зависит от характеристик падающего на них освещения. Следовательно, правильнее говорить о цвете предмета при освещении определенным источником света, т. е. при дневном солнечном свете, при свете лампы «Фотофлуд» и т. п. Если говорят, например, что предмет просто зеленый, то имеется в виду только его цветовой тон без каких-либо дополнительных подробностей. Если говорят, что предмет темно-зеленый, то описывают его светлоту. Если же говорят, что он интенсивно (или ярко)-зеленый, то имеют в виду третью характеристику — насыщенность. Она является мерой его отличия от нейтрально-серого тона такой же светлоты. Эти три характеристики цвета фактически описывают ощущения глаза, а не свойства самого предмета.

Даже непрофессионал обычно в состоянии правильно определить различные оттенки цвета. Однако при описании светлоты и насыщенности начинается путаница в понятиях. Это становится очевидным, когда пытаются определить, в чем различие двух цветов — в яркости (светлоте) или насыщенности. В цветной фотографии эта лингвистическая трудность особенно может повлиять на представление о передаче цвета. Люди часто используют слово яркий для описания насыщенности. Представьте, например, ряд оттенков имеющейся в продаже красной губной помады и подумайте о том, как мало имеется слов для их описания. Сможете ли вы только по устному описанию выбрать необходимый цвет? Выходом из этого затруднительного положения явилась классификация колоссального количества цветов и оттенков, различимых человеческим глазом. Для этого были созданы две основные системы, приемлемые как для фотографов, так и для художников и физиков. Несмотря на то что человеческий глаз не в состоянии точно измерить цвет, он может сравнить два цвета, находящиеся рядом. Упомянутые системы классификации известны как система Мансела (Мензелла) и система МКО. Они во многом дополняют друг друга. Систему МКО можно использовать для математического описания воспроизведения цвета, а система Мансела используется главным образом художниками.

Разрез несимметричной сферы, предложенной Манселом для классификации оттенков при разных уровнях насыщенности и яркости (светлоты). Центральная ось (нейтральная) проходит от черного внизу до белого вверх.



## Система Мансела .

Система Мансела была предложена американским художником Альбертом Х. Манселом и представляет собой разрез трехмерного тела, содержащего все цвета, которые могут быть получены из образцов устойчивых пигментов. Общий вид этого тела представляет собой несимметричную сферу, по экватору которой расположены цвета в следующем порядке: красный, оранжевый, желтый, желто-зеленый, зеленый, сине-зеленый, синий, пурпурно-синий, пурпурный и пурпурно-красный. По вертикальной оси расположены все тона серого цвета, от белого сверху до черного внизу. Насыщенность цвета постепенно

уменьшается от периферии к центру сферы. В центре, где встречаются все цвета, насыщенность равна нулю. Десять цветов, размещенных по экватору, состоят из пяти основных и пяти промежуточных цветов. Все экваториальное сечение содержит 100 оттенков цвета. По вертикали располагается шкала яркостей, проходящая через центр цветного круга (по терминологии Мансела, шкала величин). Вверху шкалы находится теоретически чистый белый цвет с отражательной способностью 100%. Ему приписывается величина 10. Внизу шкалы находится теоретически чистый черный цвет с отражательной способностью 0%, которому приписывается величина 0. Девять других величин между этими двумя имеют промежуточные числовые значения и представляют фактические уровни яркости (светлоты) цветов. Такая система образует зрительно равноотстоящие ступени яркости при определенном освещении. В связи с ограниченностью значений возможной насыщенности («хрома», по Манселу) по оттенку и величине цветное тело несимметрично. Например, наивысшая глубина окраски для красного цвета равна величине 14, а наивысшая оценка для сине-зеленого цвета, находящегося против красного, равна только 6.

<sup>1</sup> В СССР используют цветные атласы Рабкина и ВНИИМ.— *Прим. ред.*

Для удобства наборы цветных образцов имеют форму книжечек, каждая страничка которых соответствует меридиональной плоскости цветного тела. Преимуществом этой системы является то, что при создании нового пигмента, на основе которого можно получить образцы более высокой насыщенности, такие цвета могут быть легко добавлены в описанную выше сферу. Другим положительным моментом является возможность по цифровому показателю немедленно отнести образец к определенному цвету. Система Мансела, позволяющая очень точно подбирать цвет, хорошо соответствует нашему психологическому восприятию различия цветов, их яркости и насыщенности. Она уникальна тем, что главный упор делается на зрительное восприятие наблюдателя при освещении образцов каждого цвета стандартным источником света. Для фотографа же она имеет один недостаток: ее десять основных цветов не соответствуют шести основным цветам (красный, желтый, зеленый, сине-зеленый, синий и пурпурно-красный), применяемым в фотографической колориметрии.

Система МКО. Вторая система предложена Международной комиссией по освещению (МКО) и известна как диаграмма хроматичности (цветности) МКО. Эта система признана большинством ученых, занимающихся проблемой анализа цветов, и основана на предположении о том, что, смешивая чистый синий, зеленый и красный свет в определенных пропорциях, можно получить практически любой цвет. Поскольку не все цвета спектра можно уравнивать с реальными основными цветами (особенно цвета высокой насыщенности), путем проведения математических операций с исходными данными получают нереальные основные цвета, с которыми можно уравнивать все цвета спектра. В этой системе уравнивание цветов обычно производится с помощью колориметра — прибора, в котором сравниваются два цвета. Нереальные основные цвета искусственно воспроизводятся добавлением разбавляющего белого света к измеряемому цвету с одновременным добавлением насыщенности к уравниваемому цвету. Диаграмма цветности является графиком, каждая точка которого соответствует определенному цвету. Цветовые координаты определяются пропорциями Основных цветов, которые обеспечивают точное уравнивание. Этими координатами являются X (красный), Y (зеленый) и Z (синий). Чтобы нанести эти три величины на обычный двумерный график, X, Y и Z выражены в долях. Горизонтальная ось графика X представляет долю красного, вертикальная ось Y — долю зеленого. Доля синего равна разности между единицей и суммой значений X и Y.

Другой важной особенностью системы МКО является стандартизация некоторых источников света, спектральное распределение энергии излучения которых хорошо известно и может быть воспроизведено вполне определенными средствами. Поскольку система МКО базируется на усредненных данных наблюдений в определенных неизменных условиях, а не на визуальном восприятии отдельного человека, любые конкретные числовые показатели будут указывать на определенный цвет независимо от того, кто ими пользуется.

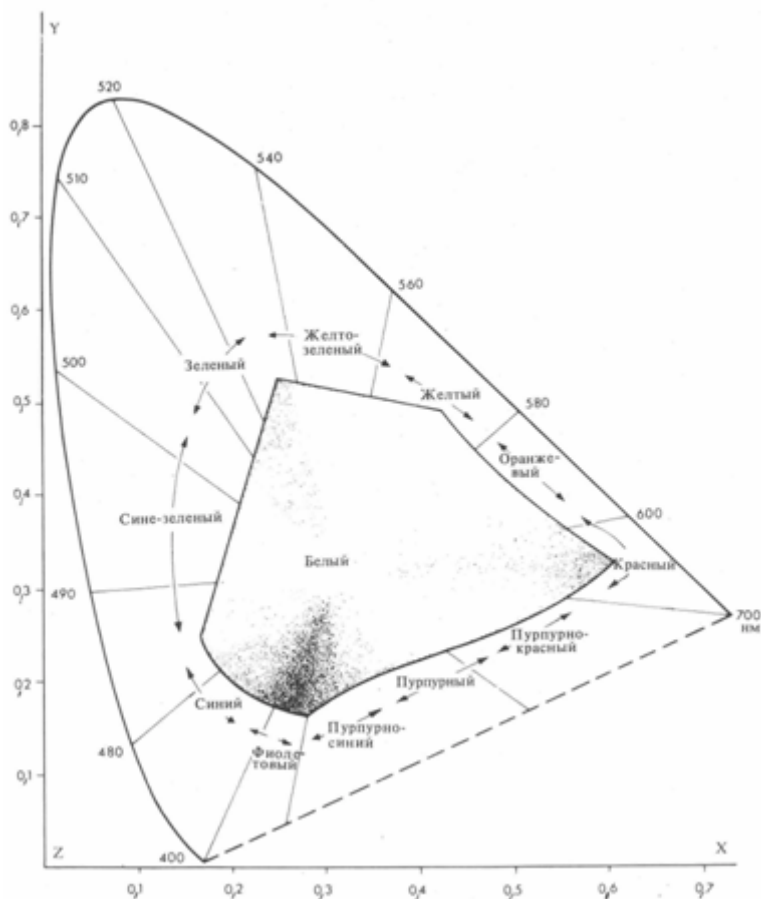


Диаграмма цветности системы XYZ МКО. При стандартном источнике света и стандартной форме наблюдения необходима только спектрофотометрическая кривая образца для того, чтобы вычислить его фактический цвет.

На диаграмме хроматичности МКО соотношение координат цветности данного образца легко определяется по графику, который по сути дела является картой всех возможных цветов.

Подковообразная граница графика определяет местоположение спектральных цветов, имеющих максимальную насыщенность. Центральная область графика представляет предел насыщенности, достижимый при современных полиграфических красках. Вблизи центра этой области находится точка цветности стандартного источника света, эквивалентного дневному свету. Она является также и местоположением цветности любого нейтрального серого цвета, освещенного тем же самым источником света. В системе МКО нет никакой необходимости использовать в качестве основных только красный,

зеленый и синий цвета. Существуют и другие диаграммы МКО, в частности для произвольных основных цветов, которым даны обозначения U, V и W. Необходимо иметь в виду, что при освещении определенным источником света и использовании светофильтра координаты диаграммы относятся только к фильтру. Если источник света заменен, изменится свет, пропускаемый светофильтром, и его координаты по системе МКО.

### Спектральная чувствительность фотоэмульсий

Все виды искусства, в которых художник отражает сцену, имевшую место в жизни, разрешают свободу толкования этой сцены. Зрители законченной работы позволяют, даже требуют, чтобы ее результаты раскрывали личное восприятие художника через материал, форму, цвет и даже размеры по отношению к действительным размерам изображенного и к окружающей обстановке. Но от фотографии в отличие от других видов искусства большинство людей требует точности в воспроизведении размеров и формы объекта и его окружающей обстановки. Еще более единодушно желание, чтобы фотография изображала натуральные цвета объекта в виде последовательных тонов серого цвета с различиями между этими тонами, соответствующими различиям между всеми цветами, как их видит глаз, или чтобы цвета фотографии соответствовали цветам оригинала.

Как бы специально для того, чтобы усложнить жизнь фотографа (в отличие от художника с его красками и кистью или скульптора с его резцом и камнем), зритель не принимает в расчет влияние на сюжет разных источников света и других условий, к которым наш взгляд автоматически приспособляется, но которые пленка регистрирует такими, какими она их «видит». Еще меньше его занимает то, что фотография зависит от прогресса химии и физики. Хотя техника фотографирования в настоящее время достигла очень высокого уровня, она до сих пор связана с материалами и процессами, которые не всегда в состоянии передать сюжет в таком виде, в каком его воспринимает человеческий глаз. Если к этому еще добавить, что визуальное восприятие сюжета разными людьми неодинаково, то задача фотографа, казалось бы, становится неразрешимой. Светофильтры в такой ситуации могут стать незаменимым средством для исправления недостатков фотоматериалов, достижения необходимого соотношения тонов, коррекции влияния разных источников освещения и условий освещенности, а в случае цветной фотографии — для достижения таких результатов, которые оказались бы наиболее близкими к нашему зрительному мироощущению.

К счастью, два главнейших фактора, легко приспособляющееся зрение и зрительное мироощущение, работают также и в пользу фотографа, поскольку без непосредственного сопоставления нам очень трудно по памяти сделать правильное сравнение оригинала и его фотографической копии. В результате

тона могут быть сгущены, излишне подчеркнуты или даже совсем устранены; цвета разбавлены или насыщены; относительные размеры изменены, формы нарушены. И тем не менее конечный результат — фотография может быть признана точным воспроизведением!

Как и другие виды искусства, фотография имеет свои средства воздействия на объект, фотоматериалы, химические процессы и конечный результат, позволяющие создать изображение, наполненное творческой фантазией, так отличающее по форме, тону или цвету работы творца от работы ремесленника, что сама по себе она становится средством самовыражения. И вновь светофильтры оказываются бесценными помощниками фотографа, управляя спектральной чувствительностью материалов, изменяя характеристики источников освещения, влияя на цветовой баланс фотоснимка. Но в любом случае как при точном воспроизведении, так и при творческом самовыражении желаемые результаты можно получить, только понимая природу спектральной чувствительности используемой фотопленки, характеристики пропускания различных светофильтров, конечный зрительный эффект, сформированный органами зрения.

#### **Регистрация цветов как серых тонов**

В прошлом в фотографии применялись фотоэмульсии, воспринимающие только синий и ультрафиолетовый свет. Позднее чувствительность была расширена на более длинные волны, сначала в зеленую, а затем и в красную области спектра. На первых фотоматериалах только те цвета, к которым они были чувствительны, регистрировались как тона серого цвета. Все другие цвета регистрировались очень темными или полностью черными. При фотографировании на таких «синечувствительных» (несенсибилизированных) эмульсиях белые предметы имели тот же серый тон, что и синие, так как эмульсии были чувствительны только к этой полосе спектра.

Несенсибилизированные фотоэмульсии, не содержавшие цветоочувствительных красителей, практически не позволяли использовать светофильтры. Даже сравнительно слабый светло-желтый фильтр мог привести к поглощению тех единственных лучей, к которым чувствительна эмульсия.

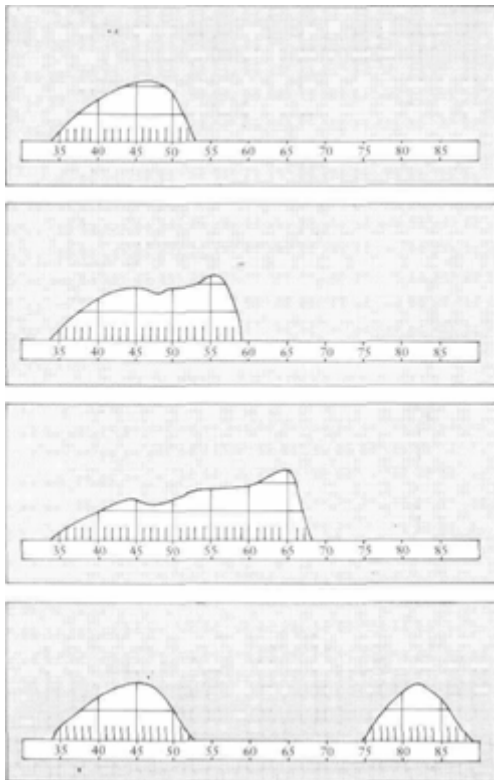
В настоящее время несенсибилизированные эмульсии используются главным образом для фотоматериалов, предназначенных для копирования и репродуцирования, а также для большинства черно-белых бумаг для контактной и проекционной печати. Чувствительность бумаг переменной контрастности расширена на зеленую область спектра с целью регулирования контрастности изображения с помощью фильтров (с. 204). Несенсибилизированные эмульсии чувствительны к длинам волн примерно до 500 нм и называются иногда обычными или (неправильно) нецветочувствительными.

Почти полная замена для общей фотографии обычных и ортохроматических (чувствительных к синему и зеленому цветам) эмульсий панхроматическими эмульсиями, чувствительными ко всему видимому спектру, позволила увеличить эффективную светочувствительность выпускаемых ныне фотопленок. Еще несколько лет назад производители указывали два значения светочувствительности своих фотопленок: большее для дневного света, меньшее для богатого красными лучами искусственного освещения. В настоящее время в связи с добавлением синтетических красителей эмульсии стали чувствительными к длинам волн до 680 нм. Расширение светочувствительности на эту область спектра сделало пленки практически одинаково чувствительными как при дневном свете, так и при искусственном освещении. С небольшой разницей в светочувствительности при разном освещении справляется сам фотоматериал. Однако необходимо иметь в виду, что если в синей области спектра чувствительности большинства панхроматических пленок практически одинаковы, то в красной области они несколько отличаются от пленки к пленке. В связи с этим, если требуется особая точность, необходимо проверять кратность светофильтров с разными пленками. Между прочим, в прошлом в названия ортохроматических пленок общего назначения обычно включалось слово хром. Например, «Верихром» и «Селохром» были фирменными названиями фотопленок, выпускаемых фирмами «Кодак» и «Илфорд». Эта практика продолжалась много лет, и даже после появления панхроматических материалов для профессионалов и любителей публика продолжала покупать и использовать ортохроматическую пленку в рулонах. Потом стало ясно, что продолжение производства ортохроматических пленок общего назначения нецелесообразно. Они были заменены панхроматическими пленками с названиями «Верихромпан» и «Селохромпан». В настоящее время слово «хром» встречается только в названиях цветных обрабатываемых пленок, например, «Кодахром», «Агфахром». Название цветной негативной пленки включает слово колор («Кодаколор»).

#### **Клиновые спектрограммы**

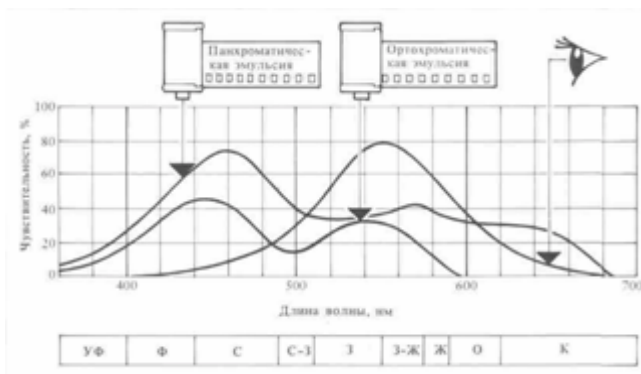
Спектральная чувствительность фотоэмульсии обычно изображается графиком, известным как клиновая спектрограмма. Она показывает спектральную чувствительность материала к излучению с разными длинами волн по всему видимому (а иногда и невидимому) спектру и предоставляется всеми фирмами-производителями в качестве технической характеристики их товаров. Клиновые спектрограммы получают с помощью прибора, в котором на проверяемой эмульсии создается изображение спектра. Между исследуемым фотоматериалом и источником света помещен оптический клин.

Клиновые спектрограммы (сверху вниз) несенсибилизированной, ортохроматической, панхроматической и инфрахроматической фотоэмульсий (при искусственном свете вольфрамовой лампы накаливания с цветовой температурой 2850 К)



Полученная после экспозиции спектрограмма указывает на цветочувствительность эмульсии на различных участках спектра. На клиновых спектрограммах можно также сравнивать спектральную чувствительность эмульсии к излучению с разными длинами волн при освещении разными источниками света. У клиновой спектрограммы, полученной при дневном освещении, более высокие пики находятся на коротковолновом (синем) краю спектра, а у спектрограммы, полученной при искусственном освещении, наиболее высокие пики находятся в длинноволновом (красном) краю спектра. На с.45 приведены клиновые спектрограммы основных типов фотоэмульсий. В связи с тем, что обычные клиновые спектрографы задерживают ультрафиолетовое излучение, это проявляется на спектрограмме как отсутствие чувствительности в этой области спектра, что не отражает истинного положения дел. Большинство фотоматериалов на практике достаточно чувствительно к ультрафиолетовому излучению. Следует также учитывать, что спектральное распределение излучения источника света, называемое также качеством света или цветом, отражается на эффективной светочувствительности эмульсии. Это обстоятельство может оказаться важным при выборе светофильтров и оценке их кратности. Хотя для научных целей клиновые спектрограммы не совсем точно

представляют фактическую спектральную чувствительность фотоматериалов, в целом они отражают общий характер их чувствительности к излучению с разными длинами волн и позволяют сравнивать между собой различные типы пленок. К тому же по клиновым спектрограммам можно сравнить качество разных источников света. Для этого достаточно сделать серию клиновых спектрограмм для одной эмульсии с разными источниками света. Используя эту же самую комбинацию пленки и источников, можно уточнить спектральные характеристики поглощения и пропускания светофильтров. Несмотря на достижения современной химии и технологии производства, цветочувствительность выпускаемых фотоэмульсий не совсем точно соответствует человеческому зрению. Ниже приведены кривые относительной яркости спектральных цветов в восприятии человеческим глазом и двумя типами фотоэмульсии. Из графика следует, что глаз видит все цвета не одинаково яркими. Относительная яркость спектральных цветов в восприятии человеческим глазом и двумя типами фотоэмульсии.



Наиболее ярким кажется зеленый цвет (около 530 нм) и желтый цвет (около 590 нм), наименее ярким — синий цвет. Кривая зрительного восприятия яркости (кривая видности) показывает чувствительность глаза человека к солнечному свету примерно одинаковой интенсивности во всех зонах видимого спектра. Высокая чувствительность в зелено-желтой области спектра очевидна. Из сравнения графиков видно также, что панхроматические эмульсии лучше всего подходят для большинства черно-белых съемок, так как они наиболее близки по

чувствительности к человеческому глазу. Благодаря широкой спектральной чувствительности этих пленок удается использовать самый широкий набор светофильтров. Иными словами, такие пленки предоставляют фотографу наилучшую возможность воздействия как на сюжет, так и на результаты работы. Используя светофильтры, можно сузить цветочувствительность панхроматической эмульсии до чувствительности ортохроматической и даже несенсибилизированной эмульсии. Тональное воспроизведение определенного цвета или ряда цветов может быть усилено или ослаблено. Можно регулировать также контрасты между одинаковыми тонами (разницу в тональной «плотности»). Область спектра, к которой пленка становится менее чувствительной, можно расширять или сужать. Нельзя сказать, что непанхроматические эмульсии не имеют для фотографа никакой ценности. И ортохроматические, и обычные пленки иногда могут стать незаменимым материалом при снятии копий с оригинала, запачканного, скажем, синей краской. При фотографировании бесцветных предметов,

например серебряной утвари, обработку обычных фотопленок можно проводить при более ярком неактивном освещении, чем обработку панхроматических пленок. Это дает возможность фотографу следить за ходом процесса проявления и получать именно такой тип негатива, который ему необходим. Неактивное освещение, требуемое для панхроматических материалов, для этой цели слишком слабо. Контактные или проекционные бумаги, чувствительные только к синей области спектра, позволяют использовать яркий оранжевый или желтый неактивный свет (с. 199). Это снижает напряжение глаз и создает более удобные условия для работы. Лучшая освещенность рабочего места также позволяет фотографу следить за качеством снимков, которые изготавливаются более точно.

### **Восприятие цвета**

«Инструмент», посредством которого мы видим и воспринимаем цвета, ненадежен, но это все, чем мы располагаем. Сетчатка глаза является продолжением мозга. Мозг анализирует сигналы, поступающие по зрительному нерву непосредственно от сетчатки. Однако на передачу оптического сигнала оказывают влияние и другие сигналы, физические и психологические, включая наш опыт и знания, перед которыми мы ставим определенные требования и которые подчиняем определенному образцу. В случае черно-белой фотографии мозг человека принуждается под влиянием культуры и воспитания к восприятию серых тонов как имитации разных цветов. В случае цветной фотографии мы стремимся к восприятию изображения на снимке как вполне адекватной копии оригинального сюжета, пренебрегая недостатками материалов и процесса обработки.

Нормальный глаз, как мы уже упоминали, наиболее чувствителен к желто-зеленой области спектра и наименее чувствителен к сине-фиолетовой области. Термин «нормальный глаз» употребляется независимо от того, что разные люди, возможно, воспринимают разные цвета по-разному. Еще больше осложняет дело то обстоятельство, что глаз немедленно приспосабливается к цвету источника света. Поразительна также наша неспособность быть объективными по отношению к белому цвету, воспринимаемому при разных условиях. Входя в комнату с искусственным освещением, мы замечаем его желтизну по сравнению с естественным дневным светом. Или, выходя из помещения на ночную улицу, освещенную натриевыми лампами, мы отмечаем заметную желтизну огней. Но глаз очень быстро привыкает к новому свету и через несколько секунд фактически воспринимает его как белый. Это объясняется приспособляемостью процессов наших ощущений.

Мы рассматривали, как на оценку цвета влияют окружающая обстановка и ее тона. В качестве теста предлагаем вам на протяжении минуты неотрывно смотреть на красный предмет, желательнее на черном фоне, потом быстро перевести взгляд на лист простой белой бумаги. Вы увидите сине-зеленый предмет вместо красного. Это происходит потому, что чувствительные к красному цвету рецепторы сетчатки вашего глаза устали и что только «неиспользованные» рецепторы (т. е. рецепторы, чувствительные к синему и зеленому цветам) остались работоспособными и продолжают посылать сигналы. Аналогично цветная фотография, обрамленная широкой цветной каймой, может казаться имеющей общий оттенок противоположного цвета. Такой психологический эффект связан с местными изменениями в восприятии цветов сетчаткой глаза, усиливающей разницу между двумя соседними цветами. Этот эффект можно с успехом использовать при выборе фона, который либо контрастирует, либо гармонирует с фотографируемым объектом. Подобные эффекты можно достигнуть, применяя светофильтры перед источником света или соответствующий цветной фон в фотостудии.

Учитывая, что чувствительность глаза к разным цветам у разных людей различна, необходимо иметь в виду и еще одну особенность зрения, поскольку она очень важна при выборе светофильтров для фотографирования, и особенно для цветной печати. Эта особенность — действительные недостатки цветового зрения. В настоящее время известно, что более 5% мужчин (и менее 1% женщин) имеют аномалии цветового зрения. Примерно у 2% мужчин и 0,05% женщин цветовое зрение настолько недостаточно, что для них трудны, а подчас и опасны некоторые профессии. В большинстве случаев люди, страдающие такими недостатками зрения, знают о них с раннего детства. Однако удивительно, как много людей даже и не подозревают об этом на протяжении большей части своей жизни.

Аномалии цветового зрения имеют разный характер. Некоторые люди видят отдельные участки спектра серыми. Этим людям трудно различать и называть определенные цвета. Цветовая слепота и ее происхождение могут быть установлены опытным офтальмологом по цветовым картам. Тем не менее, если у вас обнаружена цветовая слепота, то вам не следует воздерживаться от цветной фотографии и бояться судить о результатах работы. Но при оценках вам следует учитывать отклонения, возможные из-за недостатков вашего зрения. Это прежде всего относится к корректировке *баланса* цветов при изготовлении цветных снимков или при использовании цветобалансирующих светофильтров, особенно при съемках на цветную диапозитивную пленку. Следует быть очень внимательным при работе с зелеными и красными светофильтрами.

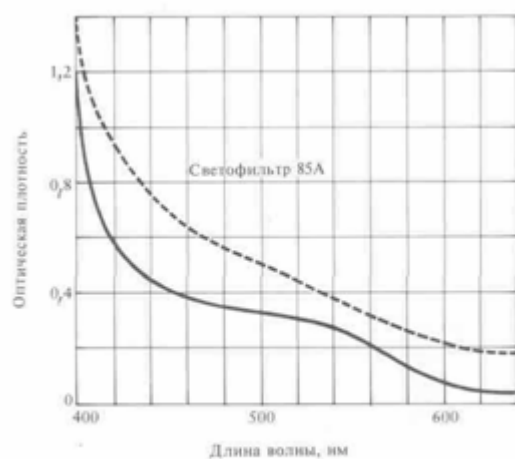
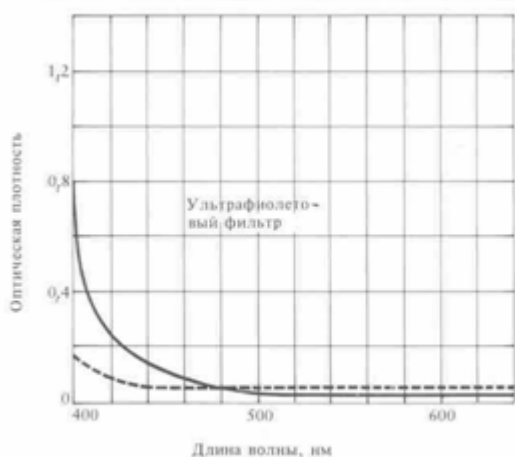
Еще одна особенность присуща цветовому зрению: хрусталик глаза имеет желтоватый оттенок, что ослабляет хроматическую аберрацию глаза (неспособность совместить все цвета видимого спектра в одной и той же точке-фокусе), но в то же время снижает чувствительность глаза к коротким световым волнам (синей области спектра). С возрастом этот желтоватый оттенок усиливается, еще более

отражаясь на нашем цветовом зрении. Подобные нюансы цветового зрения необходимо иметь в виду, вступая в споры на тему о передаче цвета, особенно если вы не хотите обидеть пожилого человека. Вам следует быть тактичным!

Принимая в расчет психологическую сторону, светофильтр следует считать ценным инструментом, потому что он обеспечивает не только правильность цвета снимаемого объекта, но и психологическую правильность его оттенков. Предметы, имеющие привычный цвет, такие, как почтовый ящик, автобус, капуста, морковь и т. д., часто воспроизводятся с небольшим изменением цвета, и это не вызывает у зрителя ни малейшего беспокойства. Однако, для некоторых продуктов питания, например таких, как маргарин или яйца, малейшее отклонение в цвете будет немедленно отмечено как «неправильное» и поэтому будет неприемлемым. Такой же эффект можно наблюдать и при передаче цвета лица человека. Например, слегка теплый оттенок или цвет загара в изображении светлого человека приемлем. Но вот появился красноватый или бледный оттенок — и наше восприятие, несмотря на его способность адаптироваться, отклоняет этот эффект как неестественный.

На основании сказанного может показаться, что шансы фотографа воспроизвести тонально правильное черно-белое или цветное изображение оригинала очень малы, даже если у него под рукой имеется любой светофильтр. Если поместить рядом оригинал и фотоснимок, то немедленно обнаружится любая разница между ними. Но это редко требуется. Важно, чтобы сходство было приемлемым. Когда зритель полагается на память, небольшие отклонения остаются незамеченными. Фотограф должен пытаться точно воспроизвести главную часть сюжета и легко пленки отвечают этим требованиям. В последнее время применяются высококачественные пластмассы, особенно при производстве светофильтров для достижения специальных эффектов. Поверхности оптически плоского светофильтра должны быть строго параллельными. На практике такая точность трудно достижима. Производственные допуски очень невелики: максимально допустимое отклонение от параллельности поверхностей стеклянного светофильтра не должно превышать 10.

*Эд Бузак.*



----- типичное оптическое стекло  
———— стандартное стекло марки «Рэттен»



### Производство

Характеристики пропускания и поглощения любого светофильтра достигаются окраской его поверхностей или введением красителей в материал, из которого он изготовлен. Поверхностное покрытие наносится при изготовлении некоторых видов пластмассовых светофильтров и небольших партий фильтров, используемых для научных исследований. Процесс заключается в напылении красителя в паровой фазе на поверхность оптически плоского

материала.

Кривые поглощения двух типов светофильтров, изготовленных из стандартного оптического стекла марки «Рэттен».

Этот способ дает прекрасные результаты, обеспечивая заданные спектральные характеристики светофильтров. Однако поверхностное покрытие чувствительно к повреждениям и блекнет.

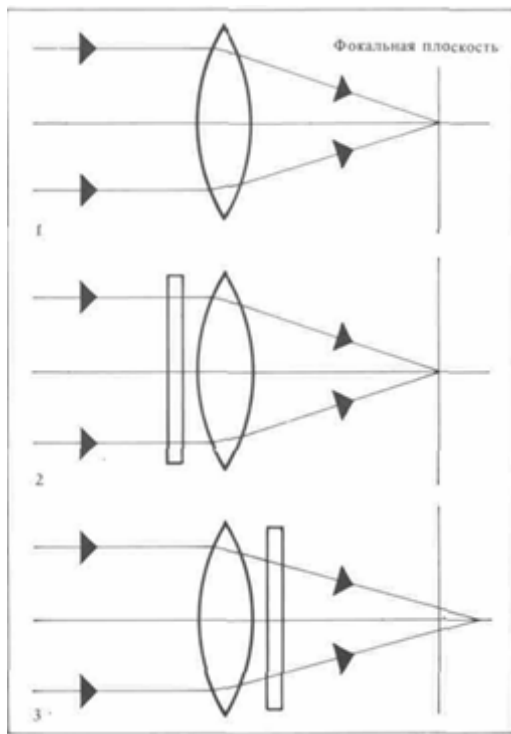
Современная техника нанесения покрытий тем не менее позволяет создавать такие покрытия, которые выдерживают более грубое обращение и стойки к истиранию. Фильтры для обычной фотографии изготавливаются из окрашенного стекла или одного из видов пластмасс на основе синтетических смол, качество которых сравнительно легко контролируется. Конечно, стекло — более твердый материал, чем пластмасса. Светофильтр из пластмассы требует большей осторожности в обращении. Ввиду высокой стоимости изготовления производство наиболее применяемых светофильтров должно быть массовым для поддержания достаточно низких цен. Менее популярные или необычные светофильтры, особенно те, от которых требуется очень высокое качество, обычно изготавливают по заказу из желатиновых пленок.

Желатиновые светофильтры получают путем растворения красителей в желатине и последующего нанесения желатина на стекло. После высыхания пленку желатина снимают со стекла и режут на части требуемых размеров. Полученный светофильтр обычно не толще 1 мм и имеет высокую плоскостность. Несмотря на защитный слой лака (который сам по себе достаточно мягок), желатиновый светофильтр нестойк к воздействию высоких температур, сырости, отпечатков пальцев, царапин и давления. Будучи однажды испачкан или поврежден, он уже непригоден для оптических работ. В связи с этим желатиновую пленку иногда заделывают между двумя оптически плоскими стеклами. Желатиновые светофильтры выпускают в виде прямоугольных пластин, из которых потребитель, при желании, может вырезать фигуры любой формы или размера. Для этого светофильтр закладывают между двумя листами прокладочного материала, в котором он поставляется, на материале наносят фигуру необходимой формы и размера, затем ножницами одновременно обрезают все три слоя, включая светофильтр и прокладочный материал.

Качество продаваемых в настоящее время стеклянных светофильтров может быть очень разным. Хотя различные цены на них являются до некоторой степени показателем качества, им не всегда можно доверять. Любой светофильтр, помещенный перед объективом, должен влиять только на его спектральную пропускательную способность, а не на оптические качества. Высококачественные светофильтры изготавливают из оптически плоских стеклянных заготовок такого же качества, как и заготовки для элементов фотообъективов. Заготовки для высококачественных светофильтров выпиливают из плавленных блоков стекла, производимых в тиглях, облицованных платиной, как и заготовки линз фотообъективов.

<sup>1</sup> Отечественные фотографические светофильтры для съемки изготавливаются из окрашенного в массу оптического стекла; маркировка на их оправе обозначает цвет (УФ — поглощающий ультрафиолетовый свет, Г — голубой, Ж — желтый, ЖЗ — желто-зеленый, О — оранжевый, К — красный, Н — нейтральной плотности, т. е. серый) и кратность. Фильтры неактивного лабораторного освещения и для цветной печати (корректирующие) изготавливаются из окрашенной желатиновой пленки, заделанной между защитными стеклами, не имеющими оптического качества. Поляризационные светофильтры представляют собой поляризующую пленку между двумя оптическими и просветленными защитными стеклами, смонтированными во вращающейся оправе. В качестве светофильтров для источников освещения можно использовать окрашенные синтетические пленки, которые продают в магазинах театральных принадлежностей.— *Прим. ред.*

Смещение фокуса толстым светофильтром. Объект находится в бесконечности' 1 — без светофильтра; 2 — светофильтр расположен перед объективом; 3 — светофильтр расположен за объективом.



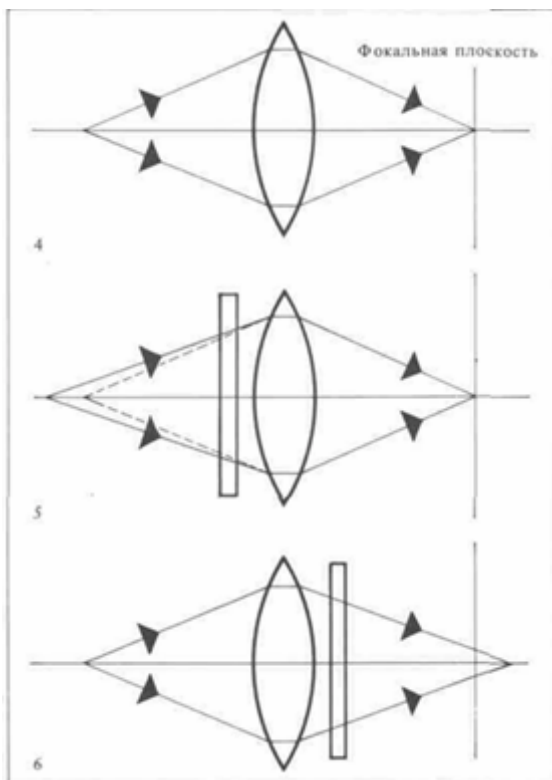
### Пластмассовые светофильтры.

Последние модели пластмассовых светофильтров изготовлены из аллилдигликолькарбонатного полимера, обычно обозначаемого CR-39. Это легкий пластмассовый материал оптического качества, впервые полученный в 1940 г. Сейчас он широко используется для изготовления очковых стекол, фонарей кабин самолетов, линз фотообъективов и стекол часов. Коэффициент пропускания света материала CR-39 очень близок к соответствующей характеристике оптического стекла, а его показатель преломления только немного ниже, чем у кронгласа. Светофильтры и оптические насадки, изготовленные из материала CR-39, более стойки к царапинам по сравнению с изделиями из акрила, поликарбонатов и других полимеров, а их оптические качества сохраняются даже в напряженном состоянии. Старение, умеренные напряжения или контакт с растворителями, такими, как ацетон, не вызывают ухудшения качества CR-39 или его оптических

свойств как фильтра. Один производитель светофильтров из CR-39 гарантирует их бесплатную замену в любое время, если они окажутся поврежденными.

Объект находится на близком расстоянии 4 — без светофильтра, 5 — светофильтр расположен перед объективом (смещение переднего





фокуса), 6 — светофильтр расположен за объективом (смещение заднего фокуса)

Процесс окрашивания пластмассы CR-39 довольно сложен. В основном он заключается в погружении светофильтра в специальный краситель, который проникает в молекулярную структуру материала. Краситель равномерно распределяется по толщине светофильтра и становится неотъемлемой частью его материала. Такому фильтру не грозит истирание или обесцвечивание, как фильтру с окрашенной поверхностью и защитным слоем лака. Оттененные светофильтры изготавливаются путем многократных погружений материала на уменьшающуюся глубину в слабый раствор красителя до достижения желаемой плотности или насыщенности цвета.

Такой процесс окрашивания светофильтров дает возможность производителю строго выдержать точность их окраски, поскольку его предварают тщательные эксперименты по определению расходов красителя, поглощаемого материалом. С точки зрения потребителя предпочтительнее иметь светофильтры, изготовленные методом проникания красителя, чем светофильтры с поверхностным покрытием, поскольку они менее подвержены случайным повреждениям. Небольшие царапины на светофильтре, окрашенном

методом проникания, мало влияют на его характеристики пропускания (хотя оптическое качество может до некоторой степени ухудшиться).

Если же испачкать или поцарапать светофильтр с поверхностным покрытием, то его характеристики пропускания заметно ухудшатся. Большой единый держатель для пластмассовых светофильтров позволяет использовать фильтры с фотокамерами различных форматов, а также с большинством выпускаемых промышленностью объективов, включая широкоугольные, особосветосильные и длиннофокусные объективы. Фильтры просто вставляют в держатель и устанавливают в точное положение, требуемое для воздействия на желаемую часть сюжета. Держатель позволяет также использовать одновременно два светофильтра для создания двойного эффекта или установить оттененный светофильтр в точно заданном положении. Пластмассовые светофильтры, как правило, используют с держателями и (или) адаптерными кольцами той же фирмы-изготовителя. Светофильтры других изготовителей обычно не могут быть использованы.

#### **Встроенные светофильтры.**

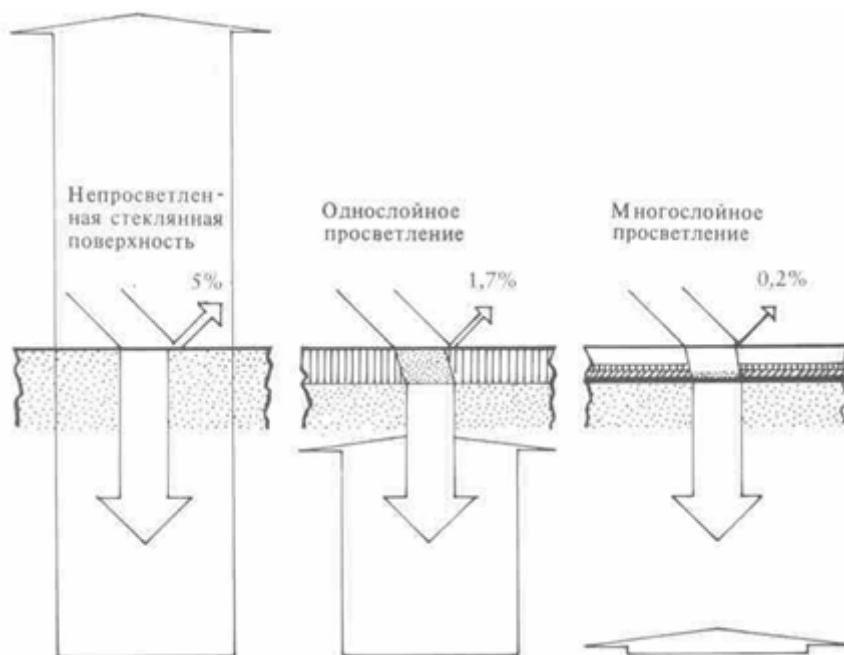
Тонкие желатиновые светофильтры высокого оптического качества могут быть помещены в фотообъективе между его линзами, за объективом или внутри фотоаппарата. Некоторые фотообъективы, в первую очередь зеркально-линзовые, а также некоторые объективы увеличителей для цветной печати имеют встроенные светофильтры. В отдельных случаях они размещены на вращающемся кольце, что позволяет использовать при работе целый набор фильтров. Такие фильтры лучше защищены и менее подвержены опасности повреждения, чем внешние светофильтры. Внутренние фильтры используются также в особоширокоугольных объективах, на которых из-за большой кривизны передней поверхности трудно или вообще невозможно закрепить фильтры обычного типа. Некоторые фотографы предпочитают размещать коррекционный (цветобалансирующий) фильтр за объективом для улучшения его цветового пропускания. Другие помещают поглощающий ультрафиолетовый светофильтр (с. 72—74) в задней части оправы объектива. При установке светофильтра за объективом следует использовать только желатиновый фильтр, так как плоскопараллельный фильтр из оптического стекла вызовет смещение плоскости резкого изображения и фокусировка будет неправильной. Приклеивать светофильтр на выбранном месте нужно очень аккуратно, не повреждая его и убедившись в том, что он не нарушает действия механизмов фокусировки и управления диафрагмой. Устанавливать светофильтры за объективом рекомендуется только в тех случаях, когда имеется много работ, для которых будет использован именно этот объектив. Однажды поставленный таким образом светофильтр трудно заменить.

#### **Просветляющие покрытия**

Свет, падающий на оптическую поверхность, частично пропускается, частично поглощается и частично отражается. От поверхности раздела стекло — воздух отражается около 5% падающего света. Таким образом, на каждом светофильтре теряется около 10% падающего на него света. (Фактически

несколько меньше 10%, поскольку вторая поверхность отражает 5% света, прошедшего сквозь первую поверхность и всю толщину фильтра.) В дополнение к этому некоторое количество света отражается внутри светофильтра от его задней поверхности к передней и обратно, усиливая отражения внутри самой оптической системы, что ухудшает качество конечного изображения.

На поверхности линз современных объективов наносят специальные покрытия для ослабления отражений, которые могут создать блики или паразитную засветку и таким образом уменьшить контраст и ухудшить качество изображения. Для устранения нежелательных бликов все линзы объектива покрывают одним или несколькими слоями таких просветляющих покрытий (обычно фтористых соединений), напыляемых в паровой фазе в вакуумной камере. Высококачественные светофильтры также имеют просветляющие покрытия, а некоторые — многослойные покрытия. Светофильтры с одно- или многослойным просветлением стоят дороже обычных фильтров. Но качественно они значительно лучше светофильтров без просветления. Пластмассовые фильтры просветляются не всегда, причем часто высказывается предположение, что влияния расстояния от поверхности передней линзы объектива до светофильтра и защитного действия, создаваемого держателем светофильтра, достаточно для предотвращения любого вредного эффекта.



Разница в отражательной способности двух типов просветляющих покрытий объектива

Это мнение, по-видимому, подтверждается только в отношении бликов при нормальных условиях, особенно если совместно с фильтром используется и солнечная бленда. Влияние же непросветленного светофильтра на пропускание света ввиду сохранения поверхностных отражений, конечно, не меняется.

Даже при наличии просветляющих покрытий светофильтры должны использоваться только в случае необходимости.

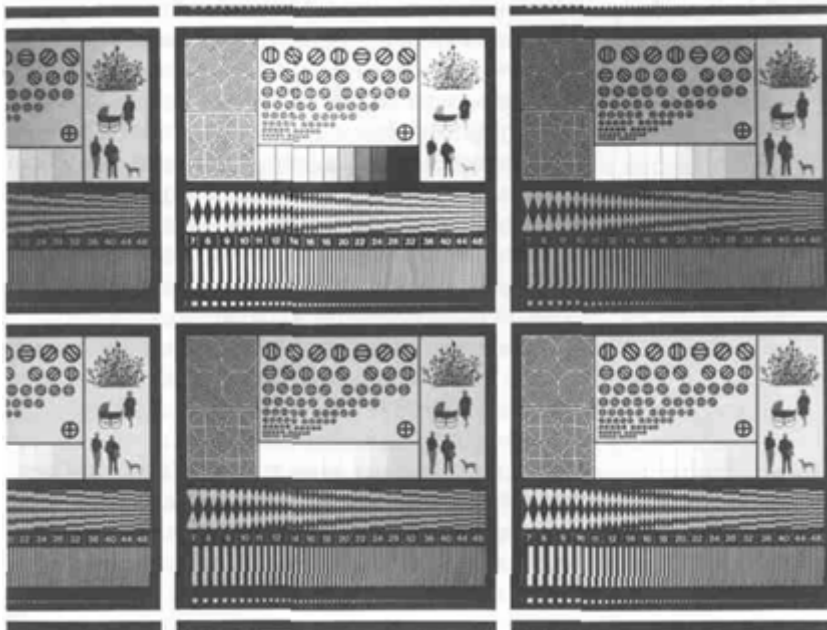
Фотообъективы имеют наилучшие характеристики без «помощников», и использование даже самого высококачественного фильтра не улучшает разрешающей способности объектива. По этой причине не рекомендуется оставлять даже бесцветный ультрафиолетовый светофильтр на объективе только для того, чтобы предохранять его переднюю поверхность. К тому же маловероятно, что светофильтр изготавливают с соблюдением таких же высоких требований, как и сам объектив. Объектив следует защищать стеклом только от дождя, брызг, теплового воздействия и пыли.

### Качество светофильтров

В прошлом разница в качестве светофильтров была огромной. Для получения оптимальных результатов с помощью современных высококачественных объективов необходимо, чтобы качество светофильтров соответствовало качеству объективов. Многие производители изготавливают светофильтры разных сортов: от светофильтров для профессиональной и любительской фотосъемки до оптически безукоризненных изделий для аэрофотосъемок, научных исследований и других подобных работ, где требуется особо высокая точность. На другом конце шкалы качества находятся светофильтры с более низкими показателями. Их качество хуже качества обычных съемочных фильтров. Они не предназначены для оптических целей и используются перед источниками света — лабораторными фонарями неактивного освещения, в цветоголовках увеличителей, перед студийными лампами. В этих случаях цветное качество светофильтров играет важную роль, особенно в цветной печати, но их оптические характеристики и поверхностные пороки имеют второстепенное значение.

Автор книги провел ряд опытов, чтобы выяснить, вызывают ли имеющиеся в продаже светофильтры заметное смещение фокуса при установке их на объективе и позволяют ли они обеспечить надлежащую резкость при фотографировании предмета-мишени на расстоянии 1 м. Желатиновые светофильтры, использованные без других светофильтров, не вызвали никаких изменений ни в

изображении, ни в оптических характеристиках объектива, к которому они были прикреплены. Не было замечено и переднего смещения фокуса. Большинство стеклянных светофильтров (все с одно- или многослойным просветлением) также не вызвали заметного изменения качества изображения, хотя был обнаружен небольшой сдвиг заднего фокуса. Однако две марки стеклянных светофильтров дали очень большие искажения: деформацию изображения на 20% и потери разрешения на 45%.



Испытательная оптическая мира фирмы «Патерсон» По идентичным черно-белым изображениям и изображениям в трех основных цветах очень удобно проверять оптическое качество и основные характеристики пропускания светофильтров

Это указывает на то, что при выборе стеклянных фильтров необходима большая осторожность, если желательно сохранить без изменения характеристики объектива. Из проверенных светофильтров, изготовленных из материала CR-39, каждый имел потери разрешения 10% одновременно с незначительным сдвигом фокуса.

Все перечисленные факты указывают, что желатиновые

светофильтры следует использовать в тех случаях, когда требуется высокое качество, когда их хрупкость не имеет значения и когда их можно легко устанавливать перед объективом фотоаппарата. Выбор стеклянного или пластмассового светофильтра зависит от вашего личного вкуса или соображений удобства. Чтобы ввернуть или вывернуть светофильтр из гнезда на объективе при замене одного стеклянного светофильтра другим, требуется больше времени. С другой стороны, края не заделанных в оправу пластмассовых фильтров остры и могут вызвать порезы на пальцах, особенно когда держатель сжимается на морозе и фильтр трудно вынуть. Пластмассовые фильтры легко заряжаются статическим электричеством и притягивают пыль. От частой чистки электрический заряд лишь возрастает. Пластмассовые светофильтры рекомендуется использовать в тех случаях, когда специальные эффекты важнее, чем окончательное качество изображения. Результаты применения всех светофильтров улучшаются при одновременном использовании солнечных бленд.

### **Оправы светофильтров**

Стеклянные съемочные фильтры изготавливаются разных размеров. Как правило, они вмонтированы в круглые оправы, имеющие резьбу для ввинчивания их во внешнее кольцо фотообъектива. Одно время стеклянные светофильтры продавались без оправы, так как было дешевле (но менее удобно) купить только одну оправу и заменять в ней фильтры. Как постоянные, так и сменные оправы изготавливаются из алюминиевого сплава с наружной резьбой, обеспечивающей их установку в объектив строго параллельно плоскости линзы. Это важно, если оптические характеристики объектива не должны нарушаться. Оправа должна быть достаточно глубокой, чтобы можно было разместить в ней два и более фильтра. Она также не должна слишком туго затягивать фильтр, чтобы не вызвать механических напряжений и возможных искажений пропускаемого потока, что отразится на качестве изображения. Навинчивающиеся оправы светофильтров имеют обычно и внутреннюю резьбу для установки одновременно дополнительных фильтров, насадочных линз и (или) бленды. Оправа предохраняет края фильтра от сколов и других повреждений, от прикосновений пальцами. Если проявлять осторожность и стараться избегать повреждений, высококачественный фильтр из оптического стекла может служить неопределенно долго. Чтобы сократить число светофильтров для работы с разными объективами, большинство производителей фотоаппаратов со сменной оптикой унифицировали размеры внешних колец объективов, куда ввинчиваются светофильтры. Размеры обычно указываются в миллиметрах. Наиболее ходовыми размерами являются 49, 52, 55 и 58 мм. Также производятся сменные кольца для перехода с одной резьбы на другую (на ступень вниз или ступень вверх). Существуют также насадочные и байонетные соединения фильтров для объективов специальных марок.

Пластмассовые (на основе синтетических смол) светофильтры изготавливаются многими фирмами. Они обычно имеют вид прямоугольников размером 75X 90 мм для использования в специальном,

армированном графитовым волокном, упругом пластмассовом держателе, или компендиуме. Этот держатель прикрепляется к объективу посредством сменного кольцевого адаптера, который ввертывается во внешнее кольцо, имеющееся у большинства фотообъективов. Используя сменные кольца, держатель можно прикреплять к любым объективам с разной посадочной резьбой. Становится выгоднее купить только один набор светофильтров и держатель с необходимыми кольцами. В держатель можно поместить одновременно два или более фильтра, а также бленду. Некоторые держатели имеют приспособления для закрепления желатиновых светофильтров.

#### **Уход за фотообъективами и светофильтрами**

Ни одно приспособление или насадка, за исключением солнечной бленды, не может улучшить характеристик любого объектива. Закрепленный на объективе светофильтр, насадка для создания специальных эффектов, насадочная линза или другое оптическое приспособление, расположенное перед объективом, влияют на его характеристики. В связи с этим очень важно сократить до минимума любое вредное действие, которое может вызвать такая приставка. Используйте светофильтр или насадки, только когда это действительно необходимо для достижения определенного эффекта или результата, которые улучшают потенциальные возможности данной съемки. Применяйте насадки самого лучшего качества, которые вы в состоянии приобрести. Всегда содержите насадки (и фотообъектив) совершенно чистыми. На последнее требование часто не обращают серьезного внимания. Очень часто на оптических поверхностях можно обнаружить пыль и отпечатки пальцев. Это не только снижает разрешающую способность объектива, но и ухудшает контраст изображения. Царапины приводят к аналогичным результатам и способны создать блики.

Светофильтры можно брать только за оправы или кромки (в случае пластмассовых или желатиновых фильтров). Частая чистка может вызвать появление на фильтрах заряда статического электричества, и тогда они будут притягивать еще больше пыли. Однако, когда фильтр нуждается в чистке, нужно пользоваться мягкой кисточкой (из беличьего волоса), как и при чистке фотообъектива. Стекланные или пластмассовые фильтры можно протирать также тканью для чистки объективов или какой-либо другой мягкой тканью. Жировые пятна удаляются со стекланных светофильтров одним из известных средств для сухой чистки в домашних условиях, содержащих четыреххлористый углерод или подобный растворитель. При необходимости большинство пятен можно удалить непродолжительной промывкой в теплой воде с добавлением нескольких капель жидкого моющего средства. Это также лучший способ чистки и пластмассовых светофильтров. В местностях, где вода жесткая, сначала нужно вскипятить воду, а затем ее остудить. С желатиновых фильтров пыль можно снять кисточкой, но чистить их не следует. Желатиновый светофильтр с отпечатками пальцев необходимо заменить. Прежде чем закреплять светофильтр или сменное кольцо на объективе, необходимо почистить резьбу на оправе и объективе, чтобы удалить попавшую туда грязь или инородный материал. Это предохранит резьбу от повреждения и не создаст трудностей при снятии кольца. Чтобы не возникало подобных проблем, рекомендуется закрывать объективы с обеих сторон крышечками. Такая рекомендация относится также к телеконвертерам и другим оптическим насадкам. Светофильтры, насадочные линзы и т. п. следует всегда хранить в футлярах, в которых они продаются. Держите все оптические принадлежности вдали от источников тепла и сырости. Чтобы почистить оптическую поверхность, необходимо сначала удалить кисточкой пыль и другие частицы. Для дальнейшей чистки, если она необходима, можно воспользоваться тканью для чистки объективов или ватными тампонами, смоченными жидкостью для очистки оптических приборов. Всегда следует проверять, не разрушает ли моющая жидкость материал оптического прибора и его поверхность.

Все светофильтры могут блекнуть от длительного воздействия света. В большинстве случаев для этого требуется длительное время. В обычной фотографии такое разрушение может остаться незамеченным. Светофильтры с узкой полосой поглощения, предназначенные для научных исследований, следует регулярно проверять, сравнивая их с новыми или известными стандартами. Если они утратили свои качества, их необходимо заменить. Все точные светофильтры рекомендуется хранить в футлярах и защищать их от любых внешних воздействий. Даже небольшая царапина на фильтре может вызвать ухудшение характеристик фотообъектива. Никогда не покупайте светофильтры, которые были выставлены в витрине магазина, или светофильтры с признаками повреждения или царапинами. Особенно воздерживайтесь от приобретения светофильтров, бывших в употреблении.

Проверить фильтр «на глаз» можно непосредственно при покупке. Недопустимые свили выявятся, если сквозь фильтр рассматривать какой-нибудь предмет и при этом быстро перемещать фильтр перед глазом вправо и влево. Если предмет повторяет движение фильтра, т. е. если изображение «бьет», фильтр непригоден. Непараллельность поверхностей (клиновидность) оптического стекла (а фильтры изготавливаются именно из такого стекла) не должна превышать долей углового градуса и эту величину невозможно обнаружить визуально, так что здесь приходится полагаться на контроль завода-изготовителя.— *Прим. ред.*

## **Светофильтры в черно-белой фотографии**

Вполне допустимо заниматься черно-белой фотографией и никогда не пользоваться светофильтрами. Если фотопленка правильно экспонируется и обрабатывается, тона на негативе будут правильно

отражать цвета и оттенки реального сюжета. Соответственно на отпечатанных фотоснимках эти тона будут иметь правильные пропорции и правильную фотографическую плотность. Однако из-за ограниченных возможностей человеческого зрения и имеющихся фотоматериалов такая идеальная ситуация — редкое явление. Фотограф подчас обнаруживает, что некоторые особенности сюжета на фотоснимке недостаточно выделены. Одно выглядит слишком светлым, другое слишком темным в сравнении с другими цветными объектами. В некоторых случаях отсутствуют даже существенные детали снятого объекта. Типичный пример подобных неприятностей — «исчезновение» легких облаков на фоне синего неба в ландшафтном снимке или превращение зеленого детского воздушного змея в черный провал на светлом небе. Зеленое платье девочки, сидящей на лужайке под деревом, может лишь чуть отличаться от тона лужайки. Тонкая текстура мебели может полностью исчезнуть и т. д. Мы видели, что спектральная чувствительность человеческого глаза высока в зеленой области спектра. Это не совпадает со спектральной чувствительностью любой черно-белой фотопленки. Более того, качество света, падающего на сюжет, может также повлиять на возможный результат фотосъемки, вызвав сдвиг в передаче тонов в сторону от того, что воспринимается глазом как правильная передача первоначальных цветов. Этот сдвиг усиливается за счет смещения цветочувствительности сетчатки глаза с уменьшением уровня освещенности (с. 12). Светофильтры могут ослабить подобные эффекты. Диапазон доступных цветов фильтров охватывает пять основных цветов видимого спектра. Кроме того, имеются фильтры различной плотности и смешанных цветов, позволяющие регулировать передачу тонов в очень узких заранее заданных пределах. Светофильтры для черно-белой фотографии способны высветить отдельные тона, притемнить другие, усилить или ослабить контраст, исправить или преднамеренно исказить конечный результат по желанию фотографа и зрителей законченной фотографии.

### **Основные типы светофильтров**

Все три основных типа светофильтров, известные в фотографии, можно использовать с черно-белой фотопленкой. Как уже говорилось, каждый светофильтр избирательно пропускает видимое излучение на одних участках спектра и поглощает на других, требуя увеличения экспозиции, определенной для съемки без него. Избирательность пропускания лучше всего иллюстрируется кривой зависимости плотности и коэффициента пропускания от длины волны. В отличие от кривых спектральной чувствительности, где пику кривой соответствует максимальное пропускание, на кривых спектральных характеристик светофильтра точкам максимума по вертикальной оси соответствует максимальное поглощение, а впадинам — максимальное пропускание светофильтра. Чем плотнее цвет фильтра, тем круче поднимается кривая и тем более плоскими становятся впадины на кривой. Крутое (резкое) отсечение обычно требуется только в цветной фотографии, в цветоделении и при исправлении цветопередачи в полиграфии. Покупать такие фильтры для черно-белой фотографии не рекомендуется, так как для этих целей они чрезмерно дороги.

Светофильтры для черно-белой фотографии подразделяются на следующие категории: правильной передачи тонов, повышающие контраст, поглощающие ультрафиолетовое излучение, нейтральной плотности и поляризационные. В кинематографии, технике и промышленности применяются также монохроматические светофильтры «монохром» или контрольные светофильтры (для визуального контроля цветопередачи при съемке) «панвижн» (с. 176). В технике, промышленности и в научных исследованиях используются, кроме того, фильтры, пропускающие ультрафиолетовое излучение (с. 189), инфракрасные фильтры (с. 185), фотометрические и жидкостные (с. 193), интерференционные (с. 179) и другие. Фильтры для неактивного освещения, фильтры «малтигрейд» и другие фотолaborаторные светофильтры рассмотрены в последней главе.

Светофильтры правильной передачи тонов используются для воспроизведения цветов сюжета в правильном соотношении яркостей. Благодаря приспособляемости глаза для практических целей обычно достаточна частичная корректировка. Однако в некоторых обстоятельствах полное исправление передачи тонов может потребовать применения очень темного светофильтра с недопустимо большой кратностью. Частичное исправление тонопередачи при фотографировании в дневное время заключается в том, чтобы сделать на фотоснимке синие части сюжета не слишком светлыми, а зеленые не слишком темными. Для этих целей идеальны светло-желтые фильтры. Они улучшают проработку неба, притемняя его до тона, приемлемого в сравнении с другими тонами снимка. Чем темнее небо, тем более белыми и драматичными по виду кажутся облака. Если при съемке ландшафтов не исправить естественную высокую чувствительность фотоэмульсии к синей области спектра, небо получается в светло-сером тоне, пустым, лишенным облаков.

Полное исправление передачи тонов при дневном свете помимо притемнения синего требует высветления зеленых участков. Для этого нужен желто-зеленый фильтр, поскольку обычный чисто желтый фильтр, поглощая часть синего света, поглощает в то же время и часть зеленого.

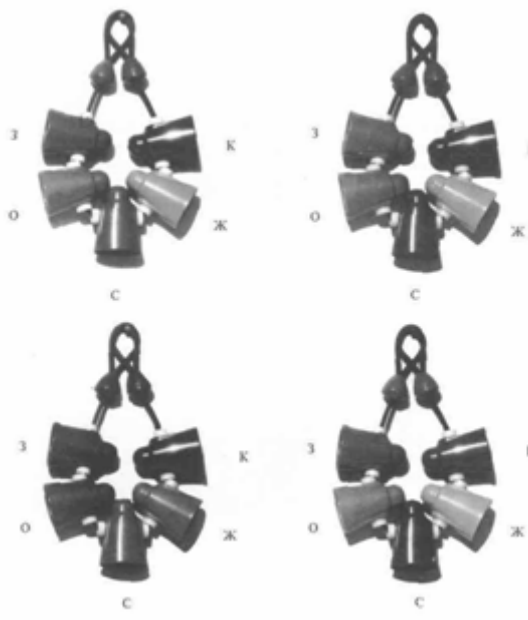


Слева красный перец, справа — зеленый. Восьмикратный красный светофильтр уничтожил тональное различие между ними. *Невил Ньюмен.*

Нельзя путать такой фильтр с двухцветным желтым и зеленым фильтром для достижения специальных эффектов (с. 154). Частичное исправление передачи тонов при свете ламп накаливания, который по сравнению с дневным светом имеет больше красных и меньше синих лучей, часто приводит к тому, что красный цвет передается слишком светлым, а синий — слишком темным тоном. На портретном снимке, например, красные губы будут очень бледными, голубые глаза слишком темными. Светло-синий или сине-зеленый светофильтр приводит соотношение тонов к приемлемому уровню. Полного исправления передачи тонов при искусственном освещении можно добиться с помощью более плотного сине-зеленого (голубого) фильтра, т. е. фильтра с высоким коэффициентом пропускания в синей и низким в красной областях спектра. Однако такой фильтр должен иметь

высокую кратность. Результат, особенно в портретной фотографии, будет казаться искусственным, излишне подчеркнутым.

Светофильтры, повышающие контраст (контрастные светофильтры), управляют контрастом между тонами на фотоснимке. Эти фильтры могут усилить тональную разницу между оттенками одного и того же цвета, например, оттенками зеленого на снимке лесистого ландшафта, или тональное воспроизведение двух разных цветов, оранжевого и зеленого, которые в ином случае могли бы быть переданы в одинаковом сером тоне. Зрительно эти цвета совершенно различные, но из-за несоответствия спектральной чувствительности пленки и глаза они могут превратиться в совершенно одинаковый серый тон. Контрастные светофильтры используются в тех случаях, когда фильтры правильной передачи тонов недостаточны или когда следует особо подчеркнуть тональную разницу. Это можно сделать, выявив малозаметные оттенки или создав более отчетливую разницу между цветами. Контрастные фильтры позволяют также достичь особых эффектов, преувеличенно высветляя или притемняя определенный цвет. Чтобы высветлить какой-либо цвет, выбирайте светофильтр такого же цвета, т. е. имеющий высокий коэффициент пропускания в этой области спектра. Чтобы притемнить цвет, поступают наоборот: светофильтр должен быть дополнительного цвета к цвету, который необходимо притемнить.

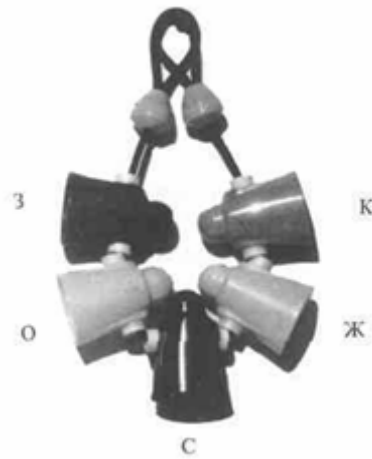
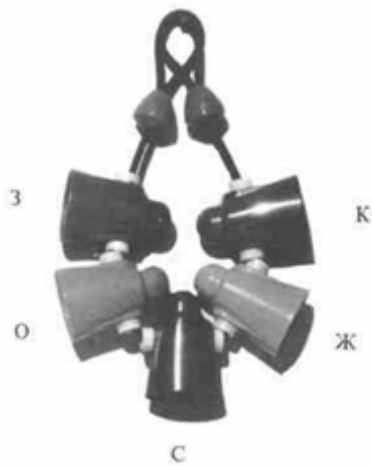


Передача тонов при фотографировании с различными цветными светофильтрами **Верхний ряд.** Без фильтра, зеленый и оранжевый фильтры. **Нижний ряд.** Синий, желтый и красный фильтры.

Но это не обязательно для всех цветов. Максимальный эффект достигается при использовании светофильтра, который пропускает только узкую полосу спектра. Такой светофильтр называется *фильтром с узкой полосой пропускания*.

Большинство фильтров правильной передачи тонов общего назначения, устанавливаемых на объективе фотоаппарата, отличается от контрастных фильтров только интенсивностью соответствующего цвета. Например, светло-желтый фильтр относится к фильтрам правильной передачи тонов, в то время как темно-желтый из-за его подчеркнута преувеличенного действия классифицируется как контрастный. Обычные фильтры правильной передачи тонов имеют светло-желтый, средне-желтый, желто-зеленый, светло-зеленый и зеленый цвета. Контрастные светофильтры обычно темно-зеленые, светло-

оранжевые, темно-оранжевые, светло-красные, темно-красные, синие и сине-зеленые (голубые). К специальным фильтрам относятся нейтральные и поляризационные светофильтры.



### Ультрафиолетовые светофильтры

Это бесцветные светофильтры, предназначенные для поглощения невидимого ультрафиолетового (УФ) излучения, к которому чувствительны все фотоэмульсии. Длины волн ультрафиолетового излучения короче, чем у фиолетовых лучей и составляют менее 380 нм. Большинство объективов не скорректировано на такие длины волн, и поэтому изображение, воспроизведенное УФ-излучением, может быть не в фокусе с изображением всех других цветов. В результате — явная потеря резкости на фотоснимках, полученных при полной диафрагме, особенно при съемке объективами с большой светосилой.

Большая часть УФ-излучения современными фотообъективами поглощается. Старые объективы только частично поглощают это излучение. Вместо того чтобы рассчитывать оптику для фокусировки УФ-излучения (которое в любом случае нежелательно), его легче убрать. Для этой цели и служит поглощающий ультрафиолетовый светофильтр. Заметим, что не все УФ-излучение солнечного спектра достигает объекта съемки. Излучение с длиной волны около 290 нм поглощается слоем озона, окружающим Землю. Ниже расположен слой дымки, тоже окружающий Землю, который поглощает некоторое количество излучения в интервале длин волн 290—400 нм. Но в горной местности (выше 1000 м над уровнем моря) дымки, поглощающей эти лучи, не существует. Дымка меньше и над морем. Это является причиной солнечных ожогов при загаре в горах или на берегу моря.

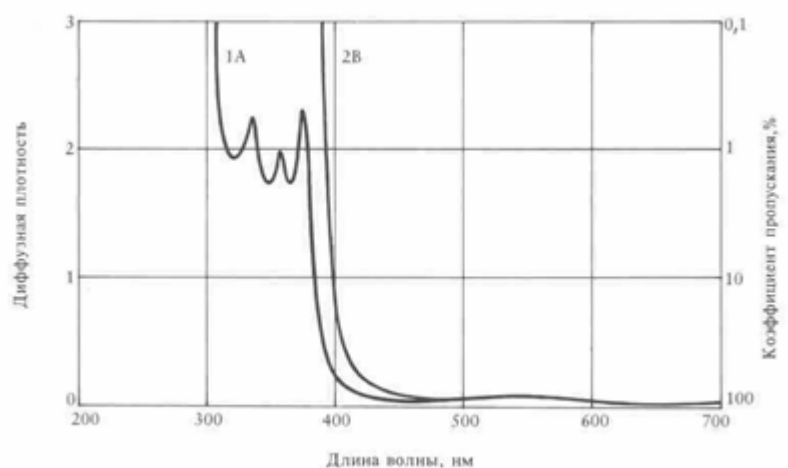
Климатические условия, сезон года заметно влияют на уровень УФ-излучения. В летние месяцы солнечные лучи имеют более высокую интенсивность по всему спектру и УФ-излучение простирается дальше в сторону коротких волн. Во влажной атмосфере этот эффект ослабляется. Частицы пыли в воздухе собирают влагу, образуя мельчайшие капли воды диаметром несколько микрометров ( $1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$ ). Такие капли отражают ультрафиолетовое излучение. Этот процесс усиливается с увеличением влажности. Когда солнечный свет проходит сквозь дымку, его ультрафиолетовые лучи рассеиваются, поэтому во влажном климате меньше опасности получить солнечные ожоги. Воздействие УФ-излучения на фотоэмульсию можно легко спутать с воздействием легкой атмосферной дымки и мглы. Поэтому может показаться, что ультрафиолетовый светофильтр работает так же, как и съемочный фильтр, предназначенный для ослабления воздействия атмосферной дымки (с. 46), хотя на самом деле он не преодолевает влияния настоящих дымки и тумана. Кратность ультрафиолетового фильтра равна 1. Это значит, что при его использовании увеличения экспозиции не требуется.

Многие фотографы рекомендуют держать ультрафиолетовый фильтр на объективе постоянно, на всякий случай, как дополнительную защиту передней линзы объектива. Другие полагают, что светофильтр следует устанавливать на объектив только, когда это действительно необходимо, и снимать его, как только он больше не нужен. Сторонники второй точки зрения считают, что светофильтр должен использоваться только в тех случаях, когда без его действия нельзя обойтись, так как качество фильтров обычно ниже оптического качества объективов. В этой точке зрения много здравого смысла. Объективы имеют наилучшие характеристики без дополнительной оптики, даже если она высокого качества. Ультрафиолетовый светофильтр (или любой другой светофильтр) не является заменителем крышки объектива. Но если передняя часть объектива подвергается опасности в самом процессе фотографирования, например при сильном дожде, брызгах морской воды, струях песка или пыли во время сильного ветра, то светофильтр можно использовать в качестве защитного приспособления. При съемке в таких условиях лучше чаще чистить светофильтр, чем фотообъектив. Если случится какое-либо повреждение, то дешевле заменить светофильтр, чем объектив. Однако в нормальных условиях ничего нельзя выиграть от размещения двух дополнительных поверхностей раздела стекло — воздух между снимаемым объектом и объективом. Многие современные высококачественные фотообъективы не нуждаются в ультрафиолетовых светофильтрах в любых условиях. Типичными примерами являются

фотообъективы «Цейсс планар» и «Лейка», производимые примерно с 1965 г. Эти объективы изготовлены из специального стекла и фактически непроницаемы для УФ-излучения. Для соединения различных элементов объектива используется особый клей. Фирма «Лейтц» гарантирует идентичное цветное пропускание всех своих фотообъективов и нейтральное воспроизведение цветов даже на очень больших высотах.

Другим доводом против использования ультрафиолетового светофильтра без особой в том необходимости является вероятность внутреннего отражения и образования бликов в оптически плоском стекле даже при наличии просветляющего покрытия, особенно при съемках восхода и захода солнца, при ночных фотосъемках объектов с уличными огнями или другими яркими источниками света или очень ярких объектов с очень темным окружением, таких, как арки и тоннели. В результате часто обнаруживается общее искажение изображения, вызванное снижением контраста, особенно на наиболее темных участках. Использование ультрафиолетового светофильтра с широкоугольным объективом таит в себе опасность дальнейшей потери качества из-за неравномерного освещения, поскольку лучи света, попадающие в объектив сбоку, должны пройти в фильтре большее расстояние, чем лучи, поступающие в объектив около его оси, что особенно заметно при съемках на цветной обрабатываемой фотопленке. По этой причине многие производители не рекомендуют применять внешних светофильтров с их особоширокоугольными объективами. Это же побуждает их самих монтировать светофильтры в задней части оправы объектива (с. 58).

При таком обилии доводов против применения ультрафиолетовых фильтров возникает вопрос, существуют ли условия, при которых они необходимы или даже полезны?



Кривые поглощения двух разных ультрафиолетовых светофильтров.

На море, на морском берегу или на высотах более 1000 м использование ультрафиолетовых светофильтров полезно. Заметим, однако, что это не единственный светофильтр, который поглощает ультрафиолетовое излучение. Как мы увидим позднее, многие контрастные светофильтры, столь излюбленные фотографами-пейзажистами, также поглощают ультрафиолетовый свет, одновременно выполняя свои

собственные функции (с. 88—94) разделения различных цветов, которые обычно передаются в одинаковых тонах, или разделения одинаковых цветов на фотографии.

Имеются два типа ультрафиолетовых светофильтров: фильтры, которые поглощают только невидимую часть излучения, и те, которые поглощают также частично и синий свет. Выше на графике показаны характеристики каждого из этих светофильтров. Для черно-белой пленки разница между ними незначительна, а для цветных фотопленок она может быть очень заметной (с. 121). Некоторые производители светофильтров изготавливают разновидности только ультрафиолетовых светофильтров, номера которых указывают наибольшую длину волн поглощаемого ими УФ-излучения. Фирма «Никон», например, производит фильтры L37, L37C и L39, номера которых указывают на поглощение светофильтрами волн короче 370 и 390 нм соответственно. В черно-белой фотографии последний тип производит более заметное действие. Здесь полезно отметить, что при печати цветных фотоснимков важно поместить на пути света поглощающий ультрафиолетовый светофильтр (такой как «Кодак 2В»). Он встроен в большинство цветоголовок.

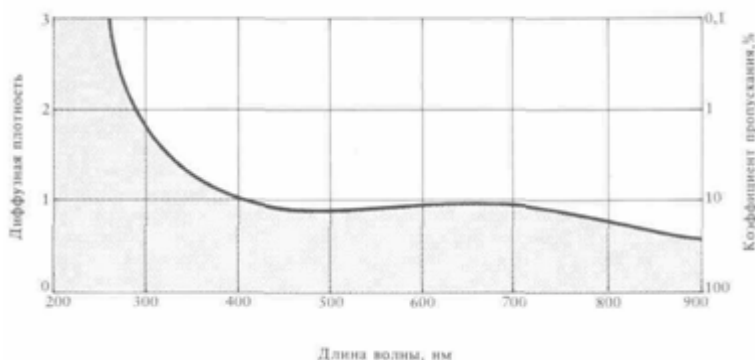
### Нейтральные светофильтры

Применение нейтральных светофильтров (или фильтров нейтральной плотности) в кинематографии (с. 170) в течение многих лет было необходимостью, поскольку время выдержки фиксировано и подбор экспозиции возможен лишь с помощью ирисовой диафрагмы. Сравнительно недавно многие фотографы переключились на применение нейтральных светофильтров совместно с высокочувствительными пленками, используя эти пленки при всех уровнях освещенности и для всех фотографических ситуаций. Такая тактика упрощает задачи фотографа, так как значительно снижает объем требуемой информации о характеристиках фотоэмульсий, их экспозиционных особенностях и процессах обработки. Несмотря на трудности получения большого увеличения изображений, высокочувствительные пленки имеют определенные преимущества, в том числе возможность выбора коротких выдержек и средних значений диафрагмы даже при использовании светофильтров высокой



кратности при дневном свете, очень коротких выдержек при съемке быстро движущихся объектов, минимальной диафрагмы при максимальной глубине резко изображаемого пространства, а также возможность получения достаточно качественных снимков при ухудшающемся освещении и фотографировании при искусственном свете без фотовспышки. Но случается и так, что эти самые преимущества высокой светочувствительности «работают» против фотографа. Так, например, трудно или даже невозможно избежать серьезных передержек на пляже при ярком солнечном свете, когда даже кратчайшее время выдержки и наименьшая диафрагма являются чрезмерными, когда требуются большие диафрагмы для обеспечения небольшой глубины резкости или сравнительно длительная выдержка для создания впечатления движения объекта путем «смазывания» изображения. В таких случаях нейтральный светофильтр оказывается очень полезным.

Нейтральные светофильтры снижают количество пропускаемого света одинаково по всему видимому спектру в одной и той же степени. Следовательно, они не влияют на передачу отдельных цветов первоначального сюжета. Кривые коэффициента пропускания или оптической плотности такого фильтра очень просты: это почти горизонтальная линия, свидетельствующая об одинаковом поглощении по всему спектру. Таким образом, нейтральный светофильтр не влияет на спектральную чувствительность. Нейтральные фильтры изготавливаются из различных материалов и могут иметь различные формы. Они могут быть также диффузными (с. 153) или прозрачными, постоянной и переменной оптической плотности (с. 170). Фильтры высокого оптического качества обычно изготавливаются из желатина с распределенным в нем коллоидным углеродом. Добавляются также красители. Они подбираются так, чтобы их спектральные светопоглощающие характеристики совместно с коричневатым цветом коллоидного углерода давали необходимый равномерный спектр поглощения. Однако недостатком таких фильтров является возможность выцветания красителя с течением времени.



Кривая поглощения типичного нейтрального светофильтра.

Это может привести в процессе использования к неравномерности спектрального поглощения. Невыцветающие красители — предмет продолжающихся постоянных научных исследований. Степень рассеивания направленного пучка света нейтральным светофильтром обычно называют коэффициентом Калье или фактором Q. Эффект Калье чаще всего связывается с эффективной

оптической плотностью фотографического негатива в увеличителе, имеющем конденсорное освещение. Фактор Q является отношением всего пропущенного света (включая рассеянный свет) к пропущенному направленному (т. е. нерассеянному) свету. Фактор Q, равный единице, соответствует полному отсутствию рассеяния. Он достигается, когда нейтрально серая плотность создается чистым красителем, не содержащим твердых частиц. Коллоидный углерод имеет фактор Q, равный 1,2, и является подходящей средой для размещения как перед объективом, так и позади него, т. е. на пути пучка света, формирующего изображение. Фотографическая пленка (еще один материал, из которого можно изготовить пригодные для практики нейтральные фильтры), равномерно экспонированная и проявленная до подходящей оптической плотности, становится эффективным нейтральным фильтром для излучения в видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Но такой фильтр имеет фактор Q, равный 1,4, указывающий на то, что рассеяние фильтра слишком сильное для использования на пути пучка света, формирующего изображение (т. е. позади объектива). Напылением сплава «инконель» в паровой фазе на стекло удается получить светофильтр с фактором Q, лишь немногим большим единицы. Светофильтр, изготовленный этим способом, имеет очень хорошую нейтральную оптическую плотность, т. е. почти не рассеивает свет. К сожалению, поскольку его действие создается сочетанием поглощения и отражения, зеркальные отражения от его поверхностей в некоторых условиях могут вызвать определенные трудности.

Нейтральные фильтры выпускаются с разной оптической плотностью от 0,1 до 4,0. Производители стеклянных и пластмассовых светофильтров обычно предлагают фильтры по крайней мере двух-трех плотностей, а желатиновых — десятка плотностей и более. Фильтр плотностью 4,0 имеет коэффициент пропускания только 0,01%, т. е. кратность, равную 10 000, и требует увеличения экспозиции на 13 1/2 ступеней. Разные производители используют разные обозначения, но чаще всего нейтральный светофильтр имеет буквенное обозначение ND, за которым следует номер, представляющий его

оптическую плотность, кратность или процент количества света, который он пропускает. Плотность может быть увеличена соединением двух или более фильтров. Сумма их плотностей несколько меньше получающейся эффективной плотности ввиду потерь света на отражения от поверхностей светофильтров, которыми в общем-то можно пренебречь. Нейтральные светофильтры могут несколько отличаться по своим фактическим оптическим плотностям, но должны отвечать соответствующим международным требованиям. Если фильтры требуются для очень точной работы или научных исследований, они должны быть прокалиброваны в контролируемых условиях с использованием эталона.

Установленный на объектив нейтральный фильтр уменьшает количество пропускаемого света, позволяя увеличить диафрагму или выдержку. Он необходим, когда нельзя избежать передержки при фотографировании на высокочувствительной пленке при ярком свете с наименьшей диафрагмой и наименьшей выдержкой, а также при съемке зеркально-линзовым объективом, не имеющим ирисовой диафрагмы.

Нейтральные светофильтры

Оптическая плотность	Коэффициент пропускания, %	Кратность фильтра	Увеличение экспозиции, число ступеней
0,1	80	1 <sup>1/4</sup>	1/3
0,2	63	1 <sup>1/2</sup>	2/3
0,3	50	2	1
0,4	40	2 <sup>1/2</sup>	1 <sup>1/3</sup>
0,5	32	3	1 <sup>2/3</sup>
0,6	25	4	2
0,7	20	5	2 <sup>1/3</sup>
0,8	16	6	2 <sup>2/3</sup>
0,9	13	8	3
1,0	10	10	3 <sup>1/3</sup>
2,0	1	100	6 <sup>2/3</sup>
3,0	0,1	1 000	10
4,0	0,01	10 000	13 <sup>1/3</sup>

У киносъемочной аппаратуры экспозиция подбирается только с помощью диафрагмы, и насаженный на объектив нейтральный светофильтр предохраняет от передержки, когда недостаточна самая маленькая диафрагма. В настоящее время производители фото и киноаппаратуры снабжают аппараты стандартными объективами с очень большой светосилой. Это создает конструктивные трудности для обеспечения диафрагм менее 16. Но даже если на объективе есть меньшие значения, использование очень маленьких диафрагм может неблагоприятно отразиться на резкости фотоснимка. Когда такие объективы используются в комбинации с относительно высокочувствительными пленками, многие фотографы применяют нейтральные фильтры при съемках в условиях высокой освещенности солнцем или при ярко-белом снеге. При портретных съемках в помещении эти фильтры дают возможность использовать большие диафрагмы для обеспечения

небольшой глубины резкости или справиться со слишком мощным освещением в небольшом замкнутом пространстве. У нейтральных светофильтров хорошие поглощательные характеристики в ультрафиолетовой области, так что дополнительный ультрафиолетовый светофильтр не нужен.

Кратность нейтральных светофильтров учитывается аналогично кратности цветных светофильтров. Следует только помнить, что каждое прибавление величины 0,3 в значении оптической плотности в номере фильтра соответствует увеличению кратности вдвое. Так, плотность 0,6 соответствует кратности 4X. Если вы используете нейтральный светофильтр с плотностью 0,6, необходима точно такая же экспозиция, как и при оранжевом светофильтре кратностью 4X. Если требуется использовать одновременно и цветной, и нейтральный светофильтры, их общая кратность получается путем перемножения кратностей отдельных фильтров. Например, NDO,6 и оранжевый светофильтр 4X имеют общую кратность, равную 4X4=16.

Наиболее популярные нейтральные фильтры и, возможно, чаще всего употребляемые — это фильтры с плотностями 0,3, 0,6 и 0,9 (NDO,3, NDO,6, NDO,9). Они требуют увеличения экспозиции на 1, 2 и 3 ступени соответственно. Например, времени выдержки 1/500 с и диафрагме 16 без фильтра должны соответствовать следующие пары параметров: 1/250 и 16 или 1/100 и 11 при установке на объектив светофильтра NDO,3; 1/125 и 16 или 1/500 и 8 при установке NDO,6; 1/100 и 16 или 1/500 и 5,6 при установке NDO,9. Фотоаппараты со встроенным фотоэкспонетром, регистрирующим свет, проходящий через объектив (система TTL), не требуют ручной поправки на кратность фильтра. Фотоэкспонетр измеряет световой поток, проходящий сквозь фильтр, и определяет соответствующую экспозицию. Если фотоаппарат не имеет экспонетра, увеличение экспозиции должно быть учтено вручную после ее определения.

Этот фильтр выпускается нашей промышленностью под маркой Н 4X. — Прим. ред.

Можно также установить более низкий показатель светочувствительности пленки. Арифметический индекс ИСО должен быть уменьшен наполовину на каждую полную ступень увеличения экспозиции, а логарифмический индекс ИСО (если он применяется) должен быть уменьшен на 3°.

Нейтральный светофильтр может быть объединен с цветным или, при желании, с оттененным фильтром. Даже нежелательное рассеяние света может быть обращено на пользу. Используя

перфорированный пластинчатый тип светофильтра или фильтр с рисунком сетки, можно превратить эффект рассеяния света в привлекательный эффект звездных вспышек.

### **Поляризационные светофильтры**

Мы уже упоминали ранее, что свет можно рассматривать как волновое явление. Волны света являются поперечными электромагнитными волнами, т. е. колебания происходят под прямым углом к направлению движения. В обычном (неполяризованном) свете направление этих колебаний беспорядочно. Однако при определенных условиях электромагнитные колебания могут быть упорядочены таким образом, что они все будут происходить в одной плоскости. Такой свет называется линейно-поляризованным. Хотя человеческий глаз неспособен отличить поляризованный свет от неполяризованного, мы можем использовать явление поляризации. Поляризованный свет возникает иногда естественным образом. Если это произошло, можно выделить его или подавить с помощью поляризационного светофильтра<sup>1</sup>. Поляризованный свет используется, например, при изучении кристаллов в микрофотографии (с. 185), в поляризационно-оптическом методе исследования напряжений в некоторых материалах. Явление поляризации можно также использовать в сверхбыстрых фотозатворах, не имеющих движущихся частей, для фотографирования сверхбыстрых процессов, таких, как полет пули, электрический разряд или взрыв. В технике поляризация света используется при производстве не отражающих свет стеклянных покрытий для освещенных приборных досок, радарных экранов и т. п. Другая область использования поляризованного света — демонстрация стереоскопических кинофильмов. Этот процесс был впервые предложен фирмой «Поляроид корпорэйшн» и назван ею как «Вектографы».

Свет, отраженный от полированной неметаллической поверхности (стекла, блестящей лаковой мебели, пластмасс) или воды, линейно поляризован. Это свойство можно использовать, чтобы уничтожить или по крайней мере ослабить эти отражения. Отраженный свет полностью поляризован при угле падения светового луча, известном как угол Брюстера.

<sup>1</sup> Поляризационные фильтры часто называют *поляроидами*, но это название не следует путать с названием одноступенного фотографического процесса и аппаратов для него, которые позволяют получить готовый фотоснимок через несколько минут и разработаны фирмой «Поляроид». — *Прим. ред.*

Эта серия фотографий показывает, как можно устранить дымку и добиться притемнения неба при фотографировании на панхроматическую и инфракрасную пленки **Внизу**. Фотография на панхроматической пленке. **Справа вверху**. Фотография на панхроматической пленке с поляризационным светофильтром **Справа**. Фотография на панхроматической пленке со светофильтром марки «Рэтген 25» (темно-красный) и поляризационным светофильтром «Кодак»

Этот угол неодинаков для разных материалов, но обычно составляет 53— 57°. (Углы падения измеряются от *нормали* — воображаемой линии, перпендикулярной отражающей поверхности. Угол падения, равный 53°, но измеренный от поверхности, равен 37° и называется касательным углом.) Свет, даже поляризованный, падая на матовую или рассеивающую поверхность, при отражении от нее становится неполяризованным.

Свет поляризуется также в некоторых естественных условиях: поляризован свет радуги, равно как и свет, отраженный кристалликами льда в верхних слоях атмосферы (ложное солнце, гало и т. п.). Однако самый главный источник поляризованного света — безоблачное синее небо. Направление поляризации в любой точке составляет прямой угол с линией, соединяющей эту точку с солнцем. Частично перекрывая этот свет, фотограф может притемнить небо, не влияя на любую другую часть фотографии. Поскольку изменению подвергается только цвет неба, можно использовать этот эффект при работе как с цветными, так и с черно-белыми фотоматериалами.

Для определения степени поляризации света нужен оптический прибор (называемый анализатором), который сам поляризует свет. Хотя некоторые природные материалы (такие, как кальцит) поляризуют свет, поляризационные светофильтры изготавливаются из специального материала, называемого поляроидом и выпускаемого фирмой «Поляроид корпорэйшн» (или по лицензии этой фирмы). Такой материал полностью поляризует любой свет, проходящий сквозь него. Для фотографа наиболее ценным качеством этого материала является следующее: если линейно-поляризованный свет падает на пластинку поляроида, количество пропущенного света зависит от ориентации поляроида относительно плоскости поляризации света.

При одинаковой ориентации почти весь свет будет пропущен, при ориентации под прямым углом свет не пройдет вообще. Любой неполяризованный свет, конечно, пройдет сквозь материал светофильтра, но выйдет из него поляризованным и несколько ослабленным. Образец поляроидного материала, превращенный в оптически плоский светофильтр, можно, таким образом, использовать, чтобы управлять отражением от полированных поверхностей и притемнять чистое небо для проработки облаков.



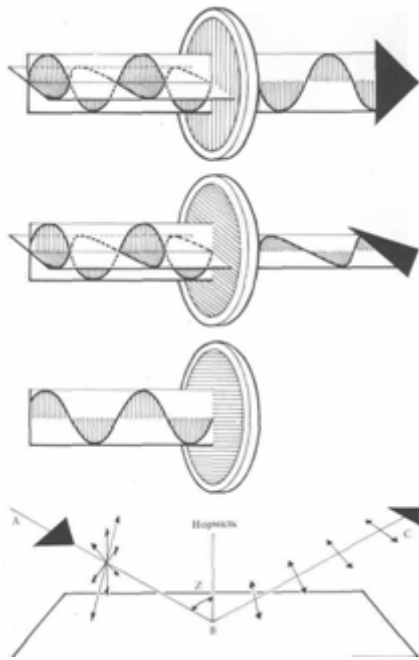
Этот эффект виден и невооруженным глазом, если посмотреть сквозь такой фильтр (эффект используется в защитных солнечных очках фирмы «Поляроид»).

Поляризационные светофильтры используются главным образом для устранения или ослабления нежелательных отражений (бликов) от блестящих поверхностей, таких, как стекло, вода, полированное дерево, краска, линолеум, кожа (на изделиях), масло или мокрые поверхности, листва, отдельные листья, пластмасса и влажная кожа человека. Типичные примеры: фотографирование витрин магазинов, человека в автомобиле, пола плавательного бассейна, украшенного богатым орнаментом, человека в очках, картины за стеклом или глянцевой фотографии. При ослаблении нежелательных отражений часто усиливается цветовая насыщенность. Поляризационные светофильтры управляют также тональностью синего неба, делая его, по желанию, более темным и оказывая воздействие только на цвет неба, но не на другие цвета или тона. Хотя теоретически идеальный поляризационный светофильтр должен уменьшить интенсивность падающего на него света лишь наполовину (кратность 2X), практически его кратность достигает 3X •

При использовании поляризационного фильтра на незеркальной камере нужно смотреть на сюжет сквозь светофильтр и медленно вращать его до исчезновения отражения либо его ослабления до требуемой величины, либо до получения желаемого оттенка неба. Затем, не изменяя ориентировки светофильтра, следует

поставить его на объектив. Если объектив вращается в процессе фокусирования, положение фильтра должно быть подобрано после того, как объектив сфокусирован. Поляризационные фильтры монтируются во вращающихся оправках, на которых указано направление поляризации. Если вы спешите, то просто вращайте оправу фильтра до тех пор, пока указатель направления поляризации не встанет перпендикулярно к блестящей поверхности (или не будет направлен к солнцу для притемнения неба). Для усиления насыщенности цвета травы и других горизонтальных поверхностей, например дороги, поставьте указатель вертикально (т. е. поместите его вверху объектива).

Кратность поляризационного фильтра учитывается так же, как и других светофильтров, т. е. путем установки новой экспозиции вручную, уменьшением показателя светочувствительности фотопленки или измерением экспозиции экспонометром сквозь светофильтр. Системы ТТЛ имеют устройство, отклоняющее часть светового луча на фотоэлемент. Некоторые виды таких расщепителей лучей сами в какой-то степени поляризуют свет и, когда используется поляризационный фильтр, могут еще больше снизить интенсивность света, достигающего фотоэлемента. Это приводит к неправильным показаниям экспонометра и последующей передержке. Если вы не очень хорошо знаете особенности своего аппарата, сделайте быструю пробу: установите аппарат в пасмурный или хмурый день, когда общее освещение полностью не поляризовано. Затем поставьте поляризационный светофильтр на объектив и медленно вращайте его на 180°, одновременно наблюдая за показаниями экспонометра.



Поляризационный светофильтр (поляроид) Здесь он представлен как решетка, которая поляризует свет в вертикальной или горизонтальной плоскости в зависимости от ориентации решетки. При определенной ориентации он полностью перекрывает уже поляризованный свет. Неполаризованный свет (А — В) частично поляризуется (В—С) при отражении от блестящей неметаллической поверхности. Поляризация достигает наивысшей степени, когда тангенс угла Z равен показателю преломления материала отражающей поверхности.

Если при вращении фильтра показания экспонометра не меняются, вы можете быть уверены, что все в порядке, т. е. что встроенный экспонометр не поляризует свет и его показаниям при использовании поляризационного светофильтра можно доверять. Если вы обнаружите заметное изменение в показаниях экспонометра во время пробы, то свет, попадающий на фотоэлемент экспонометра, действительно поляризован. В таком случае в будущем, прежде чем надеть поляризационный светофильтр, вам сначала придется определить экспозицию и затем увеличить ее в соответствии с кратностью фильтра.



При съемке каждого из этих сюжетов был использован поляроид для ослабления ярких бликов от источника света, находящегося за пределами фотографируемых объектов.

Поляризационные светофильтры можно с успехом использовать и в качестве нейтральных фильтров. Сам по себе поляризационный фильтр действует, как если бы он был нейтральным фильтром ND0,5. Два поляризационных светофильтра одинаковой ориентации эквивалентны ND1,0. Однако вращением одного из светофильтров относительно другого можно получить любую требуемую оптическую плотность до

максимального значения 5,3, т. е. ослабление света почти в 200 000 раз!

Это хороший способ затемнения изображения при киносъемке, если камера позволяет выключить механизм автоматической установки экспозиции. Поглощение растет не по линейному закону. Оно в основном проявляется на нескольких последних градусах поворота светофильтра. Поэтому будет трудно обеспечить мягкое, постепенное затемнение, если не применить какое-нибудь приспособление типа рукоятки, позволяющее медленно вращать светофильтр.

#### Светофильтры правильной передачи тонов

Спектральная чувствительность даже лучших современных панхроматических фотопленок не совпадает со спектральной чувствительностью человеческого глаза. Обычная панхроматическая эмульсия более чувствительна к синему, чем к красному свету, и более чувствительна к красному, чем к зеленому свету. В результате на фотоснимке, правильно переданном, скажем, в красном цвете, синий цвет будет слишком светлым, а зеленый слишком темным. По этой причине синее небо будет воспроизведено слишком светлым, а белые облака, наблюдаемые в оригинальном сюжете, будут почти невидимы на фотоснимке. Проблема разрешается использованием при фотографировании слабоокрашенного светофильтра дополнительного к синему цвета, т. е. светло-желтого фильтра. Для более полной коррекции всей сцены подходит светлый желто-зеленый светофильтр. Его зеленая составляющая немного снижает чувствительность эмульсии к красному цвету. В результате мы получим чувствительность фотопленки, очень близкую по характеру к чувствительности человеческого глаза.

При использовании в качестве источника света лампы накаливания с вольфрамовой нитью требуется другой светофильтр — на этот раз для снижения излишка красных лучей и увеличения недостатка синих лучей в освещении. Чтобы приблизить в этом случае чувствительность пленки к «дневной» чувствительности глаза, светофильтр должен поглотить некоторую часть красного и немного зеленого света. Синий свет вообще не должен поглощаться, так как в излучении лампы накаливания его очень мало. Соответственно подходящим цветом для светофильтра будет слегка зеленовато-синий. На самом деле полностью правильное воспроизведение в черно-белой фотографии требуется редко. Небольшой дисбаланс, особенно в портретной фотосъемке, не только приемлем, но часто желателен. Максимальная точность обычно требуется в

некоторых видах профессиональной съемки и съемки для научных целей.

**Желтый.** Этот фильтр традиционно употреблялся для исправления тональности синего неба. С повышением чувствительности панхроматических эмульсий в красной области спектра его место занял желто-зеленый светофильтр. Желтые фильтры поглощают синие, фиолетовые и ультрафиолетовые лучи, притемняя небо и увеличивая контраст между небом и облаками. Светло-желтые светофильтры больше подходят для портретной фотосъемки на открытом воздухе, так как они обеспечивают воспроизведение кожи человека в естественных тонах: светлые волосы делаются еще более светлыми, веснушки становятся менее заметными, а голубые глаза кажутся темнее, чем в действительности. Средне- и темно-желтые светофильтры полезны при съемках заснеженных сюжетов, так как усиливают синие тени на снегу, который в противном случае будет слишком светлым. С учетом насыщенности цвета действие фильтра становится более заметным, но одновременно увеличивается его кратность. Типичные кратности для дневного света 1/гХ у светло-желтого, 2Х у средне-желтого и 3Х у темно-желтого фильтров. Рекомендуются выбирать светло-желтый фильтр, когда требуется наименьшее увеличение экспозиции, и средне-желтый или темно-желтый фильтр для достижения более сильного эффекта.

Светло-желтый светофильтр чуть-чуть притемнил небо, чтобы обнаружились легкие облака. Тонкая рассеивающая насадка позволила создать эффект картины, написанной маслом.

Для выявления деталей на канатах и деревянной причальной тумбе был использован темно-желтый светофильтр. Оранжевый светофильтр сделал бы синий корпус лодки слишком темным, и его цвет почти слился бы с цветом воды.



**Желто-зеленый.** Вероятно, это наиболее подходящий фильтр для панхроматической пленки, так как он воздействует на синий и красный свет почти в одинаковой степени и полностью исправляет передачу тонов, т. е. приближает спектральную чувствительность и тональную передачу фотоматериала к чувствительности человеческого глаза. Этот светофильтр притемняет синее небо, выделяя на нем облака; передает естественный тон кожи лица при портретной съемке на открытом воздухе; снижает излишнюю чувствительность к красным лучам рано утром или перед заходом солнца; при ландшафтной съемке создает полезный эффект разделения тонов лиственного покрова деревьев и кустарников. Кратность обычных светофильтров при дневном свете заключена в интервале значений 2/2 — 3Х. В зависимости от конкретной окраски снимаемого объекта желто-зеленый светофильтр обычно более полезен, чем светло-желтый. Этот фильтр подходит также и для съемок осенних сюжетов.

Для выявления деталей на канатах и деревянной причальной тумбе был использован темно-желтый светофильтр. Оранжевый светофильтр сделал бы синий корпус лодки слишком темным, и его цвет почти слился бы с цветом воды.



**Зеленый.** Это наиболее подходящий фильтр для черно-белой ландшафтной фотографии, разделяющий сотни тончайших тонов зеленого цвета травы и листвы. Без светофильтра большая часть естественных зеленых тонов сливается в непрерывный серый цвет, придавая фотоснимку скучный безжизненный вид. Зеленый светофильтр разделяет различные тона, сообщая картине блеск и контраст. В портретной съемке на открытом воздухе при ярком солнечном освещении зеленый светофильтр притемняет цвет кожи, придавая ей почти загорелый вид. Веснушки и другие пятна на лице начинают подчеркнуто выделяться. Несмотря на то что в целом зеленый светофильтр лучше, чем желтый, применять его следует с осторожностью, чтобы не нарушить цветового баланса сюжета, поскольку он полностью или частично поглощает

ультрафиолетовые, синие и красные лучи. Светло-зеленый светофильтр полезен также при искусственном освещении для ослабления влияния красного цвета. Для дневного света кратность светло-зеленого фильтра обычно 2—3Х, темно-зеленого 3—5Х.

**Светло-синий.** Этот более редкий в употреблении фильтр мало известен фотографам. Однако он может быть особенно полезен для изобразительной фотографии. Он не поглощает полностью ни в одном участке спектра, но максимально влияет на красный цвет. Он также пропускает ультрафиолетовое и инфракрасное излучение. Светло-синий светофильтр чаще используется при съемках на панхроматическую фотопленку при искусственном освещении. Благодаря его поглощению в красной и желтой областях спектра изображение губ становится более темным, сочным, а голубых глаз — светлым, тон кожи не высветляется, но веснушки и дефекты кожи выступают ярче. На открытом воздухе при дневном свете светло-синий светофильтр создает особенно полезный эффект: пропуская ультрафиолетовый свет, он увеличивает впечатление воздушной перспективы, придавая

сюжету большую глубину и заставляя наблюдателя инстинктивно искать детали в затуманенной дали. Он особенно подчеркивает передний план — таким приемом пользуются многие живописцы. Этот светло-синий светофильтр для съемки на панхроматическую эмульсию не следует путать с синим фотометрическим фильтром, используемым для коррекции цветов, или с синим конверсионным фильтром в цветной фотографии. Светло-синие светофильтры имеют при дневном свете среднюю кратность примерно  $1/\sqrt{X}$ , а при искусственном освещении кратность около  $2X$  •

### **Светофильтры, повышающие контраст (контрастные фильтры)**

Светофильтры правильной передачи тонов используются главным образом для того, чтобы воспроизвести яркости различных цветов объекта так, как их видит глаз. Но обеспечив тональную коррекцию, они могут сообщить фотоснимку монотонность, безжизненность. Цвета на противоположных концах спектра будут выглядеть как одинаковые серые тона и, находясь в пространстве рядом, станут неразличимы. Например, галстук с оранжевым и синим рисунком на черно-белом портрете мужчины может выглядеть однотонным и серым. Можно грамотно сделать снимок с хорошо сбалансированными тонами, но результат с изобразительной точки зрения окажется монотонным и плоским. Чтобы вдохнуть в картину жизнь и блеск, часто следует увеличить разницу между тонами. Для этого приходится сознательно усиливать контрасты между цветами фотографируемого объекта с помощью контрастных светофильтров.

Контрастный светофильтр обычно имеет темный цвет, например оранжевый или красный, и используется, чтобы значительно высветлить или притемнить тон, соответствующий определенному цвету. В общем случае контрастный светофильтр высветляет детали, имеющие одинаковый с ним цвет, и притемняет детали, имеющие существенно другой цвет. Если объекты, имеющие два совершенно разных цвета, передаются на фотоснимке одинаковыми по тону, подходящий контрастный фильтр позволяет высветлить один цвет и притемнить другой.



Для увеличения контраста между тонами листвы был использован зеленый светофильтр. Типичным случаем является съемка зеленого и оранжевого цветов: визуально совершенно различные, на негативе без фильтра они воспроизводятся одинаковым серым тоном. Если на объектив надеть оранжевый фильтр, то оранжевый цвет станет значительно светлее, а зеленый — темнее. Для изобразительных целей более ценна способность этих фильтров усиливать контраст между близкими тонами его же собственного цвета. Зеленый светофильтр, например, отчетливо проявляет эту способность при пейзажных съемках. Контрастный светофильтр, усиливающий разницу в оттенках собственного цвета, иногда имеет другое название — «детальный светофильтр», так как он усиливает контраст деталей цветного объекта, выделяя их на общем фоне.

**Оранжевый.** Из контрастных фильтров чаще всего применяется оранжевый. Он заменяет темно-желтый фильтр, когда требуется более четкое разделение между синим небом и облаками. Он

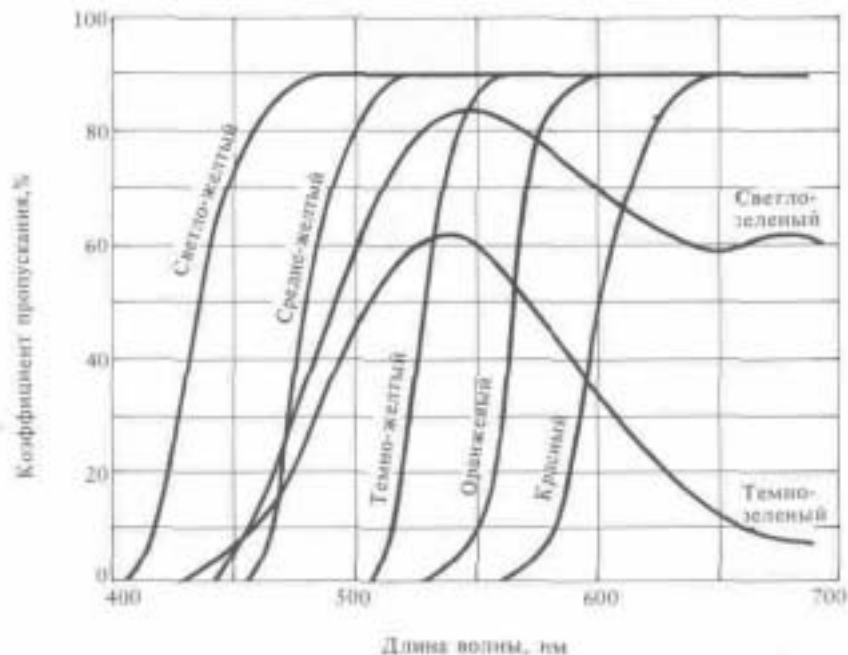
поглощает излучение всех длин волн, от ультрафиолетовых до зеленых, хотя его действие проявляется не столь заметно, как красного светофильтра.



**Кривые** поглощения некоторых фильтров, повышающих контраст.

Но и кратность его не столь велика. Необычно то, что оранжевый светофильтр не всегда дает предполагаемый результат. В пасмурную погоду, например, и даже при дымке, его воздействие на воспроизведение неба едва заметно. Однако в яркий день он притемняет синее небо и создает впечатляющий эффект тяжелой облачности, когда в действительности на небе видны только легкие облака. Эффект еще более усугубляется, когда солнечный свет падает на облака под углом и сзади или сбоку от фотоаппарата. Фильтр оказывает слабое действие или не производит вообще никакого эффекта, если съемка производится против света. В этом случае небо, бывающее ярче и белее обычного, на снимке получается с передержкой, и действие фильтра не проявляется. Оранжевый светофильтр идеален для зимних снимков, особенно при съемке солнечных бликов на снегу. Выделяя тени, такой фильтр придает снимку особую объемность. Оранжевые светофильтры высветляют красный и желтый цвета, притемняют синий и зеленый, устраняют легкую дымку и слабую вуаль, вызываемую ультрафиолетовым излучением при пейзажной съемке, и делают детали отдаленных планов более отчетливыми. Это особенно важно при съемке телеобъективами. Солнечный загар и веснушки высветляются, как и желтый цвет. Синие глаза

становятся почти черными. Интересно, что при использовании оранжевого светофильтра зеленая трава и листва не притемняются, как можно было ожидать. В действительности они получаются более светлыми. Иногда говорят, что это происходит из-за флюоресценции хлорофилла в инфракрасных лучах. На самом деле хлорофилл не светится, но он очень эффективно отражает зеленый свет с максимумом около 500 нм, а также отражает темно-красный и инфракрасный свет, начиная с 690 нм



Красный пятикратный светофильтр высветил шляпки грибов и выявил структуру листьев и травы.

Инфракрасный свет здесь роли не играет, поскольку панхроматическая фотопленка к нему нечувствительна. Человеческий глаз более чувствителен к зеленому, чем к красному цвету, поэтому листва выглядит зеленой, а не желтой или красной. Панхроматическая эмульсия в сочетании с оранжевым светофильтром имеет наибольшую эффективную светочувствительность в красном конце спектра. Поэтому отраженный красный свет делает листву на снимке более светлой. Как и можно было ожидать, этот эффект проявляется еще сильнее с красным светофильтром (и становится доминирующим в случае инфракрасной пленки). Кратность оранжевых светофильтров, используемых с панхроматической пленкой, при дневном свете обычно равна 3—5X, при искусственном освещении 3—4X •

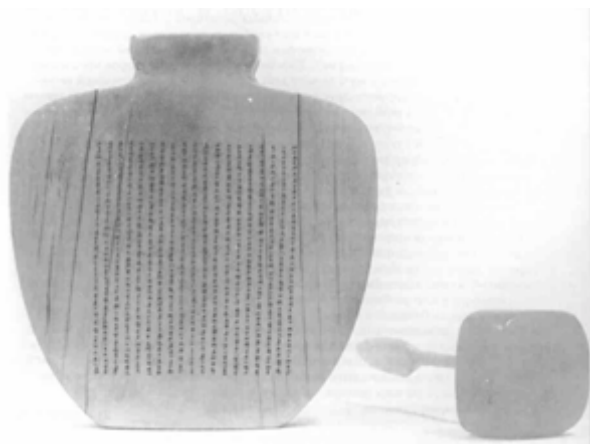
**Красный.** Красные светофильтры относятся к самым сильнодействующим. Это происходит главным образом из-за их ограниченного коэффициента пропускания: светло-красный светофильтр пропускает лишь излучение с длинами волн более 600 нм; темно-красный — примерно от 650 нм. Таким образом, темно-красный светофильтр пропускает только красный и инфракрасный свет, а светло-красный пропускает в какой-то степени и оранжевый свет. Общее действие на панхроматической пленке — очень подчеркнутое, даже резкое. Красный цвет передается совсем светлым, все другие цвета — темными. Сильнее всего эффект проявляется при минимальной экспозиции. Как и у других светофильтров, при увеличении экспозиции их действие заметно ослабляется. Недодержка сцены, снятой при солнечном свете с красным фильтром, создает эффект лунного освещения, который может быть усилен, если включить в снимок блики от воды, свет автомобильных фар и ламп в доме.

Красные светофильтры оттеняют эффект освещения на листве и траве, передавая их очень светлыми. Они также устраняют влияние дымки (часто выявляя невидимые для глаза детали), позволяют частично преодолевать туман и могут иногда вызывать заметное смещение фокуса. У объективов с исправленной хроматической аберрацией (т. е. у всех объективов общего назначения) могут обнаруживаться небольшие ошибки в фокусировке при съемке только в синих или только красных лучах. Иногда это проявляется на снимке как потеря резкости. Поэтому фокусировка должна осуществляться с светофильтром, насаженным на съемочный объектив однообъективного зеркального аппарата или на объектив видоискателя двухобъективного зеркального аппарата. Характерной особенностью красного фильтра является то, что в темных местах сюжета, которые при дневном свете имеют синеватый оттенок, так как освещаются светом



неба, детали часто не прорабатываются. Небо может получиться почти черным, облака застывшими, чрезмерно яркими, почти блестящими. Кратность при дневном свете обычно равна 6—10X в зависимости от плотности, при искусственном освещении 4—8X •

**Светофильтры, поглощающие один из основных цветов (светофильтры резкого отсечения).** Имеются еще три контрастных фильтра, так называемые светофильтры резкого отсечения. Они обычно не используются в общей и любительской фотографии, окрашены во вторичные цвета — желтый (yellow), голубой (cyan) и пурпурно-красный (magenta). Каждый из них пропускает точно две трети видимого спектра и непрозрачен к оставшейся трети. Желтый фильтр пропускает красный и зеленый свет, поглощая синий; на окончательном отпечатке синий цвет воспроизводится очень темным. Пурпурный фильтр пропускает синий и красный свет, поглощая большую часть зеленого света; на отпечатке зеленый цвет воспроизводится очень темным. Голубой (сине-зеленый) светофильтр пропускает синий и зеленый свет, поглощая красный; на окончательном отпечатке красный цвет воспроизводится очень темным. Съемка на панхроматическую пленку сквозь голубой фильтр превращает её по спектральной чувствительности в ортохроматическую.



Оранжевый фильтр выявил потускневшую надпись на поверхности нефритовой табакерки.

**Трехцветные (зональные) светофильтры.** Они также выпускаются в наборах из трех фильтров трех основных цветов: красного, зеленого и синего. Каждый из них пропускает около одной трети видимого спектра. Их кривые спектрального пропускания подобраны таким образом, что общая полоса пропускания, поделенная между ними тремя, совпадает со всей шириной видимого спектра. Зональные фильтры первоначально использовались для получения очень точных цветных фотографий, когда еще не было современных многослойных цветных фотоматериалов. На трех отдельных фотопленках

(чаще пластинках) делались три отдельных снимка, каждый сквозь свой зональный светофильтр. Полученные негативы печатались каждый в цвете, дополнительном к цвету светофильтра. Затем отпечатки совмещались физическим (метод «карбро») или химическим (метод переноса красителей) способами. Это позволяло получить окончательный отпечаток в естественных, очень устойчивых во времени цветах. Многие снимки, сделанные методом «карбро», дожили до наших дней. Технология процесса переноса красителей существует до сих пор. Первоначальный процесс фирмы «Техниколор» был основан на этом принципе. При изготовлении цветоделенных негативов с менее «чистых» объектов, например цветного слайда, используется другой набор трехцветных светофильтров (он существует и по сей день в цветной полиграфии). Каждый из этих светофильтров пропускает только узкую полосу спектра. Все полосы практически не перекрывают друг друга. Такие фильтры известны как зональные с узкой полосой пропускания. Трехцветные светофильтры используют в общей, черно-белой фотографии, главным образом в случаях, когда необходимо выбрать сравнительно узкую полосу цветов. Это пример максимального действия контрастных светофильтров. Таким образом, зеленый зональный фильтр будет использоваться там, где желательно воспроизвести все красные и все синие цвета черными. Соответственно и для других основных цветов. Кратность трехцветных светофильтров изменяется в широких пределах: от 3X для красного с широкой полосой пропускания до 30 X для синего с узкой полосой пропускания (в обоих случаях при искусственном освещении). В связи с таким широким разбросом приходится принимать во внимание отклонения от закона взаимозаменяемости (с. 173) при изготовлении набора соответствующих друг другу цветоделенных негативов. Без сенситометрического контроля за экспозицией и обработкой очень трудно изготовить набор цветоделенных негативов, отвечающих всем современным требованиям. К счастью, в настоящее время самая трудная часть работы переложена на электронную автоматику.

## Светофильтры в цветной фотографии

Проблемы, стоящие перед фотографом, который хочет правильно передать цвета в серых тонах, оказываются очень простыми по сравнению с проблемами, возникающими при попытке воспроизвести все эти цвета, как они видны или как мы хотели бы их видеть. Свойства красителей в цветных фотоэмульсиях, служащих для регистрации различных цветов, оставляют желать много лучшего. Тем не менее они все же способны регистрировать и воспроизводить все цвета спектра гораздо точнее, чем мы в состоянии их запомнить. Возможно, это и хорошо. Но цветная пленка требует более строгого определения экспозиции, чем черно-белая. Ожидая, что она точно зарегистрирует все многоцветье нашего сюжета, мы не должны забывать, что цветные пленки очень чувствительны к изменениям

характера (качества) освещения.

Обработка цветных пленок непосредственно влияет на точность цветопередачи, но этот процесс не освещается в данной книге. В то же время экспозиция является решающим фактором, определяющим не только цветопередачу снимка, но и действие любого светофильтра, который используется при съемке. Для гарантии качества при выбранном фильтре пленка должна быть правильно экспонирована и правильно обработана.

### Характеристики освещения

Цветопередача цветной пленки в сильной степени зависит от характера освещения, при котором она экспонируется. Поэтому производители выпускают фотоматериалы, пригодные для съемок при определенном освещении: дневном свете и искусственном освещении. Пленки для съемки при искусственном освещении подразделяются на пленки для съемки при освещении перекальными фотолампами («Фотофлуд») и пленки для съемки при освещении студийными осветителями. Кроме того, цветные пленки подразделяются на обрабатываемые (диапозитивные) и негативные. На первых получают цветные позитивы (слайды) непосредственно после экспонирования и обработки. Цветные негативные пленки служат для изготовления с них фотоотпечатков с помощью увеличителя с цветоголовкой, допускающего исправление ошибок цветопередачи посредством встроенных в головку светофильтров.

В предыдущей главе упоминалось о том, что глаз приспособляется к изменениям характеристик разных источников света и начинает быстро реагировать на большинство из них как на источники, испускающие белый свет, будь то дневной свет, уличное или студийное освещение, комнатное освещение, торшер или даже свеча.



Г. Б. Грюнве ч

Однако мы должны учитывать не только то, что эти источники имеют разную интенсивность, но также и то, что они разного цвета, т. е. что их свет содержит разные относительные количества излучений с разными длинами волн в области видимого спектра. Испускаемый источниками свет имеет различные цветовые характеристики, о чем уже упоминалось применительно к раскаленным источникам света при рассмотрении цветовой температуры (с. 34). Из приведенной ниже таблицы становится ясно, что разные цветовые температуры имеют не только разные источники света (цветовая температура искусственных источников снижается с увеличением срока эксплуатации ламп), но что и сам дневной свет не имеет постоянной цветовой температуры. В ранние утренние и предвечерние часы в солнечном свете содержится больше красных лучей.

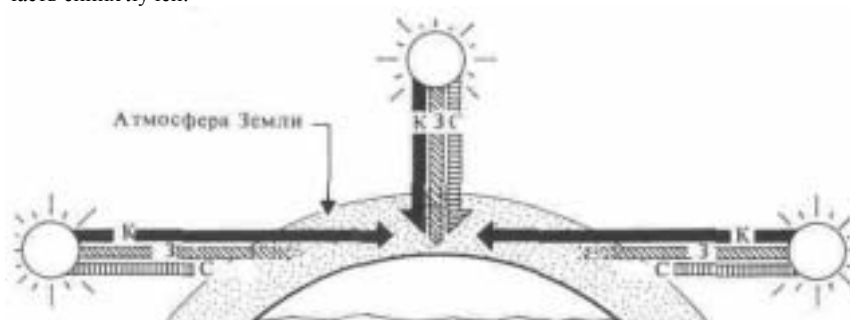


Источник света	Цветовая температура, по шкале К.	Цветовая температура, по шкале меркс.
Чистый белый свет	10000—20000	100—10
Свет звезд обычного типа	6000—10000	125—180
Обычный свет	7000	145
Свет звезд типа белая (горячая)	6000	134
Полудневый белый солнечный свет (11—12 ч)	5500—5000	132—128
Утренний и вечерний солнечный свет	4000—5000	120—124
Солнечный свет при восходе и закате солнца	2000—3000	90—115
Электронная лампа	4000	147
Лампа накаливания с белой нитью	2800	112
Флуоресцентная лампа	3700—4000	120—128
Фотолампа «Фотофлуд»	3400	124
Вольфрам-галогенная студийная лампа	3000	104
Вольфрамная студийная лампа («Фотофлуд»)	3200	111
Лампа накаливания 100 Вт	2800	107
Стандартная лампа	2900	115

Это происходит потому, что солнце стоит низко над горизонтом и свет должен пройти сквозь толстый слой атмосферы, содержащий микроскопические частицы пыли, которые рассеивают лучи коротковолновой части спектра. Таким образом, в прямом солнечном свете начинают преобладать лучи длинноволновой части спектра. Когда солнце стоит высоко в небе, свет должен

пройти более тонкий слой атмосферы, и синяя часть спектра подвергается меньшим изменениям. Синева неба — результат рассеивания синего света. Для наших глаз все это «солнечный свет». А фотопленка будет регистрировать эту разницу, и когда мы посмотрим на слайд, то сразу заметим ее. Следовательно, в цветной фотографии цветовая температура источника света имеет первостепенное значение.

Ранним утром и перед закатом солнечный свет преодолевает более толстый слой атмосферы, который поглощает большую часть синих лучей.



### Цветовой баланс фотопленок

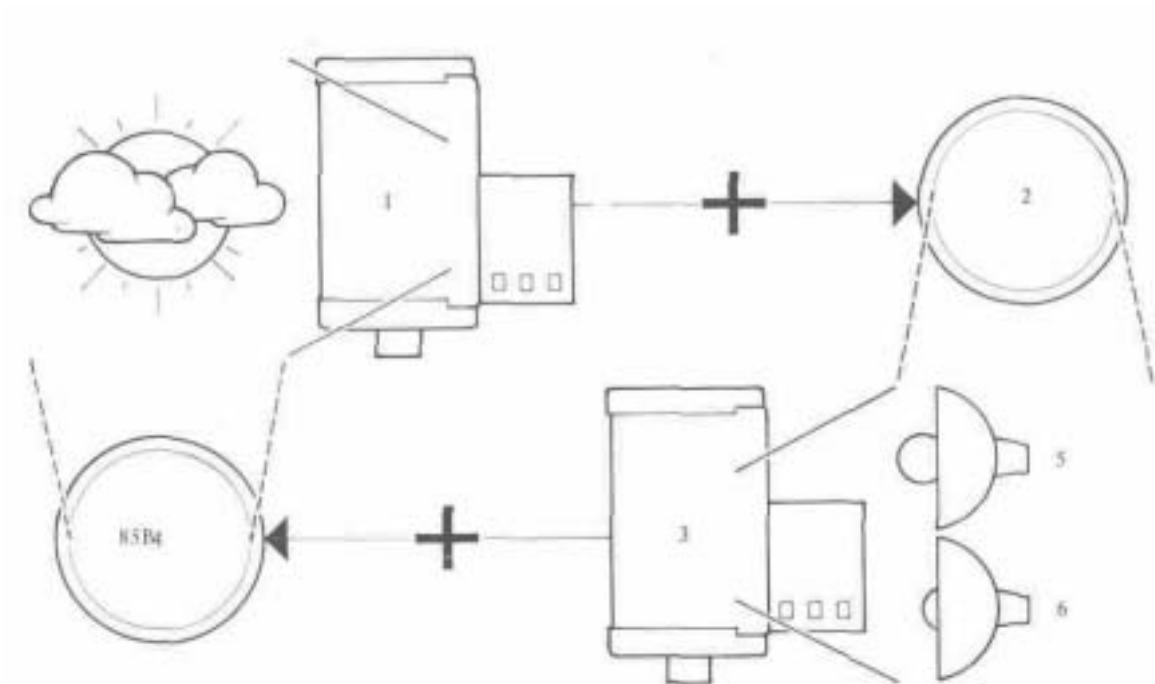
Ранее говорилось, что у выпускаемых цветных диапозитивных пленок цветопередача сбалансирована для экспозиции или при дневном свете, или при освещении лампами «Фото-флуд» и студийными лампами. Характеристики пленки для дневной съемки сбалансированы в соответствии с утвержденным международным стандартом для источника, известного под названием средний полуденный солнечный свет (5400К)<sup>1</sup>. Фактически же они сбалансированы для цветовой температуры 5500К с допуском на дополнительное воздействие синего неба. Характеристики фотопленки для съемки при свете ламп «Фотофлуд» и вольфрамо-галогенных студийных ламп сбалансированы для цветовой температуры 3400К, а пленок для экспозиции при свете других студийных фотоламп — для цветовой температуры 3200К<sup>2</sup>.

Процесс фотографирования на цветные пленки для искусственного освещения сравнительно прост, за исключением случаев, когда напряжение в электросети сильно изменяется (с ростом напряжения возрастает и цветовая температура ламп), что происходит редко, или когда лампы стареют и их цветовая температура начинает падать. Фотографии, снятые на цветных пленках для дневного света до 8 ч утра и после 16ч дня летом (до 10 ч утра и после 14 дня зимой), будут более «теплыми», чем это желательно. Но нередки случаи, когда приходится экспонировать определенный вид пленки не при том освещении, для которого она предназначена. В этих случаях с цветными пленками используют цветные светофильтры.

Так же, как и в черно-белой фотографии, неокрашенные светофильтры применяются для поглощения ультрафиолетового излучения, снижения влияния атмосферной дымки, уничтожения или ослабления бликов или притемнения неба (поляризационные фильтры), уменьшения интенсивности света, падающего на фотопленку (нейтральные фильтры). Вообще же цветные светофильтры для цветной фотографии обычно довольно светлые, за исключением фильтров, используемых для устранения общих паразитных оттенков при экспонировании пленки при совершенно ином освещении, чем то, для которого она предназначена. Типичные примеры — экспонирование пленки для дневного света при освещении студийными лампами или лампой «Фотофлуд» и экспонирование пленки для искусственного освещения при дневном свете.

<sup>1</sup> В дальнейшем такое освещение будем называть просто полуденным солнечным светом.— *Прим. ред.*

Так как пленки разных фирм и разных типов иногда сбалансированы для несколько отличающихся цветовых температур, точная величина обычно указывается в описании каждого типа пленки. Так, например, цветные пленки Народного предприятия ОРВО (ГДР) сбалансированы следующим образом: негативная пленка NC 19 и NC 20 — для 4200 К (съемка как при дневном свете, так и при искусственном освещении; окончательная цветокоррекция производится при печати); негативная пленка NC 21 — для 5500 К (съемка только при дневном свете или электронной вспышке с «золотым» покрытием колбы); обращаемая пленка UK 17 — для 3200 К; обращаемые пленки UT 18, UT 20, UT 23 — для 5500 К; позитивная копировальная пленка PC 7 — для 3100 К; обращаемая копировальная пленка UD 2 — для 3200 К.— *Прим. ред.*



Голубоватый конверсионный светофильтр (например, 85 В) используется для исправления цветопередачи при фотосъемке на пленке для искусственного освещения при дневном свете. Янтарный конверсионный светофильтр (например, 80 А) используется при фотосъемке при искусственном освещении на пленке для дневного света.

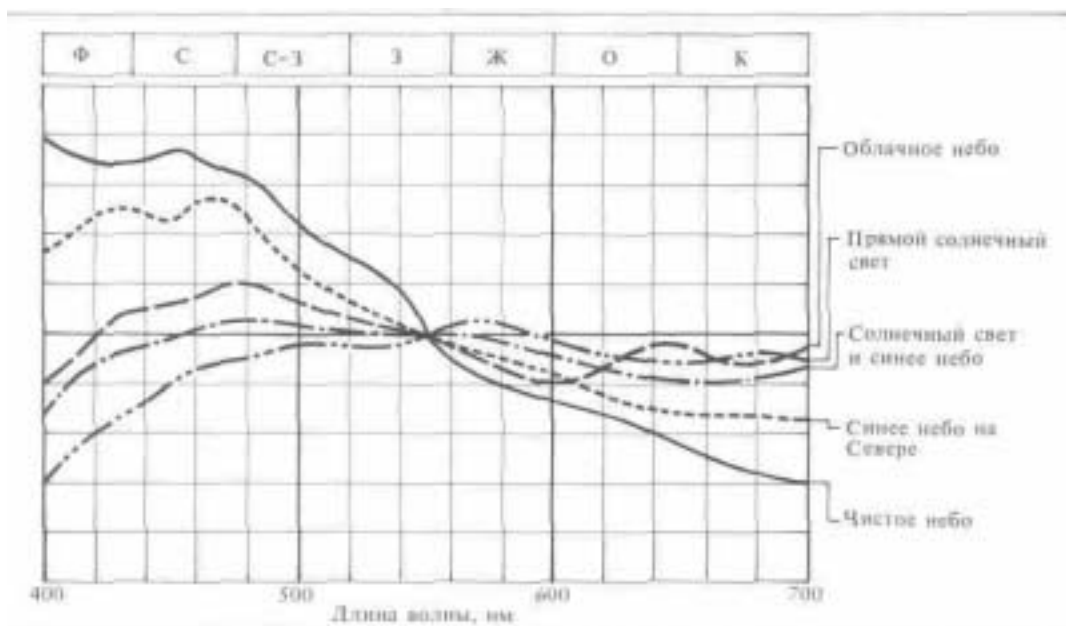
1 — фотопленка для дневного света; 2 — светофильтр 80А; 3 — фотопленка для искусственного освещения; 4 — светофильтр 85 В; 5 — студийная лампа, 3200 К; 6 — лампа «Фотофлуд».

Менее очевидный пример — экспонирование пленки для дневного света при ярком синем небе. Во всех этих случаях, если не использовать специальный цветобалансирующий коррекционный светофильтр, на снимках появляется заметный общий оттенок. В первом случае (дневная пленка экспонирована при искусственном освещении) он будет оранжево-красным, во втором (пленка для искусственного освещения экспонирована при дневном свете) — синим. В третьем случае также появится общий синий оттенок в результате воздействия рассеянного атмосферой света от больших участков небесной сферы.

Средний полуденный дневной свет — это смесь белого солнечного света и света, отраженного небом, частично покрытым облаками. В зависимости от баланса этих составляющих конечный результат будет выглядеть естественным или слегка холодным, если преобладает влияние неба. Важное значение имеет положение солнца. Тени, освещенные только синим небом, будут совершенно синими, даже если солнце стоит низко, причем их синий оттенок еще более усиливается из-за контраста с оранжево-красным прямым солнечным светом и освещенными этим светом частями сюжета.

Говоря о цветовых оттенках, вызываемых отраженным светом, необходимо помнить о том, что большие цветные пятна вблизи фотографируемого объекта также оказывают на него влияние. Типичные примеры такого влияния: красная кирпичная стена сообщает красноватый оттенок коже или очень светлой одежде человека, стоящего рядом; одежда ребенка, сидящего на лужайке, будет иметь зеленоватый оттенок; синий шарф даст голубоватый оттенок на подбородке, щеках, шее, плечах. В помещении цвет обстановки (мебели, штор, ковров, обоев), имеющей значительные площади яркого или насыщенного цвета, может повлиять на цвет других предметов.

<sup>1</sup> В дальнейшем — полуденный дневной свет. — *Прим. ред.*



Распределение дневного света по длинам волн днем изменяется, создавая сильное голубое освещение при ясном небе, слегка желтое при прямом солнечном свете и т.д.

### Цветные фотопленки

Итак, цветные пленки, предназначенные для съемок при дневном или искусственном освещении, сбалансированы для определенной цветовой температуры. С изменением характеристик источника света изменится цветопередача фотопленки. Было бы неэкономично (хотя вполне возможно) выпускать отдельные типы пленок для каждого из существующих источников света. Поэтому фотографу приходится решать, какой же пленкой зарядить аппарат. Если большая часть снимков должна быть сделана при дневном свете, электронной вспышке или лампе-вспышке с синей колбой, то нужно выбрать пленку для дневного света. Если же большинство снимков должно быть сделано при свете перекальных ламп («Фотофлуд»), необходимо воспользоваться фотопленкой для искусственного света с цветовой температурой 3400К.

Когда предполагается сделать примерно одинаковое число снимков при дневном и при искусственном освещении, выбор затрудняется, поскольку придется использовать конверсионный светофильтр, по крайней мере для половины кадров. Если при искусственном освещении используется пленка для дневного света, на объектив фотоаппарата следует надеть темно-синий фильтр, чтобы исключить общий оранжево-красный оттенок. И наоборот, если при дневном свете экспонируется пленка для искусственного освещения, понадобится оранжево-розовый (цвета семги) светофильтр для устранения общего синего оттенка. Кратность синего светофильтра выше, чем оранжево-розового. Поэтому при одинаковой светочувствительности пленок лучше использовать пленку для искусственного освещения с оранжево-розовым фильтром, что позволит эффективнее использовать светочувствительность пленки.

В любом случае результаты съемки на дневную пленку плюс синий светофильтр и пленку для искусственного освещения плюс оранжево-розовый светофильтр будут неодинаковыми. Окончательная цветопередача может стать более серьезным фактором по сравнению с эффективной светочувствительностью пленки. Это, конечно, главные изменения. Но бывает важно учесть и изменения характеристик источника света, для которого предназначена пленка. Дневной свет постоянно изменяется, лампы «Фотофлуд» и студийные лампы стареют. Эти изменения обычно незначительны. Большинство светофильтров, используемых в цветной фотографии, как раз и предназначено для исправления подобных небольших изменений в балансе освещения. Это бледные фильтры с небольшой оптической плотностью, известные как цветобалансирующие (коррекционные) фильтры. Они предназначены для того, чтобы немного повышать или понижать цветовую температуру света, доходящего до фотопленки.

### Цветовая температура и шкала миред

Любой светофильтр всегда или повышает, или понижает цветовую температуру света независимо от того, к какой области видимого спектра этот свет относится. Но, поскольку цветовая температура изменяется не по линейной шкале, повышения или понижения цветовой температуры различны в зависимости от источника света и цвета светофильтра. Чтобы упростить классификацию цветобалансирующих (коррекционных) фильтров, каждому из них присвоен индекс в миредах; в противном случае к каждому из них пришлось бы прилагать длинную таблицу для определения их влияния на цветовую температуру всех возможных источников света.

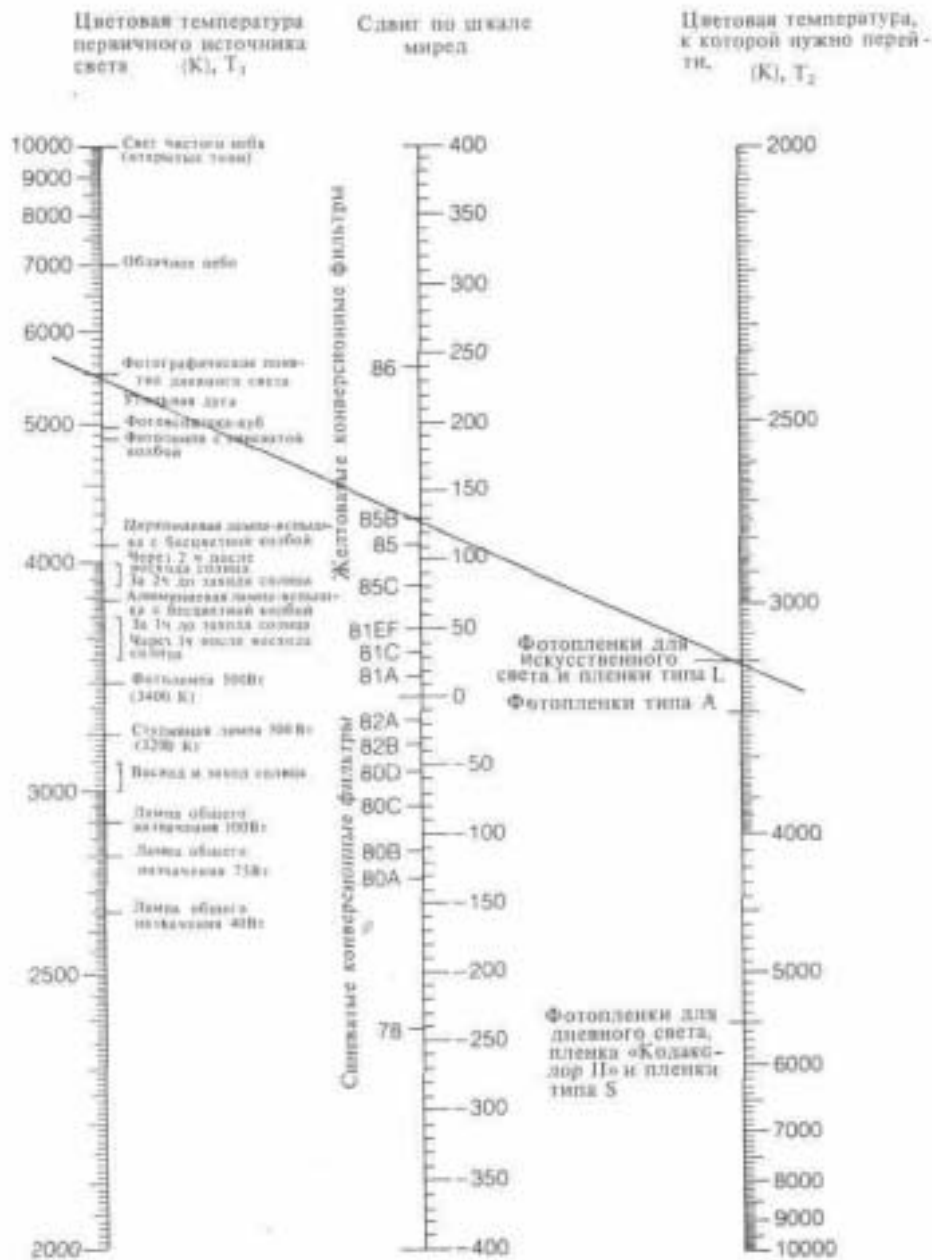
Миред (англ. mired, от micro reciprocal degrees) — это обратная величина цветовой температуры (в Кельвинах), умноженная на 1 000 000. Когда цветовая температура выражается таким образом, числовой сдвиг в миредях является постоянной величиной для любого данного светофильтра, т. е. величину цветового сдвига светофильтра можно выразить определенным числом миредов. Считается, что синеватые фильтры, повышающие цветовую температуру (и, следовательно, понижающие величину в миредях), имеют отрицательный сдвиг (знак минус перед величиной сдвига по шкале миред). Оранжево-розовые (цвета семги) светофильтры (часто называемые красными), понижающие цветовую температуру и, следовательно, повышающие величину в миредях, имеют знак плюс перед величиной сдвига по шкале миред. Однако большинство изготовителей просто обозначают свои фильтры индексами В (Blue — синий) и R (Red — красный) с последующей цифрой, указывающей величину сдвига в декамирдах (т. е. в десятках миредов).

Таким образом, светофильтр с положительным сдвигом по шкале миред может использоваться для снижения цветовой температуры с любой фотопленкой независимо от того, предназначена ли она для дневного или для искусственного света. Фильтр с отрицательным сдвигом по шкале миред повышает цветовую температуру независимо от цветового баланса пленки. Например, можно установить один и тот же синеватый светофильтр, чтобы компенсировать избыток красных лучей в утренние и вечерние часы при съемке на пленку для дневного света, а также влияние бытовых осветительных ламп накаливания при съемке на фотопленку, предназначенную для съемки при освещении перекальными лампами «Фотофлуд».

Обратимся теперь к таблице. Чтобы рассчитать, какой светофильтр необходимо использовать, нужно вычесть величину в миредях для используемого источника света из величины в миредях для источника света, относительно которого сбалансирована фотопленка. Отрицательное значение указывает на отрицательный сдвиг, т. е. на необходимость увеличения величины в миредях, и для этого потребуется синий светофильтр (серия В). Если получится результат с положительным значением, нужно воспользоваться оранжево-розовым (серия R) светофильтром. Например, при экспонировании цветной пленки, предназначенной для дневного света, при свете лампы «Фотофлуд» (5500 и 3400 К соответственно) сдвиг по шкале миред будет 182—294, т. е. —112. Это указывает на то, что цветовая температура источника света слишком низка и еле воспользоваться светофильтром В11 (синим).

Эквиваленты цветовой температуры в миредях

К	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1 000	1000	909	833	769	714	667	625	582	556	526
2 000	500	476	455	435	417	400	385	370	357	345
3 000	333	323	313	303	294	286	278	270	263	256
4 000	250	244	238	233	227	222	217	213	208	204
5 000	200	196	192	189	185	182	179	175	172	169
6 000	167	164	161	159	156	154	152	149	147	145
7 000	143	141	139	137	135	133	132	130	128	127
8 000	125	124	122	120	119	118	116	115	114	112
9 000	111	110	109	108	106	105	104	103	102	101
10 000	100	99	98	97	96	95	94	93	93	92
11 000	91	90	89	89	88	87	86	85	85	84
12 000	83	83	82	81	81	80	79	79	78	78
13 000	77	76	76	75	75	74	74	73	72	72
14 000	71	71	70	70	70	69	68	68	68	67
15 000	67	66	66	65	65	65	64	64	63	63
16 000	63	62	62	61	61	61	60	60	60	59
17 000	59	58	58	58	57	57	57	56	56	56
18 000	56	55	55	55	54	54	54	53	53	53
19 000	53	52	52	52	52	51	51	51	51	50



Номограмма со шкалой миред для перехода от источников света с одной цветовой температурой к источникам света с другой цветовой температурой.

Этот же (J имеет также обозначение «Рэтген» (или «Кодак») 80B. Кратности таких коррекционных светофильтров синей серии в общем выше, чем у фильтров красной серии для данного сдвига по шкале миред, но в пределах каждой серии кратность фильтра прямо зависит от сдвига по шкале миред.

Сдвиги по шкале миред достаточно точны для целей общей фотографии. Производители фильтров для удобства в работе предоставляют таблицы цветowych температур в миредах.

Эти таблицы служат для перевода цветowych температур источников света и помогают подбирать необходимые светофильтры. Единственное, что необходимо помнить — сдвиг по шкале миред является постоянной величиной для любого данного светофильтра независимо от источника света.

**Цветобалансирующие (коррекционные) светофильтры**

Цветовая температура не всегда достаточна, чтобы охарактеризовать качество источников света, особенно когда это касается их применения в науке или технике. Более детализированную и точную информацию несет кривая спектрального распределения энергии, которая выражает зависимость интенсивности энергии от длины волны. Максимум кривой спектрального распределения энергии полуденного солнечного света (5500K) располагается в области зеленого света, а в областях синефиолетового и красного света кривая понижается. У электронной фотовспышки кривая менее «плавная», как и у других подобных источников света.

Рассматривая фильтры для черно-белой фотографии, мы узнали, что путем сравнения кривых спектральной чувствительности пленок при определенных условиях освещения и кривых

спектрального пропускания светофильтров можно подобрать светофильтр для достижения определенного эффекта. Теоретически, приводя цветовую температуру источника света в соответствие с фотопленкой (с помощью подходящего светофильтра, подобранного по шкале миред), эту задачу можно легко решить. Однако на практике, к сожалению, это не так просто. Метод использования цветобалансирующих фильтров достаточно хорош для обычной фотографии, но для точных научных исследований и для применения в технике он не всегда подходит из-за нежелательных погрешностей. Причина заключается в том, что кривые спектральной чувствительности пленок разных типов и разных фирм заметно различаются; фильтры разных фирм также имеют сильно отличающиеся друг от друга кривые пропускательной (или поглощательной) способности. Характеристики и тех и других не обязательно соответствуют теоретическим кривым. Производители пленок обычно рекомендуют для получения желаемого эффекта применять определенный тип и марку фильтра с определенной пленкой.



Сложность проблемы нетрудно себе представить: спектральная чувствительность фотопленок часто изменяется для компенсации недостатков цветовых красителей, из которых формируется конечное изображение; нет ни одной пленки, которая бы всегда точно воспроизводила все цвета; характеристики пропускания светофильтров одного и того же типа различаются не только от фирмы к фирме, но и от партии к партии. Поскольку цель производителей пленок заключается в удовлетворении запросов покупателей, которые продолжали бы приобретать именно их продукцию, рекомендации фирм о комбинациях пленка — фильтр являются обычно оптимальными для всех средних условий. Однако личное восприятие цвета и оценки окончательного качества могут отличаться. Исходя из собственного опыта, покупатель может выбрать другие комбинации.

Крайняя слева  
Фотография, снятая при искусственном освещении на пленке для дневного света, без светофильтра. Слева. То же, но со светофильтром 80 В.

В ряде случаев могут возникнуть серьезные проблемы, если необходим значительный сдвиг для приведения определенного источника в соответствие с определенной пленкой. Типичные примеры — использование пленки для дневного света при искусственном освещении и пленки для искусственного освещения при дневном свете. С пленками, сбалансированными для источников света 5500 и 3200К можно использовать светофильтр В13 (80А).

Крайняя слева  
Фотография, снятая на пленке для искусственного освещения при дневном свете без светофильтра. Слева. То же, но со светофильтром 85.



Два типа светофильтров, используемых для коррекции цветового баланса

Цвет	Номер фильтра	Увеличение экспозиции, число ступеней	Переход, К	Сдвиг по шкале миред
Конверсионные фильтры «Кодак» для цветных пленок				
Синий	80A	2	3200→5500	-131
	80B	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	3400→5500	-112
	80C	1	3800→5500	-81
	80D	1/3	4200→5500	-56
Янтарный	85C	1/3	5500→3800	+81
	85	2/3	5500→3400	+112
	*85N3	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5500→3400	+112
	*85N6	2 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5500→3400	+112
	*85N9	3 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5500→3400	+112
	85B	2/3	5500→3200	+131
	*85BN3	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5500→3200	+131
	*85BN6	2 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5500→3200	+131

Цветобалансирующие (коррекционные) фильтры «Кодак»

			Переход к		
			3200 К	3400 К	
Синий	82C+82C	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	2490	2610	-89
	82C+82B	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	2570	2700	-77
	82C+82A	1	2650	2780	-65
	82C+82	1	2720	2870	-55
	82C	2/3	2800	2950	-45
	82B	2/3	2900	3060	-32
	82A	1/3	3000	3180	-21
	82	1/3	3100	3290	-10
Янтарный	81	1/3	3300	3510	+9
	81A	1/3	3400	3630	+18
	81B	1/3	3500	3740	+27
	81C	1/3	3600	3850	+35
	81D	2/3	3700	3970	+42
	81EF	2/3	3850	4140	+52

\* Фильтры объединены с фильтрами нейтральной плотности для уменьшения экспозиции фотопленки. Предназначены главным образом для кинокамер, диафрагма объектива которых не может быть закрыта слишком сильно. Применимы также и в обычной фотографии, если необходимо использовать преимущества небольшой глубины резкости, поскольку эти фильтры уменьшают количество света, достигающего фотопленки, без изменения диафрагмы.

Его главное назначение — поглощение излишнего красного излучения источника. Кратность этого фильтра высока, около 3'/dX, и с малочувствительной пленкой (такой, как «Кодахром 25») возникает реальная угроза отклонения от закона взаимозаменяемости (с. 173).

Применение пленки, предназначенной для искусственного освещения, с оранжево-розовым светофильтром (серия R) с целью экспонирования ее при дневном свете создает меньше проблем. Во-первых, этот фильтр имеет меньшую оптическую плотность, чем синий, так как последний содержит более высокие концентрации красителя. Его кратность (1<sup>2</sup>/<sub>3</sub>X) более удобна. Кроме того, интенсивность дневного света всегда выше, чем искусственного освещения, что позволяет применять более короткие выдержки и малые диафрагмы. Стоит упомянуть о том, что многие фотографы, вынужденные использовать одну и ту же пленку и днем, и при искусственном освещении, предпочитают обрабатываемую фотопленку

для искусственного освещения в тех случаях, когда можно воспользоваться ее максимальной эффективной светочувствительностью без фильтра. В связи с богатой цветопередачей пленки этого типа применение ее со светофильтром позволяет получить более приятные результаты. Следует напомнить еще раз, что речь идет о цветной обрабатываемой пленке, а не о цветной негативной пленке. Для последней, как правило, коррекция с помощью фильтра не нужна, если съемка ведется при искусственном освещении (по крайней мере для сюжетов, имеющих контраст от слабого до нормального). Однако даже с этим материалом при использовании неподходящего источника света фотографическая широта сильно сокращается. Цветные негативные фотопленки для профессиональных целей выпускаются сбалансированными как для дневного, так и для искусственного освещения.

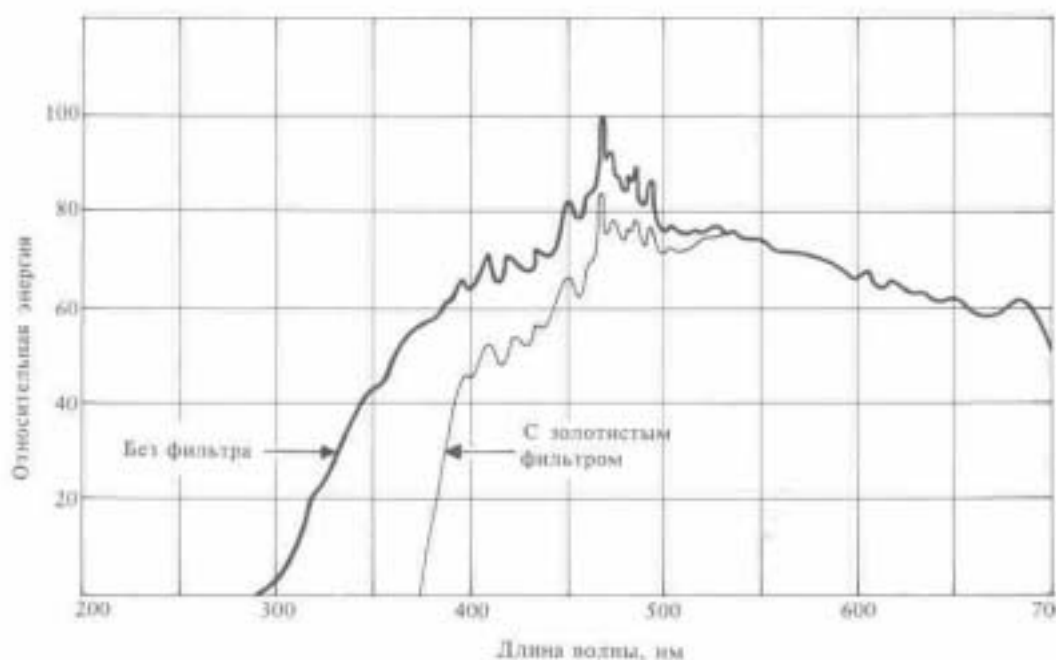
**Искусственные источники света**

При рассмотрении искусственных источников света упоминались лампы «Фотофлуд» и студийные лампы. Разница между ними должна четко пониматься. «Фотофлуд» — перекальная фотолампа для любительской фотографии. Ее излучение отличается более высокой интенсивностью, и соответственно она имеет более высокую цветовую температуру по сравнению с бытовой лампой накаливания.

Известны лампы «Фотофлуд» двух типов: № 1 (275 Вт) и № 2 (500 Вт). Первая такого же размера, как бытовая 60-ваттная лампа, вторая — как 150-ваттная лампа. Срок службы этих ламп ограничен: 2—3 ч первой и 6—10 ч второй. Их цветовая температура 3400—3450 К. Студийные лампы имеют обычно значительно большие размеры, мощность самой маленькой из них 500 Вт. Срок службы студийных фотоламп значительно длиннее, обычно он составляет 50—500 ч. Они горят при несколько более низкой цветовой температуре, как правило, 3200 К.

По мере старения ламп уменьшается не только их мощность, но и снижается цветовая температура. У перекальных фотоламп, имеющих ограниченный срок службы, это снижение обычно умеренное (около 100 К, или 10 миред). Оно заметно только при сопоставлении фотоснимков, сделанных при свете

старой, отживающей свой срок лампы и новой лампы. Снимки, полученные при освещении старой лампы, становятся заметно «теплее» или краснее по сравнению со снимками, полученными с новой



Спектральное распределение энергии излучения электронной фотовспышки.

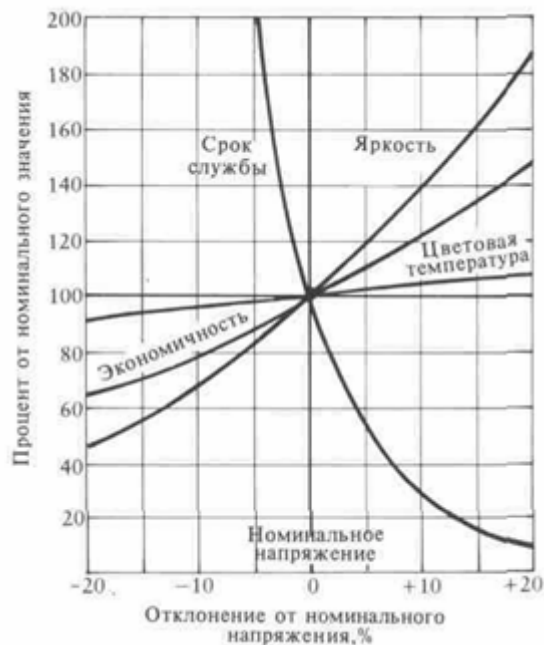
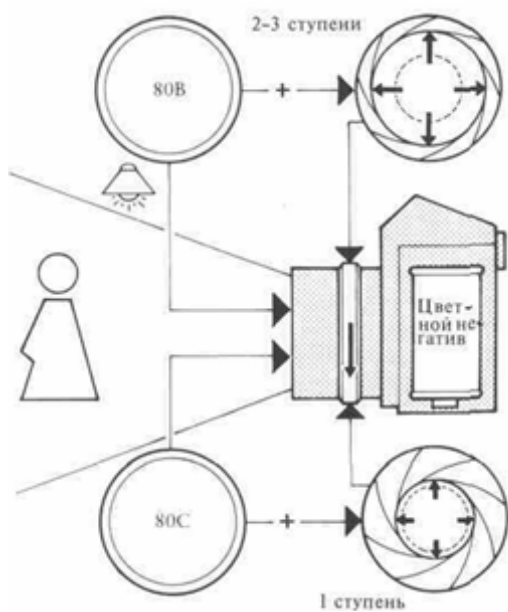
лампы. Теоретически это изменение можно было бы устранить подбором соответствующих фильтров и увеличением экспозиции. Но обычно гораздо меньше беспокойства причиняет простая замена лампы, как только появляется «сигнальный» коричневый налет на внутренней стороне стеклянной колбы в верхней ее части.

Рабочее напряжение в электросети также имеет важное значение. Если оно даже на несколько вольт выше номинального напряжения, на которое рассчитана лампа, она горит ярче и имеет более высокую цветовую температуру. При этом значительно снижается срок службы лампы. Возникает также серьезная опасность перегрева и взрыва колбы. Поэтому ни в коем случае нельзя эксплуатировать лампу при более высоком напряжении, чем то, которое на ней указано. С другой стороны, если напряжение сети меньше номинального для данной лампы, срок ее службы увеличится, но за счет снижения интенсивности света и заметного снижения цветовой температуры. Это может быть и не столь важно для черно-белой пленки, но для цветной пленки имеет существенное значение. Для компенсации таких отклонений может потребоваться значительная фильтрация. Применение фильтров влечет за собой увеличение экспозиции. Кроме того, у работающей при пониженном напряжении лампы снижается мощность, что неизбежно ведет к нежелательным большим экспозициям.

Вольфрамо-галогенные лампы. Хотя лампы «Фотофлуд» продолжают оставаться популярными у любителей-фотографов в связи с их дешевизной, в профессиональных студиях все чаще применяются вольфрамо-галогенные лампы. Лампы этого типа более дороги, чем традиционные лампы накаливания, но у них более длительный срок службы и более высокая цветовая температура (3400 К), одинаковая с температурой перекальных фотоламп. Они имеют также более компактную нить накаливания.

При экспонировании цветной негативной пленки для дневного света при искусственном освещении вольфрамовой лампой накаливания необходимо использовать трехкратный светофильтр 80 В. При низкой освещенности экспозиция будет очень длительной и возможны отклонения от закона взаимозаменяемости. Поэтому лучше использовать двукратный светофильтр 80 С.

Это значит, что прожекторы с такими лампами дают более «чистый» луч. Вольфрамо-галогенные лампы помимо инертного газа, заполняющего обычные лампы накаливания, содержат пары галогена — брома или иода. Пары «поглощают» молекулы вольфрама, испаряющиеся и оседающие на стенках лампы, и «возвращают» их нити накаливания, значительно удлиняя срок ее службы. Поскольку этот процесс будет протекать только при условии, что колба лампы очень горячая, она должна быть изготовлена из плавленого кварца, а не из стекла.



Изменение характеристик вольфрамовой лампы накаливания с изменением напряжения.

Отсюда ее другое название «кварц-галоген». Похоже, что вольфрамо-галогенное освещение становится стандартным во всех профессиональных фотолабораториях. Этот тип ламп начинает привлекать и любителей.

**Бытовые лампы накаливания.** Эти лампы не являются заменителями перекальных ламп «Фотофлуд» или студийных ламп, кроме отдельных случаев. Они обычно имеют малую мощность и испускают излучение низкой цветовой температуры (около 2800 К), значительно меньшей той, для которой сбалансированы цветные фотопленки. Конверсионный светофильтр для съемки на пленку дневного света должен обеспечивать сдвиг —182 миред при кратности более 8 X, в связи с чем требуется недопустимо длительная выдержка. При необходимости лучше использовать фильтр «Кодак 80 А» (—130 миред) и смириться с появлением на снимке персикового оттенка. Светофильтр для съемки на пленках, сбалансированных для ламп «Фотофлуд», должен иметь сдвиг —63 миред, что более приемлемо.

**Лампы-вспышки<sup>1</sup>.** Источник искусственного освещения, используемый главным образом любителями, хотя большие и мощные лампы-вспышки все еще применяются для специальных целей, таких, как фотографирование сцен автокатастроф на дорогах ночью и для других криминалистических работ. Все любительские вспышки имеют колбы с синим покрытием, что приближает их излучение к стандартному дневному свету. Поэтому их можно использовать для дополнительного освещения при фотографировании днем.

**Электронная вспышка.** Когда электрический разряд происходит в трубке с газом низкого давления, появляется яркая вспышка света. Характеристики этого свечения зависят от природы газа. Вспышка в атмосфере ксенона в смеси с небольшим количеством других благородных газов, таких, как аргон, дает спектральное распределение, очень близкое к спектральному распределению дневного света. При окраске прозрачного защитного кожуха или покрытия газоразрядной трубки сверхтонким слоем напыленного металла можно добиться того, что спектральные характеристики разряда станут точной копией дневного света (5500 К). Электронная вспышка испускает излучение очень высокой интенсивности и исключительно короткой продолжительности, обычно 0,1 — 1,0 мс. Она особенно необходима при фотографировании спортивных состязаний в помещении и при демонстрации мод, когда объект съемки может быстро перемещаться. Небольшие электронные вспышки стали столь недорогими, что вытесняют с рынка обычные лампы-вспышки, которые сейчас используются только для специальных целей. В частности, большинство современных «карманных» камер для моментальной съемки снабжено встроенными электронными вспышками, часто запрограммированными для автоматического срабатывания, когда света слишком мало для нормальной съемки.

<sup>1</sup> Имеются в виду вспышки одноразового действия, в которых сгорает металлическая фольга в атмосфере кислорода, подобные отечественной вспышке «Зеленоград». — Прим. ред.

**Другие источники.** Другие источники искусственного освещения, такие, как ртутные лампы и

флюоресцентные лампы, пригодны для обычной черно-белой фотографии, но только немногие из них подходят для съемки на цветные фотопленки, если важно точное воспроизведение цвета объекта. Ртутные лампы испускают свет, не содержащий красных лучей спектра. Поэтому с ртутной лампой даже со светофильтром нельзя получить полноцветного фотоснимка. Флюоресцентные лампы испускают излучение в видимой области спектра, но неравномерно. Это значит, что цветовые оттенки, полученные с их помощью, нельзя скорректировать нормальным путем с помощью светофильтров. Некоторые лампы испускают излучение, которое визуально напоминает излучение с определенной цветовой температурой, например «дневной свет» (6500 К) и «теплый белый» (3000 К). Необходимо подчеркнуть, однако, что это сходство только кажущееся. Нормальные фотометрические фильтры не обеспечивают правильное воспроизведение цвета при таком освещении. Правильная фильтрация для любой данной лампы может быть определена только экспериментальным способом. Однако некоторые рекомендации можно получить из приведенной ниже таблицы.

Производители светофильтров выпускают специальные фильтры для использования при съемке с флюоресцентными лампами. Они обычно называются FL-D (для пленок для дневного света) и FL-A (для пленок для искусственного освещения) и предназначены для флюоресцентных ламп «дневного света». Необходимо заметить, что лампы типа «теплые белые» разных производителей существенно отличаются друг от друга, и для них невозможно дать никаких общих рекомендаций, кроме рекомендации попытаться снимать на пленках для искусственного освещения со слабыми фильтрами. Можно также снимать на цветной негативной пленке, а ошибки в цветовом балансе исправлять на стадии печати.

Светофильтры и увеличение экспозиции для флюоресцентных ламп

Тип лампы	Фильтр для пленки для дневного света	Увеличение экспозиции, число ступеней	Фильтр для пленки для искусственного освещения	Увеличение экспозиции, число ступеней
Дневного света	40M+30Y	1	85B+30M+ +10Y	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>
Белая	20C+30M	1	40M+40Y	1
Теплая белая	40C+40M	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	30M+20Y	1
Теплая белая делюкс	60C+30M	1 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	10Y	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
Холодная белая	30M	2 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	50M+60Y	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
Холодная белая делюкс	30C+20M	1	10M+30Y	2 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>

Фотографии, сделанные при освещении флюоресцентными лампами без светофильтра и с светофильтром типа FL—D (внизу)

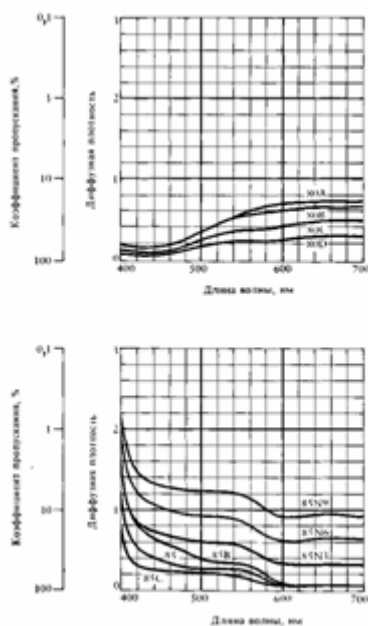


### Кратность светофильтров и цвет

Черно-белые пленки допускают значительную широту экспозиции (т. е. имеют большую фотографическую широту). Если кратность светофильтра определена неправильно, с отклонением до одной ступени в ту или другую сторону, фотоснимок не будет испорчен, хотя ожидаемый эффект может быть и не достигнут. В частности, если снимок сделан с передержкой, эффект от применения фильтра снижается, если — с недодержкой, то эффект чрезмерно усиливается. Иначе обстоит дело с цветными пленками, по крайней мере с цветными обрабатываемыми фотопленками, у которых очень маленькая допустимая широта экспозиции. Даже такие незначительные погрешности в экспозиции, как одна треть ступени, могут быть заметными. Недодержка приводит к общей высокой оптической плотности, хотя полная цветовая насыщенность сохраняется. Передержка дает, наоборот, недостаточно плотное, чрезмерно прозрачное изображение и вызывает уменьшение насыщенности цветов. Поэтому не только очень важно точно рассчитать кратность используемого фильтра, но столь же важно, чтобы экспозиция без светофильтра также была определена правильно. Показания разных фотоэкспонетров немного отличаются друг от друга, а длительности выдержек у разных затворов, особенно дешевых или старых фотоаппаратов, могут отличаться значительно сильнее. Если имеются сомнения относительно работы затвора вашего

фотоаппарата, проведите испытание. Нужна фотопленка обычной длины. Прежде чем ее зарядить, спустите затвор несколько раз, чтобы механизм разработался и экспозиция стала устойчивой. Сделайте серию экспозиций, используя диапазон диафрагм согласно показаниям экспонометра, скажем  $1/8$  с при диафрагме 22,  $1/16$  с при диафрагме 16,  $1/32$  с при диафрагме 11 и т. д. Сделайте вторую и третью серии экспозиций соответственно на полступени и ступень в сторону увеличения, затем четвертую и пятую серии на полступени и ступень в сторону уменьшения. Проявив фотопленку, вы немедленно выясните, дает ли затвор вашего фотоаппарата устойчивые значения выдержек и правильно ли вы выбрали значение светочувствительности пленки.

Наиболее точная проба для проверки правильности экспозиции цветного диапозитива очень проста. Положите диапозитив эмульсией вниз на лист белой бумаги и исследуйте изображение. Самые прозрачные места («высокие света», но не блики от металлических поверхностей) должны быть только слегка завуалированы, на светлых тонах должны хорошо различаться детали. Если диапозитив темноват, его можно использовать, если у вас есть мощный проектор и хорошее затемнение. Некоторые считают, что диапозитив, недодержанный на полступени, имеет более богатые краски, чем правильно экспонированный диапозитив (не каждый с этим может согласиться). Диапозитив, чуть более светлый, чем нормальный, скажем переэкспонированный на полступени, будет, конечно, менее насыщен. Однако, если у проектора очень длинное проекционное расстояние или если обеспечить хорошее затемнение невозможно, лучше использовать более светлый диапозитив. Однако в этих условиях в любом случае вы не сможете получить картину высокого качества. Если после изучения слайдов вы решите, что один слайд из всей серии дал лучший результат, чем экспонированный по показаниям экспонометра, измените установку светочувствительности пленки на экспонометре на одно значение выше (при темном диапозитиве) или на одно значение ниже (при светлом диапозитиве).



Спектральное поглощение конверсионных светофильтров серии 80 (синие) и серии 85 (янтарные).

<sup>1</sup> Любые экспозиционные пробы на цветных обрабатываемых пленках имеют смысл и дают полезную для практики информацию только при полной стандартизации процесса обработки, от которого качество снимка зависит не меньше, чем от небольших изменений экспозиции.— *Прим. ред.*

Возможно, вы сочтете необходимым внести изменения в экспозицию также в зависимости от контраста объекта съемки. При съемке очень контрастных сюжетов может потребоваться сокращение экспозиции до половины ступени, чтобы исключить полную потерю цвета («выбеливание») ярких световых пятен. Изменения экспозиции могут потребоваться и для сюжетов, имеющих главным образом темные цвета. В обоих случаях потребность в таких изменениях обусловлена тем, что фотоэкспонометр измеряет среднюю яркость сцены и калиброван для среднесерого тона. Аналогично, если объект слабоконтрастный или состоит главным образом из светлых тонов, лучший результат получится при прибавлении полступени к показаниям экспонометра. Если у вас имеется отдельный фотоэкспонометр, используйте его для измерения по методу падающего света. Чтобы измерить экспозицию этим методом (который *всегда* позволяет

определить правильную экспозицию независимо от соотношения яркостей в сюжете), поставьте на окошечко фотоэлемента опаловый рассеиватель, положите экспонометр на объект съемки (или поместите в условия одинаковой с ним освещенности, если объект удален), направьте экспонометр в сторону фотоаппарата (но *не* на источник света) и получите необходимые данные об экспозиции. Этот метод не обязателен для цветной негативной пленки, к которой применимы обычные способы измерения экспозиции практически для любого сюжета. Фотографическая широта такой пленки допускает небольшие отклонения от правильной экспозиции.

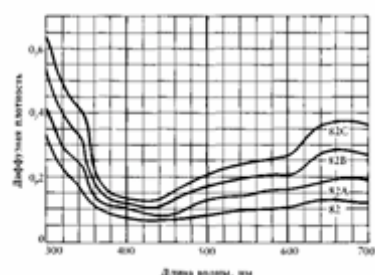
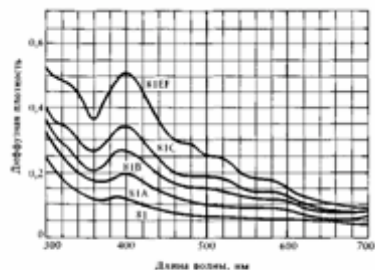
Кратности коррекционных фильтров определить намного легче, чем фильтров для черно-белой фотографии, так как спектральная чувствительность фотоматериала и характеристики освещения (качество света) очень слабо влияют на саму кратность. Если вкрадется какая-нибудь неточность, небольшие отклонения можно устранить, прибегнув к описанным выше испытаниям. Хотя для заданного сдвига по шкале миред светофильтры синей серии имеют более высокую кратность, чем фильтры красной серии, сама кратность зависит от точной величины сдвига в мире-дах, что следует учитывать при использовании светофильтров разных фирм. Если фильтры используются в комбинации для получения определенного сдвига по шкале миред, нужно помнить, что, в то время как их значения в миредах суммируются, кратности фильтров перемножаются. Кратность слабого фильтра,

используемого без других фильтров, часто не принимается в расчет, но при использовании его в комбинации с другими фильтрами его кратность должна быть учтена.

Когда для получения промежуточных значений сдвига подбираются в комбинации светофильтры из синей и красной серий, сдвиг по-прежнему определяется как алгебраическая сумма индивидуальных сдвигов (т. е. с учетом знака). Комбинаций светофильтров следует по возможности избегать, поскольку чем больше фильтров в комбинации, тем больше дополнительных отражающих поверхностей.

<sup>1</sup> Напомним, что среднесерым считается сюжет со средней по площади отражательной способностью 18—20%.— *Прим. ред.*

Спектральное поглощение коррекционных светофильтров серии 81 (нежный оранжево-розовый, положительный сдвиг по шкале миред) и серии 82 (синий, отрицательный сдвиг по шкале миред).



Дело несколько упрощается, когда фильтры имеют просветляющие покрытия. Если же таких покрытий нет, кратность должна быть увеличена примерно на 10% на каждый используемый светофильтр, а число светофильтров в комбинации не должно быть более двух одновременно. Предпочтительнее обеспечить не совсем точный сдвиг по шкале миред (немного больший или немного меньший), чем добавлять третий фильтр.

В отличие от черно-белой фотографии, где экспонетрическими отклонениями кратности от одной четверти до одной трети ступени можно вообще пренебречь, при съемке на цветные обрабатываемые пленки даже такие маленькие отклонения могут вызвать значительные изменения. Если фотоаппарат имеет встроенный экспонометр со шкалой, градуированной в долях ступени, вы можете использовать его для определения совершенно точной экспозиции. При работе с фотоаппаратом системы ТТЛ экспозицию можно измерять при надетом на объектив фильтре красной серии, но если аппарат не совсем новый, то для фильтров синей серии поправку к экспозиции целесообразнее устанавливать вручную. Из

финансовых соображений (а также из-за отсутствия места в вашей сумке для аппаратуры) вы можете ограничиться небольшим числом коррекционных фильтров. Если вы снимаете только при дневном свете, возможно будет достаточно иметь по два светофильтра каждой серии, например R1,5 и R3, а также B2 и B4. Дополнительно было бы полезно иметь конверсионные фильтры B12 и R12, позволяющие использовать пленки для дневного света при освещении лампами «Фотофлуд» и пленки для искусственного освещения при дневном свете. Производители светофильтров редко выпускают каждый тип светофильтра в полной серии, ограничиваясь четырьмя-пятью слабыми и одним-двумя более плотными фильтрами. Этого обычно вполне достаточно, так как для увеличения оптических плотностей можно пользоваться комбинациями фильтров того же или противоположного цвета.

Не обязательно пользоваться только теми фильтрами, которые дают точный сдвиг по шкале миред согласно расчету, особенно если в вашем распоряжении есть ограниченное число светофильтров. Для некоторых расчетных поправок могут потребоваться три или более фильтра, что совершенно нежелательно с практической точки зрения. Достаточно округлить значение до ближайшей десятки (т. е. 137 можно округлить до 140 или 130 в зависимости от того, что удобнее). Если у вас возникли сомнения, стремитесь к получению результата, не столько теоретически правильного, сколько удовлетворяющего требованиям правильной цветопередачи.



### Искажения цвета

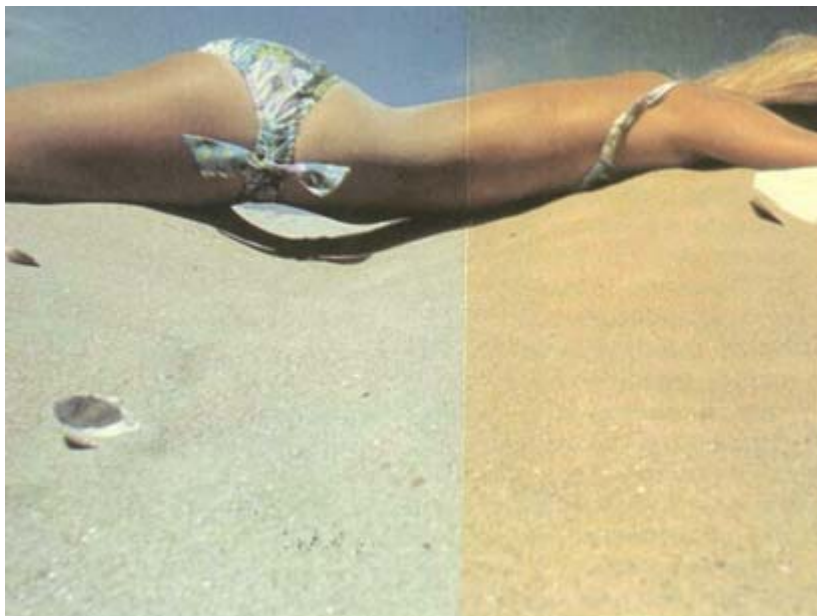
Некоторые искажения цвета могут быть сразу и не обнаружены. Типичный пример — фотография, снятая при дневном свете в пасмурную или дождливую погоду. В этом случае может появиться общий синий оттенок, который придает снимку слишком «холодный» колорит. Применение слабого светофильтра красной серии R1,5 или R3 помогает избежать этого оттенка. Конечно, применение фильтров не восполняет недостаточную насыщенность, неизбежную при таком освещении. Рано утром, поздно после полудня и в другое время при слабом солнечном свете появляется общий красноватый оттенок. Компенсация светофильтром с «правильным» значением в миредах может уничтожить общую теплоту сцены, но при этом опять внести в нее отпечаток холода.

Снежный покров отражает значительную долю ультрафиолетового излучения

Опыт вскоре подскажет вам наилучший компромисс. В тех случаях, когда только часть сюжета получает паразитный оттенок (например, от отражений от близкорасположенного объекта), применение светофильтра

для исправления этого оттенка может повлиять на другие части снимка, не имеющие такого оттенка.

Было бы идеально прикрыть фильтром только ту часть объектива, которая формирует затронутую часть изображения. Если этого нельзя сделать, стремитесь к тому, чтобы главный объект съемки не получил нежелательных оттенков, т. е. измените границы изображения, сменив объектив на более длиннофокусный, подойдите ближе, измените композицию картины или найдите другую позицию для съемки. Оттенки на второстепенных затененных частях обычно менее заметны, чем оттенки на главном объекте. Стремитесь к тому, чтобы тон кожи, зубов, белой одежды был правильным и не имел оттенков, поскольку они наиболее заметны на светлых частях фотографии.



Левая часть фотографии сделана без светофильтра, правая — со светофильтром для исправления света неба *Кокэн*.

Не все оттенки нуждаются в корректировке. Оттенок может сообщить живописный эффект или придать настроение фотографии. Убрать его, — значит, разрушить этот эффект. Если оттенок вызван отражением, блеснувшим в момент фотографирования, будет более естественным включить его в сюжет, не применяя фильтров. Что может быть естественнее любящегося ярким желтым лютиком ребенка с желтым оттенком цветка или розоватым отсветом костра на его лице? Все такие оттенки

являются частью общего живописного сюжета и должны быть зафиксированы. Отражения, созданные светом неба, имеют синий цвет. Эта голубизна дополняет красочное великолепие одной части сюжета и может приятно контрастировать с застывшими белыми стенами другой его части. Поэтому, рассматривая оттенки и их действие, необходимо различать, какие из них естественные, а какие неестественные, какие общие, а какие местные. Неестественные оттенки могут быть навязчивыми, в то время как естественные оттенки приятны и порой необходимы. В некоторых случаях даже «неестественный» оттенок может быть красочным. В общем только синие оттенки мешают больше всего. За исключением псевдолунного и других специальных эффектов, общий синий оттенок раздражает наблюдателя, который находит его беспокойным и неестественным. Красные и желтые оттенки воспринимаются с большей терпимостью. Зеленые оттенки, например от света, пробивающегося сквозь густую листву, менее приятны, но они встречаются редко.



<sup>1</sup> Общий оттенок (для отечественной оптики — обычно слегка голубоватый) может зависеть и от характеристик спектрального пропускания объектива, поэтому при особенно тщательной цветопередаче приходится учитывать и это обстоятельство.— *Прим. ред*

Снято с поляризационным светофильтром *Фрэнк Питере*

### Ультрафиолетовые светофильтры для цветной фотографии

Цветные фотопленки, как и черно-белые, чувствительны к ультрафиолетовому излучению. Но в отличие от черно-белых пленок, регистрирующих ультрафиолетовое излучение серыми тонами, которые затемняют (вуалируют) детали сюжета, цветные фотопленки регистрируют его как общий синий оттенок (еще один пример этого вредного оттенка!). И что еще хуже, цветная фотопленка регистрирует это излучение не только как фиолетовый цвет. Ультрафиолетовые лучи засвечивают весь слой эмульсии, чувствительный к синему, по существу треть всей цветочувствительной части пленки. А для человека это излучение невидимо.

Ультрафиолетовый фильтр, используемый обычно с цветными пленками (типичный пример — «Кодак 2В»), имеет светло-соломенный цвет. Он идеален для поглощения ультрафиолетовых лучей на большой высоте и при других условиях с глубоким синим небом. К сожалению, светло-соломенный светофильтр, используемый как фильтр общего назначения, может вызвать нежелательные эффекты, особенно в сочетании с объективами (или) цветными пленками, склонными к слегка «холодному» воспроизведению цветов. Некоторые из особенно популярных цветных пленок известны своим холодным воспроизведением цветов. С другой стороны, существуют объективы и фотопленки, которые

дают «теплое» воспроизведение. Фильтры соломенного цвета в этом случае просто идеальны для восстановления нейтральной цветопередачи.

В местностях, где погода часто бывает облачной или туманной, многие фотографы предпочитают пользоваться другим типом съемочного фильтра для ослабления действия атмосферной дымки. Называется он *фильтром для коррекции света неба*. Цвет его бледно-розовый. Этот светофильтр также поглощает ультрафиолетовое излучение. Типичными фильтрами такого типа являются «Кодак 1А» и «Кодак 1В». Последний наиболее интенсивно поглощает в зеленой области спектра. Он также пригоден для фотографирования сюжетов на открытом воздухе с преобладанием травы, листвы, деревьев, которые могут создавать сложности, особенно в портретной фотосъемке под открытым синим небом. Фильтр также смягчает холодное воспроизведение цветов некоторыми объективами и цветными фотоэмульсиями. Фильтры для коррекции света неба не устраняют дымки, они только поглощают излишнее синее излучение. Полностью прозрачный бесцветный ультрафиолетовый светофильтр можно также использовать с цветными фотоэмульсиями. Он устраняет влияние дымки при фотографировании отдаленных ландшафтов, не влияя на какие-либо цвета или на характеристики оптической системы и фотоэмульсии.

### **Поляризационные светофильтры и фильтры нейтральной плотности**

Поляризационные и нейтральные светофильтры столь же полезны в цветной фотографии, как и в черно-белой. Действительно, при необходимости любой из них предоставляет единственную возможность решения определенной экспозиционной проблемы, например помогает управлять на снимке воспроизведением одной большой по площади части сюжета (такой, как небо), не влияя на другие его части. Оттененный фильтр нейтральной плотности в этом случае может также оказаться очень полезным. Нейтральные фильтры при съемке на цветные пленки должны быть действительно нейтральными, иначе появится общий оттенок. Некоторые виды таких фильтров имеют легкую окраску. Воздержитесь от использования таких светофильтров с цветными фотоэмульсиями.

Поляризационные светофильтры при цветной съемке ослабляют или устраняют блики от неметаллических поверхностей. Это их свойство можно использовать для управления солнечными бликами от капель воды на листьях деревьев или на покрытой росой лужайке. Капли воды могут отражать также синий свет неба, вызывая общий синий оттенок на фотоснимке. Вращая поляризационный светофильтр (когда вы смотрите сквозь него), вы увидите, что цвет солнечных бликов изменяется от синевато-зеленого до желто-зеленого. Более теплый оттенок часто считается в обычной фотографии более привлекательным. Однако при съемках снега или для получения снимков «под лунное освещение» усиливающие эффект синие блики более предпочтительны. Притемнение синего неба, достигнутое с помощью правильно ориентированного поляризационного светофильтра, может оказать существенное влияние на настроение цветной фотографии. Этот эффект не только оживляет небо (пустое и безоблачное без светофильтра, что испортило бы ландшафтный снимок), но и обогащает цветопередачу дополнительной насыщенностью.

Важно, что притемняя небо, поляризационный светофильтр не влияет на воспроизведение других частей фотографируемой сцены. Они передаются на снимке в естественных тонах.

Кратность большинства поляризационных светофильтров составляет примерно  $3/4$ . Поэтому увеличение нормальной экспозиции на  $1/3$  ступени дает правильную экспозицию. Ориентировка светофильтра в целом не действует на сюжет, поскольку его влиянию подвергаются только самые яркие детали (они не будут «выбеленными»). Тем не менее иногда важно измерить экспозицию при надетом поляроиде, что позволяет учесть желаемый эффект, например, когда объект съемки освещен поляризованным светом или содержит его. При измерении экспозиции фотоэкспонетром сквозь светофильтр учитывается и отраженный свет. Если у вашей камеры экспонетрическая система TTL, использующая принцип разделения луча, необходимо провести проверку, описанную на с. 82, чтобы убедиться, не влияет ли поляризационный светофильтр на показания фотоэкспонетра.

## **Светофильтры для достижения особых эффектов**

Фильтры для получения особых эффектов неожиданно вызвали повышенный интерес фотографов. Этот интерес возник с появлением системы окрашенных фильтров из полимеров и специальных насадок, предложенных французским фотографом Луи Кокэном. Профессиональные фотографы всегда широко использовали возможности светофильтров и других оптических приспособлений для достижения специальных «художественных» эффектов.



Способы достижения этих эффектов обычно держались в секрете вследствие жесткой конкуренции в рекламной и коммерческой фотографии, а также в фотографии мод. Предлагая свою систему фильтров для достижения особых эффектов, Кокэн популяризовал ее, издав богато иллюстрированный буклет, в котором были наглядно представлены разнообразные художественные результаты и подробно объяснялось, каким образом они достигаются.



Это вызвало значительный интерес среди фотографов-любителей, жаждущих испытать новые приемы и приспособления. Вслед за Кокэном и другие производители начали выпускать собственные варианты таких светофильтров, в основном идентичные системе Кокэна по назначению, способу применения, устройству и достигаемым результатам, но отличающиеся по размерам.

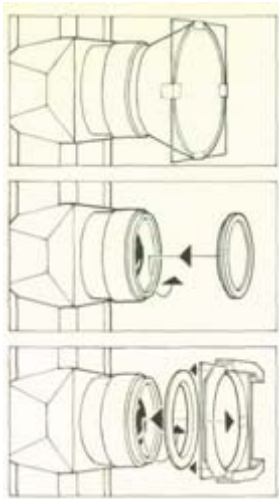
#### **Компендиум (набор светофильтров)**

Каждая из подобных систем фильтров укомплектована универсальным фильтродержателем, предназначенным исключительно для данной системы. Держатель присоединяется к объективу с помощью сменного адаптерного кольца, которое ввертывается на резьбе в переднюю часть оправы объектива. В продаже имеются адаптерные кольца всех распространенных размеров. Не имеющим резьбы концом адаптерное кольцо вставляется в заднюю часть фильтродержателя, который можно поворачивать для получения вертикальных и горизонтальных кадров. Фильтродержатель имеет два типа прорезей — для квадратного светофильтра и насадки для особых эффектов. Большинство квадратных фильтров, применяемых в таких системах, имеет размеры сторон 75—80 мм. Поляризационные фильтры и насадки, которые приходится вращать, заключаются в круглые оправы и защелкиваются пружинками, изготовленными, как и фильтродержатель, из легкой пластмассы. Несмотря на кажущуюся громоздкость, масса большинства таких фильтродержателей, включая адаптерное кольцо, не превышает 25 г. Сами фильтры изготовлены из синтетических полимерных материалов оптического качества и имеют массу около 10 г. Они значительно более удобны, чем стеклянные фильтры в металлических оправках, которые не только более тяжелы, но и обычно более дороги и, кроме того, пригодны только для объективов с одним размером присоединительной резьбы.



Благодаря своей форме основной фильтродержатель является также и солнечной блендой, хотя в некоторых системах имеются также дополнительные бленды. Это еще более снижает стоимость такой системы. В комплект по крайней мере одной системы помимо фильтров входит набор масок и виньеток (каше), которые также можно применять для создания специальных эффектов (с. 155). Преимуществом подобной системы является то, что фотографу нужны лишь один набор светофильтров, один фильтродержатель и по одному адаптерному кольцу для каждого из объективов, имеющих разные диаметры. Многие фотографы пользуются набором объективов с различными фокусными расстояниями, а адаптерные кольца относительно дешевы. Такой способ присоединения позволяет также применять одну и ту же систему светофильтров с камерами различных форматов, так что эффект, полученный на одном формате, может быть с уверенностью повторен на другом.

Почти все светофильтры, предназначенные для таких систем (или как их сейчас называют — компендиумов), изготовлены из синтетических полимеров оптического качества либо прокрашенных по всей массе, либо бесцветных с поверхностным покрытием.



Способы крепления светофильтров **Вверху**. Желатиновый или ацетатный светофильтр, закрепленный на солнечной бленде кусочками клейкой ленты **В центре**. Светофильтр в оправе, ввертываемой в переднюю часть объектива **Внизу**. Фильтродержатель компендиума

Преимущество объемной прокраски заключается в том, что царапины и другие подобные дефекты не мешают фильтрации, и действие фильтра поэтому не ослабляется. Кроме того, легче добиться и быстро проконтролировать точный оттенок светофильтра добавлением красителей до достижения требуемых характеристик. Обращаться с светофильтрами следует очень осторожно, чистить их лишь мягкой кистью, тканью для чистки объективов или с помощью специального жидкого очистителя. Большинство этих фильтров долго сохраняется в хорошем состоянии, и, если на них появились загрязнения или отпечатки пальцев, их можно просто промыть в теплой воде с добавлением небольшого количества жидкого моющего средства. Не рекомендуется протирать сухую поверхность фильтра, это вызовет появление электростатического заряда, и на фильтре соберется пыль.

Кроме уже рассмотренных стандартных фильтров, используемых для коррекции в черно-белой и цветной фотографии, большинство так называемых творческих систем светофильтров включает также бленды, объединители, оттенители и различные другие приспособления, в том числе фильтры с прозрачной центральной зоной и (или) матовым окружающим полем, диффузные насадки для смягчения резкого изображения и дымчатые фильтры различной оптической плотности. Компендиумы не только позволяют удобно, экономично и эффективно использовать различные фильтры, но и представляют собой очень гибкую систему фильтров для достижения общих и местных эффектов путем комбинирования двух и более фильтров как совместно с поляроидами, диффузными насадками, умножающими призмами или приспособлениями для получения цветных ореолов, так и без них.

#### Достижение различных эффектов

До сих пор мы в основном рассматривали способы точного воспроизведения объекта с учетом различий в характеристиках фотопленки и человеческого глаза с целью достижения глубокой выразительности фотографического изображения. Эти способы вполне удовлетворяют нас в подавляющем большинстве фотографических работ: при съемке портретов, пейзажей, натюрмортов, архитектурных композиций, при копировании документов и т. п. Однако следует признать, что фотография является также творческим средством самовыражения и к ней прибегают многие современные художники. Педанты могут отвергать какие бы то ни было ухищрения, однако без них не обходится современная фотография. В черно-белой фотографии фотографы из года в год применяют светофильтры для усиления контраста между различными оттенками зеленого цвета, достижения драматического эффекта от облачности с помощью оранжевого фильтра и даже эффекта лунного освещения при съемке с недодержкой через красный фильтр. Разве неоправданно желание фотографа изменить цвет неба или тон кожи, исказить или умножить изображение?

Допустим, вы снимаете с низкой точки темную скульптуру на фоне ясного неба. Если вы выберете полную экспозицию, то детали скульптуры проработаются, но небо окажется пустым и невыразительным. Однако стоит вам воспользоваться каким-либо цветным светофильтром, и небо станет эффектно окрашенным обрамлением скульптуры, дополняющим ее изображение или даже контрастирующим с ним по настроению, что придаст снимку большую выразительность. Можно уменьшить экспозицию и получить изображение скульптуры в виде силуэта на фоне более темного неба. Добавьте красный светофильтр, и эффект станет поистине драматическим. Замените красный фильтр на синий, и вы добьетесь эффекта ночного изображения. Съемка сквозь зеленый светофильтр даст эффект почти из области научной фантастики. Для достижения наилучших результатов в таком эксперименте выберите для съемки сюжет высокого контраста или с четкими линиями, причем чем проще, тем лучше.

Снято с красным светофильтром

*Фрэнк Питере*



С другой стороны, бледные пастельные тона могут придать мягкое и романтическое настроение портретам, ландшафтам и морским пейзажам. Объединяя такие тона с эффектом от диффузной насадки, можно смягчить («размыть») даже самое резкое, контрастное освещение. Наиболее светлые части изображения тускнеют, а тени приобретают окраску. Вы можете сделать портреты в старинном стиле непосредственно на цветной пленке или сфотографировать черно-белый оригинал в цвете сквозь светофильтр табачного цвета или цвета сепии, чтобы придать

изображению привлекательный оттенок. Того же эффекта можно добиться, экспонируя цветную обрабатываемую пленку для дневного света при освещении лампами накаливания без светофильтров; прием можно использовать для фотографирования натюрмортов, включающих старинные вещи, и в портретной фотографии. Одновременное применение диффузной насадки придает портретам таинственные размытые очертания.

Фотографу средней квалификации трудно контролировать только часть фотоснимка. Иногда отдельная деталь в небе или на заднем плане может оказаться отвлекающей, уводящей внимание зрителя от главного объекта, как бы тщательно ни была выбрана композиция. Для подавления такой нежелательной информации существует только один выход — использовать нейтральный оттененный светофильтр, сохраняя первоначальное цветовое решение снимка. Бывает полезен и оттененный цветной фильтр, который или изменяет цвет фона, способствуя выделению объекта, или создает контраст, придавая объекту повышенную рельефность. Оптическая плотность оттененного фильтра увеличивается по его ширине от полной прозрачности до максимального значения плотности. Большинство таких светофильтров выполняется так, что оптически плотный участок занимает менее половины всей площади светофильтра; это исключает возможность деления изображения на две равные части. Изменяя положение окрашенной части светофильтра, можно управлять задним планом сюжета. Подобным приемом пришлось воспользоваться автору книги при фотографировании белых скал и серого моря. Композиция располагалась по вертикали с горизонтом за пределами верхней стороны кадра. Поскольку нужно было изобразить синее море и белые скалы для рекламного плаката туристического агентства, я поставил оттененный синий светофильтр таким образом, чтобы его прозрачная часть закрывала белые скалы, а постепенно уплотняющаяся синяя часть приходилась на море от пляжа и далее до края кадра. Снимок выглядел вполне естественно и очень привлекательно.

Кроме насыщенно окрашенных, пастельных и оттененных светофильтров, каждый из которых может использоваться в комбинации с другими фильтрами или с диффузными насадками и другими приспособлениями для особых эффектов, существуют также фильтры с бесцветным и прозрачным центральным кругом. Подобные фильтры выпускаются и с диффузным рассеивателем по всей фильтрующей поверхности. Применяя такой фильтр, вы должны совместить основной объект сюжета с прозрачной центральной частью фильтра. Такой светофильтр не только концентрирует внимание на главном объекте, но может использоваться для изменения настроения фотографии без искажения цветов самого объекта съемки. Действием фильтра можно в определенной степени управлять, изменяя величину ирисовой диафрагмы и фокусное расстояние объектива. При съемке короткофокусными объективами центральная часть изображения будет меньше и более резко выражена. При съемке длиннофокусными объективами центральная часть изображения увеличится, но будет иметь более размытые очертания. Во всех случаях чем меньше диафрагма, тем сильнее будет проявляться эффект ясного центра и размытого фона.

Если вы пользуетесь фильтрами для получения специальных эффектов, никогда не бойтесь экспериментировать. Многие выразительные художественные эффекты можно создать при правильном выборе сюжета и фильтра, отдельные комбинации которых могут показаться на первый взгляд совершенно неперспективными. Всегда делайте заметки для справок в будущем. Применяя светофильтры впервые, всегда избирайте экспозиционную «вилку», чтобы получить кадры с большими и меньшими экспозициями по сравнению с показаниями экспонометра. Когда используются светофильтры для особых эффектов, «правильных» экспозиций не существует, поскольку характер снимка зависит от эффекта, который вы хотите получить. Далеко не всегда удается предугадать конечный результат. Во многих случаях передержка при съемке на цветную обрабатываемую пленку приводит к частичной или полной потере эффекта от действия фильтра.



Остров Крит. Пейзаж при лунном освещении снятый на пленку для дневного света с длинной экспозицией

При измерении экспозиции через оттененный светофильтр полезно воспользоваться эмпирическим правилом, рекомендуемым экспонометра при слабоокрашенном светофильтре и на целую ступень при темноокрашенном светофильтре.

Фильтры для специальных эффектов применяются и со вспышками. Кроме уже описанных приемов, которые применимы для объектов, обычно фотографируемых со вспышками, можно также изменять цвет заднего плана сюжета, не влияя на передний

план, для чего рекомендуется два взаимно дополняющих светофильтра соединить друг с другом впритык.

## Методы многократного экспонирования

Множество скучных, монотонных снимков было оживлено совмещением их с другими снимками в одной рамке для слайдов. Это обычный способ наложения специально «отфильтрованного» неба или общего цветного фона с целью создания интересного или драматического эффекта. Вы можете, например, объединить в одной рамке слайды силуэта высоких железных ворот со слайдом одного только заката солнца, сфотографированного с темно-красным или темно-синим светофильтром. Можно достичь также необычных и привлекательных эффектов, используя разные светофильтры и совмещая две или несколько экспозиций на одном и том же кадре. Проще все же осуществлять отдельные экспозиции с каждым из выбранных светофильтров до тех пор, пока не будет достигнут задуманный эффект. Для этой цели фотоаппарат следует установить на штативе или аналогичной твердой опоре. Объект, конечно, должен быть неподвижным. Если у вас есть объектив с переменным фокусным расстоянием, можно попытаться воспользоваться другим приемом, изменяя размер изображения между экспозициями.



Аббатство Уитби. Снимок получен при комбинированной пересъемке вместе со слайдом захода солнца. *Коллин Роу.*

Как и ранее, фотоаппарат должен быть твердо закреплен, а объект должен не двигаться, или совершать повторяющиеся движения. После экспозиции с одним из фильтров изменяйте фокусное расстояние объектива так, чтобы размер изображения для каждого цвета был разным. Следует особо позаботиться о том, чтобы фотоаппарат между

экспозициями не сдвигался, даже незначительно, только тогда вы получите наилучший эффект. Техника съемки упрощается, когда самое большое изображение будет снято первым, а последующие уменьшающиеся изображения будут «накладываться» на него, хотя, конечно, последовательность экспозиций не оказывает никакого влияния на конечный результат.



Определение экспозиции для таких снимков создает свои проблемы. При обычном многократном экспонировании без светофильтров необходимая экспозиция каждого снимка определяется делением нормальной экспозиции на число отдельных экспозиций, т. е. каждая экспозиция составляет часть общей экспозиции. Например, если для создаваемого снимка делаются четыре экспозиции, то каждая экспозиция должна составить четверть общей экспозиции.

Снимок на инфракрасной пленке с условной передачей цветов.



При съемке в качестве светофильтра использован красный целлофан

Но фильтры имеют кратность, обычно не равную единице, поэтому приходится вводить дополнительную коррекцию. Для ориентировки просто увеличьте выбранную комбинацию выдержка — диафрагма на одну ступень на каждую экспозицию. Например, если для определенного сюжета фотоэкспозиметр указывает выдержку 'Доо с при диафрагме 11, поставьте на фотоаппарате  $\frac{1}{500}$  с при диафрагме 8 или  $\frac{1}{250}$  с при диафрагме 11 для экспозиции с каждым отдельным светофильтром. Если в сюжете есть движущиеся детали (например, ветви дерева на легком ветру, дым от костра

или брызги фонтана), то при последовательных экспозициях на снимке могут появиться радужные ореолы в ярких светах.

Методы многократного экспонирования с фильтрами можно применить даже при фотографировании движущихся объектов, чтобы создать оригинальное впечатление движения. Приклейте клейкой лентой выбранные светофильтры друг к другу в виде ленты (т. е. конец к концу, или впритык), а также по полосе черной бумаги к каждому концу полученной ленты фильтров. Поставьте выдержку на В или на  $\frac{1}{2}$  с, наведите фотоаппарат таким образом, чтобы объект находился в кадре в требуемом положении и протяните фильтры плавным движением перед объективом (полоски черной бумаги с каждого конца ленты фильтров защитят пленку от экспонирования без светофильтров). Точное время выдержки зависит от скорости протяжки фильтров перед объективом. Не исключено, что вам потребуется сделать несколько попыток, прежде чем вы получите желаемый эффект. Результатом же будет выразительное и красочное впечатление плывущего движения.

### Самодельные светофильтры

До сих пор мы рассматривали только оптические светофильтры, размещаемые перед объективом и не влияющие на резкость изображения, хотя кратко и упоминалось о «туманных» и диффузных светофильтрах. Но следует заметить, что почти любой прозрачный окрашенный материал может быть использован для фильтрации света, проходящего к объективу, если его оптические качества не имеют значения. Имеется много сюжетов, подходящих для творческого искажения, и даже при небольшом воображении можно пустить в дело многие материалы и вещества. Многие упаковочные пластмассы идеально подходят для цветовых эффектов, если их растянуть перед объективом фотоаппарата, равно как и окрашенные пенообразующие жидкости. В продаже имеется много видов жидкого желатина, пластики, резины, окрашенные в разные цвета. Из всех этих материалов можно сделать тонкую окрашенную пленку в проволочном кольце подходящих размеров. Окрашенные кружочки для проекторов в дискотеках являются отличным материалом для экспериментов. Поскольку они редко пропускают чистые цвета, вы можете получить самые разнообразные интересные эффекты.

В желатине, прозрачной фольге, пластмассовой пленке или других окрашенных прозрачных материалах, а также в пленках из полужестких жидких масс уголком острой бритвы можно вырезать небольшое отверстие в центре и изготовить светофильтр для получения фотоснимков с неокрашенной центральной частью и рассеивающим цветным окружением. Подобные светофильтры можно разместить перед объективом или прикрепить к нему с помощью клейкой ленты. Всегда стоит экспериментировать, поскольку таким способом фотографы обретают полезные приемы. Именно этот путь привел к созданию профессиональных светофильтров для достижения особых и специальных эффектов.

Ранее уже упоминался еще один эффект: результат преднамеренного использования фотопленки при освещении, для которого она не сбалансирована, без цветного конверсионного светофильтра. Имеются также цветные пленки, предназначенные для специального применения (такие как инфракрасные цветные пленки с условной цветопередачей), которые используются с подходящими светофильтрами или без них. Вы можете по желанию создать теплый колорит, используя «дневные» цветные фотопленки при искусственном освещении или даже при свете свечи. Полученный общий оранжевый оттенок сообщает большую выразительность снимку, придает ему романтическое настроение. Такие эффекты весьма приятны на портрете, сделанном при слабом освещении, особенно женском портрете, а также на фотоснимках внутренних видов пещер, освещенных искусственным светом, интерьеров церквей, где естественный свет, проникающий сквозь окна, смешивается с искусственным светом. И наоборот, вы можете использовать пленку для искусственного освещения при фотографировании заснеженных гор, ледников, свисающих с крыш сосулек на фоне синего неба, пробивающихся сквозь плотные облака солнечных лучей.



Преднамеренно использована фотопленка для дневного света без конверсионного светофильтра для создания специального эффекта Выдержка 30 с при диафрагме 8

Все такие снимки приобретают драматический синий оттенок с глубоко насыщенным синим тоном, а при недодержке — эффект лунного освещения.

### **Особые эффекты на инфракрасной фотопленке**

Инфракрасная фотопленка используется в научной и технической фотографии, но она может быть полезной также и для изобразительных целей. Фотоснимки на этой пленке имеют еще более драматический характер, поскольку она фиксирует эффекты, которые в природе совершенно невидимы. Инфракрасная черно-белая фотопленка обычно экспонируется с темно-красным светофильтром, хотя существуют и специальные инфракрасные светофильтры, которые совершенно непроницаемы для видимого света. Как упоминалось ранее (с. 91), хлорофилл очень сильно отражает инфракрасные лучи, в то время как другие вещества и материалы (например, вода и дорожные покрытия) их поглощают. Синий свет неба не содержит инфракрасной составляющей. В результате ландшафт, сфотографированный на инфракрасной пленке, выглядит как освещенный лунным светом с чернильно-черным небом, водой и дорогой и ослепительно-белой листвой на деревьях и кустарниках. Инфракрасное излучение меньше поглощается дымкой, чем видимый свет, и панорама отдаленных видов передается с пугающим контрастом, с полным отсутствием воздушной перспективы.

Инфракрасная цветная пленка является системой с условным цветовоспроизведением. На настоящей цветной пленке красный передается красным, зеленый — зеленым, синий — синим, а инфракрасный —

черным (будучи невидимым). Инфракрасная цветная фотопленка чувствительна к инфракрасному, красному и зеленому свету. Темно-желтый светофильтр, поглощающий синий свет, не пропускает его к эмульсии. На слайде инфракрасное излучение регистрируется как красный цвет, красный — как зеленый, зеленый — как синий, а синий — как черный. Главной причиной разработки подобного материала были потребности сельского хозяйства: живая растительность сильно отражает инфракрасные и зеленые лучи света. Они передаются на слайде с условным цветовоспроизведением как красный (- синий, т. е. в пурпурно-красном цвете. Высохшая или погибающая растительность не отражает инфракрасного излучения и передается в зеленовато-синем цвете. Инфракрасная цветная фотопленка применяется и для других целей, например в криминалистике и в аэрофотосъемке.

Фотографы, занимающиеся изобразительной фотографией, заинтересовались этим материалом как средством получения причудливых искажений в воспроизведении цветов. Без светофильтра инфракрасная цветная фотопленка дает совершенно непривычные результаты — большинство цветов изображения сосредоточено в областях спектра от фиолетовой до пурпурно-красной. Появляется несколько насыщенных цветов, и результаты совсем не похожи на те, которые получаются при использовании пленки для искусственного освещения без светофильтра при съемке днем. Со светло-оранжевым фильтром синие цвета передаются голубыми (вместо темного сине-серого), листва — весьма насыщенным пурпурно-красным, а красные детали (которые обычно отражают инфракрасное излучение и передаются желтыми с желтым фильтром) оказываются почти белыми. С красным светофильтром получается изображение, составленное главным образом из цветов от красных до желто-зеленых. Инфракрасный светофильтр, который для видимого света непрозрачен, создает изображение только в красном цвете, имеющее такие же тональные соотношения, как и отпечаток с черно-белой инфракрасной фотопленки.

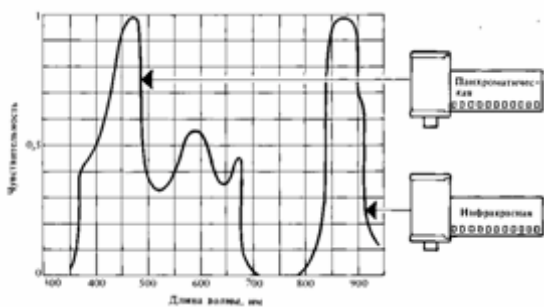


Один и тот же сюжет, сфотографированный на обычную цветную фото пленку для дневного света и на инфракрасную фотопленку (обе пленки фирмы «Кодак») Маскировочная ткань под цветочным горшком не была обработана составом, отражающим инфракрасные лучи Чехол тропического шлема был обработан таким составом



Со светло-зеленым фильтром изображение приобретает цвета главным образом от голубого через синий к фиолетовому. С темно-зеленым светофильтром изображение становится почти одноцветным — темно-синим.

При съемках на цветную инфракрасную пленку необходимая экспозиция в большой степени зависит от цвета светофильтра и цветовых характеристик освещения (включая, конечно, содержание в нем инфракрасного излучения).



Относительная спектральная чувствительность панхроматической и инфракрасной пленок (с подходящим инфракрасным светофильтром).

Будет ли экспозиция правильной, зависит также и от типа фотоэлемента экспонометра. Фотосопротивления из сернистого кадмия (CdS) чувствительны к инфракрасным лучам и обычно дают правильные показания. Селеновые фотоэлементы (применяемые в фотоэкспонометрах без батареек) и кремниевые (все экспонометры системы ТТЛ с батарейками) значительно менее чувствительны к красному и инфракрасному излучению, и их показания могут быть

существенно сдвинуты в сторону передержки. Экспозиции, измеренные такими фотоэлементами, будут, возможно, достаточно правильными около полудня на открытом воздухе. Утром или вечером экспозицию следует уменьшить примерно на полступени, а при искусственном освещении (богатом инфракрасным излучением) сократить примерно на одну ступень.

Следует отметить, что при любой экспериментальной работе подобного типа следует вести записи обо всех экспозициях. При использовании с описанными выше светофильтрами и, конечно, с любыми светофильтрами для особых эффектов, упомянутыми в этой главе, цветные и черно-белые инфракрасные фотопленки могут дать множество необычных эффектов даже при фотографировании большинства земных объектов. Но вы можете быть уверенными в успехе только в том случае, если ваши фотоснимки сделаны на основе вашего собственного опыта.

## Другие эффекты

Фейерверки, сфотографированные по отдельности или все вместе, создают довольно интересные картины. Самый лучший результат получится, если осуществить несколько экспозиций на один и тот же кадр, используя метод многократного экспонирования, описанный на с. 131.

Снимок на инфракрасной пленке с красным светофильтром. *Фрэнк Питере*

Вы можете поступить иначе — оставить затвор открытым и сделать несколько экспозиций, закрывая объектив крышечкой. Можно получить еще более интересные эффекты, осуществляя последовательные экспозиции через разные светофильтры. Костры как бы специально созданы для фотосъемки такого рода: пламя создает многокрасочный эффект со множеством разноокрашенных языков на фоне темного неба. Попробуйте сфотографировать искры, фонтаны, огненные колеса и, конечно, «звездные» вспышки.



Светофильтры дополнительных цветов создают интересные эффекты

При съемке этого сюжета использован оранжевый светофильтр на объективе и синий на фотовспышке *Кокэн*

Производители небольших портативных электронных вспышек часто комплектуют их цветными прозрачными экранами, прикрепляющимися к головке вспышки. Они служат для создания общего цветового эффекта и, если проявить изобретательность, могут дать отличные результаты. В общем следует выбирать цвет, который или соответствует цвету вашего главного объекта съемки, или контрастирует с ним. В противном случае эффект будет случайного цветового оттенка. Эти небольшие вспышки очень удобны также для создания местных цветовых эффектов в установках со многими источниками света, многоцветных эффектов при длительной или многократной экспозиции и даже стробоскопических эффектов с разным цветовым освещением для каждой экспозиции. Фотовспышка с поворотной головкой может также использоваться для создания рассеянно-отраженного окрашенного света, направленной цветной подсветки или эффектного освещения в дополнение к естественному дневному свету. Здесь даже новичок с небольшим воображением может получить удачные результаты. А если электронная вспышка автоматическая — все эти эффекты достигаются без каких-либо сложностей с определением экспозиции.

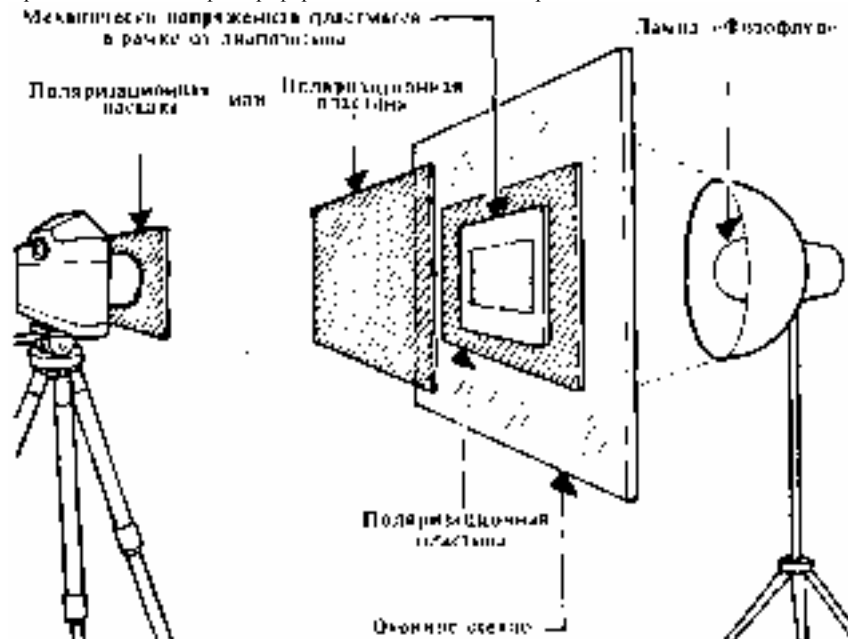


С помощью поляризационных светофильтров можно получить разнообразные и интересные снимки, фотографируя разные виды прозрачных или полупрозрачных пластмасс, имеющих механические напряжения. Растянутые, смятые или каким-либо другим способом деформированные пластмассы, освещенные сзади белым или цветным поляризованным светом, создают удивительные цветные картины. Простейший способ их получения: возьмите две поляризационные пластины, поместите механически напряженный пластик между ними и фотографируйте его, пользуясь макрообъективом, удлинительными кольцами или на-садной линзой для съемок с близкого расстояния. Не исключено, что вам придется вращать одну из поляризационных пластин до тех пор, пока вы не получите наилучший результат. Можно также поместить поляризационную пластину под образцом фотографируемого напряженного пластика и установить поляризационный светофильтр на объектив.

Подходящими материалами для таких съемок могут быть целлюлозная лента, прозрачные пластики, такие, как полистирол и плексиглас, клейкая пленка, конфетные обертки, целлофан и полиэтилен. Поляризационную пластину можно купить и разрезать на части подходящих размеров.

На рисунке (с. 142) показана простая схема такой съемки. Вставьте образец напряженного материала в рамку для цветного диапозитива или между двумя стеклянными пластинами и прикрепите клейкой лентой к поляризационной пластине. Закрепите всю эту «конструкцию» и осветите ее сзади. Установите фотоаппарат, заряженный цветной пленкой, на штатив или другую устойчивую опору на таком расстоянии, чтобы слайд заполнил весь кадр. Убедитесь в том, что слайд (или стеклянный сэндвич) точно перпендикулярен оптической оси объектива, иначе его будет невозможно полностью сфокусировать. Теперь накройте образец второй поляризационной пластиной (или установите поляризационный светофильтр на объектив). Наблюдая сквозь видоискатель, вращайте светофильтр до тех пор, пока цвета и изображение не станут наиболее подходящими. Проверьте резкость, закройте диафрагму до 16 или подобного значения и спустите затвор.

Приспособление для фотографирования механически напряженных пластмасс с использованием поляризационных светофильтров



Если захотите, можно сделать несколько хороших снимков одного и того же образца при разных положениях ближайшего к фотопленке поляроида (т. е. анализатора). Внесите изменения, складывая образец (единичный слой может дать слабый цвет), сменяя его, соединяя с другим материалом или заменяя один материал другим. Попробуйте снимать также с цветными светофильтрами, помещенными перед источником света.

Наконец, несколько замечаний по поводу цветных негативов. Пока вы работаете с обратным цветным материалом, вы можете быть уверены, что получите из фотолаборатории именно то, что вы видели в видоискателе (за исключением, конечно, инфракрасного «цвета»), если экспозиции были более или менее правильными. Если же вы снимали на цветную негативную пленку, предназначенную для позитивной печати, результат на отпечатке может выглядеть совсем иначе. Это происходит потому, что автоматическая печатная машина в фотолаборатории запрограммирована на работу с обычными снимками, которые, как правило, содержат все цвета примерно в равных соотношениях. Она воспримет вашу тщательную творческую работу не более как вариант неудачного цветового баланса освещения, при котором были сделаны фотографии. Ваш «лунный» пейзаж вернется к вам не в темно-синих и фиолетовых тонах, а в мрачных желто-серых; ваша же белая кошка на синем ковре при такой настройке фильтрации превратится в красную кошку на темно-сером ковре. Если вы не сами делаете отпечатки, следует попросить работников фотолаборатории печатать ваши снимки без автоматической коррекции. Если даже после этого вы все-таки получите красную кошку, попытайте счастья в другой фотолаборатории. Но лучше обратиться в фотолабораторию, которая обслуживает профессиональных фотографов.

## Насадки на объектив

В течение многих лет для получения художественных изобразительных эффектов фотографы помещали перед объективом предметы разнообразной формы: виньетки с фигурными вырезами, отражающие материалы, стеклянные предметы, рассеиватели, зеркала.





Но со всеми этими

приспособлениями очень трудно повторить эффект, если уже нет объекта съемки. В наше время с появлением компендиумных систем, разнообразных светофильтров и приспособлений для особых эффектов фотограф в состоянии сделать повторные фотоснимки в любое время. Сейчас, просто устанавливая подходящее приспособление перед объективом, можно за время одной экспозиции создать эффект множественности изображений, блики света в виде звездных вспышек, веер из лучей разных цветов и многие другие эффекты. Владелец однообъективного зеркального фотоаппарата может оценить оптическое изображение прямо в видоискателе. Владельцы других фотоаппаратов с оптическими видоискателями должны держать насадки перед видоискателем или перед своим глазом. Если тщательно присмотреться сквозь видоискатель (или приспособление), можно заметить, что объект съемки изменился по форме, цвету или окружению и предстал в совершенно новом изобразительном качестве. Простым приемом установки насадки для особых эффектов самый скучный сюжет можно превратить чуть ли не в сказочную декорацию. Подобрав подходящий оптический эффект, можно сделать уникальный изобразительный снимок. Для фотографов творческого склада в этом таится особое удовольствие и вознаграждением служат снимки, запечатлевшие их творческие удачи.

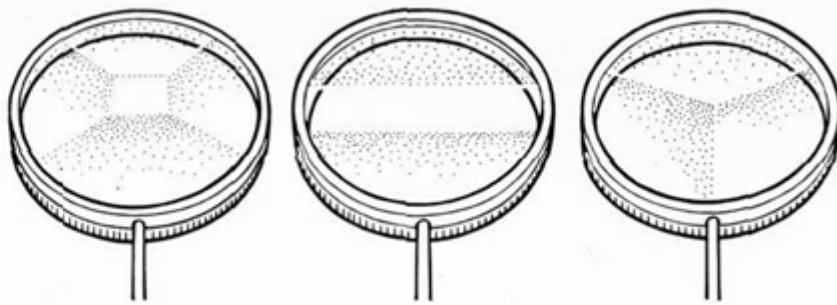
Наряду с приспособлениями для создания особых эффектов, укрепляемыми перед объективом, имеются и такие, которые расширяют оптические и фотографические возможности фотообъектива. У обычных объективов размер изображения прямо пропорционален его фокусному расстоянию. У объективов с переменным фокусным расстоянием как фокусное расстояние, так -и размер изображения находятся под контролем фотографа. Минимальное расстояние резкой наводки также меняется в зависимости от марки объектива. Самые дешевые из них наводятся не ближе одного метра. Макрообъективы могут обеспечить резкость на расстоянии до нескольких сантиметров. Применяя удлинительные кольца или раздвижной мех, которые позволяют снимать с очень коротких расстояний, можно получить даже с помощью дешевых объективов изображения в натуральную величину или даже с некоторым увеличением. Существует еще один вид насадок, которые не влияют непосредственно на оптическое изображение, но предохраняют его от ухудшения или обеспечивают защиту самих оптических деталей. Каждая из них является ценным дополнением к вашему фотографическому оборудованию.

#### **Призматические насадки (мультипризмы)**

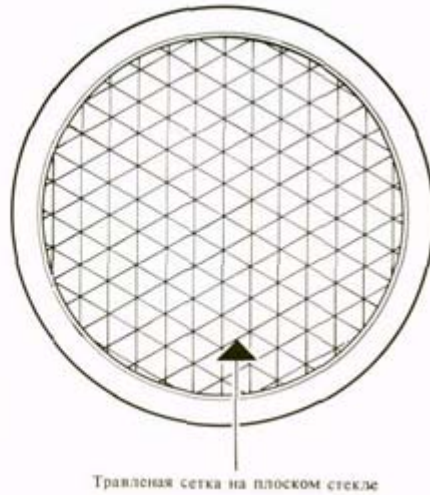
Эти приспособления отличаются по типу и числу граней призмы. Они монтируются во вращающихся оправках, которые могут быть закреплены в любом положении в соответствии с задуманной композицией и эффектом, создаваемым каждой гранью. У некоторых насадок грани расположены параллельно друг другу, у других — несколько граней группируется вокруг центральной грани. Такие приставки многократно повторяют изображение при однократном экспонировании. Эффект становится еще более впечатляющим при плоском или простом (не перегруженном деталями) фоне. Некоторые приставки имеют цветные грани и воспроизводят повторяющиеся изображения фотографируемого объекта в разных цветах. Все такие приспособления можно вращать, и окончательное расположение отдельных изображений определяется замыслом фотографа.

Призматические насадки передают чистые спектральные цвета.

Набор многогранных умножающих изображение насадок.



«Звездная» насадка, или «растровая сетка».



У насадки с гранями, группирующимися вокруг центральной грани, каждая боковая грань выделяет отдельный цвет, а центральная создает сбалансированное воспроизведение всех цветов. Чем меньше граней, тем дальше отстоят друг от друга изображения; чем больше изображений создается гранями, тем более переплетаются их очертания и тем сильнее преобладает центральное изображение. Например, трехгранную призму можно установить таким образом, что изображение объекта будет повторяться по горизонтали, диагонали и вертикали. Пятигранная насадка дает центральное изображение, окруженное боковыми изображениями, которые могут занять угловые положения, положения

основных квадрантов циферблата часов или любые промежуточные положения.

Параллельные призмы создают повторяющееся изображение неширокого узора, линии или расцветочного знака. При съемке спортивного состязания, например по пинг-понгу, можно снять собирающегося ударить по мячу игрока, используя псевдотростробоскопический эффект, создающий впечатление быстрого движения, остановленного несколько раз в течение доли секунды. Существуют также и призматические насадки для макросъемки. Они позволяют снимать с расстояния 20 см от объекта и имеют вид призм, отшлифованных до формы линзы объектива. Удобнее всего их использовать с однообъективными зеркальными аппаратами, сквозь видоискатель которых можно контролировать наводку на резкость и композицию. Результаты будут лучше, если объект съемки расположен на темном фоне. Многогранные призматические насадки давно и успешно применяются в кинематографии и телевидении. Вращением насадки создается иллюзия движения неподвижных предметов. Этот прием эффективен, если сосредоточить внимание только на одной определенной детали сюжета.

### Эффекты звездных вспышек

Разработано и выпускается множество размещаемых перед объективом приспособлений для достижения оптических эффектов. Такие приспособления создают звездные или ореольные эффекты от наиболее ярких деталей сюжета и известны как звездные вспышки,



растровая сетка, спектры и т. п. в соответствии с видом эффекта.

Латунный дверной молоток с искрящимися бликами, созданными «звездной» насадкой. Невил Ньюмен.

Изготовлены они из прозрачного материала оптического качества с вытравленной на нем исключительно тонкой сеткой. Число линий на миллиметр и ориентация этих линий зависят от требуемого эффекта. В некоторых случаях сетку дополняют или заменяют тысячи мельчайших призматических кристаллов. С помощью приставок с сеткой получают звезды с любым числом точек от 2 до 72 вокруг каждой наиболее яркой детали сюжета. Приставки призматического типа создают не столько звездный, сколько лучистый эффект с лучами, расходящимися из одного центра. Каждый луч содержит все цвета спектра в обычной последовательности. Эти звезды и окрашенные лучи придают блеск

бликам света. Сетки можно использовать в комбинации с другими фильтрами и приспособлениями для особых эффектов.

Используя одно из таких приспособлений, можно придать особую выразительность уличным лампам, неоновой рекламе, отражениям от стекол или воды, солнцу или луне, отблескам света в глазах человека или сверканию бриллиантов. Вращая оправу, можно менять фактическое положение точек. Еще одной разновидностью подобных приспособлений являются различные «растровые сетки». Они составлены из двух прозрачных бесцветных пластинок с вытравленными на них параллельными линиями. Каждая пластинка заключена в свою собственную оправу; обе оправы скреплены вместе и вращаются независимо друг от друга. Увеличения экспозиции ни с одним из описанных выше приспособлений не требуется; они также не вызывают расфокусировки, в связи с чем их можно применять как для зеркальных, так и для дальномерных аппаратов. Стоит упомянуть, что длина лучей «звезды» зависит от диаметра источника света или светового пятна на объекте. Чем ближе размер источника света к точке, тем более подчеркнутым становится эффект, тем более резко выделяются звездные лучи. Отражения от больших поверхностей вызывают более рассеянный эффект с менее резко обозначенными звездными лучами; то же происходит с движущимися объектами, такими, как вода.

### Дифракционные решетки

Очень полезными насадками являются дифракционные решетки. Дифракционная решетка, представляющая собой совокупность параллельных равноотстоящих штрихов одинаковой формы, разлагает падающий на нее свет в спектр.

Применяя решетки, получают на черно-белой фотопленке узорные световые полосы, на цветных фотоматериалах — радужные полосы. Эффект подобен умноженному изображению источника света. Эти насадки дают лучшие результаты с простыми объектами съемки, такими, как портреты с нейтральным или темным задним планом. Если выбрать длительную выдержку и вращать приставку во время экспозиции, получится очень привлекательный, мягко рассеянный эффект, который особенно приятен, например, в портретах молодых женщин.



При съемке использованы многогранная и «звездная» насадки (снимок слева) и диффузная насадка (снимок справа).



Популярны оптические насадки, состоящие наполовину из чистой поверхности и наполовину из набора тонких параллельных штрихов (нанесенных на остальной части поверхности до кромки). Это приспособление дает наиболее эффективные результаты с простыми, незагроможденными деталями объектами при больших диафрагмах. Оно создает впечатление объекта, «застывшего» в быстром движении. Например, высокие здания могут казаться устремляющимися вверх; неподвижная рука, держащая ракетку настольного тенниса, кажется готовой к мгновенному удару по мячу. Эффект может проявиться от расплывшегося пятна с неясными очертаниями до параллельных прямых линий в зависимости от диафрагмы и фокусного расстояния.

### Диффузные (рассеивающие) насадки

Имеется множество различных приспособлений для создания эффекта «мягкого» фокуса или для «рассеивания» изображения, создаваемого объективом. Они различны не только по назначению и характеру действия, но и по качеству изготовления: от точно изготовленных элементов объективов до матированного стекла. Если такое стекло поместить перед объективом, резкость оптического изображения на пленке снижается. Результат напоминает расфокусировку объектива, а именно нерезкость изображения, усиливающуюся с увеличением изображения. Действие насадки мягкого фокуса совсем иное и степень «мягкости» зависит от величины диафрагмы объектива, при которой производилась съемка.

На насадках мягкого фокуса нанесены концентрические линии, которые рассеивают часть проходящего сквозь объектив и образующего изображение света.

Слева и справа

Дифракционные решетки или «звездные» насадки расщепляют свет на составные цвета. Эффект проявляется на ярких участках



Входящий в объектив между этими concentрическими линиями свет не подвергается изменению. Оптическое изображение таким образом формируется прямыми и рассеянными лучами. Разрешающая сила объектива и контраст изображения несколько снижаются, а общее действие равнозначно эффекту от применения специального «мягкофокусного» объектива (см. ниже). Таким образом, мягкое рассеянное изображение состоит из резко сфокусированного и очень четкого изображения, на которое накладывается изображение, сформированное лучами, рассеянными concentрическими линиями. Изображение становится пластичным, эффектно выделяющимся на общем фоне. В отличие от этого просто плохо сфокусированное изображение (или изображение, сформированное объективом, имеющим слабое разрешение) имеет неясные очертания, у него не хватает деталей, и оно становится еще более размытым при увеличении. Уменьшение диафрагмы снижает эффект мягкого фокуса, который наиболее сильно проявляется при полном отверстии.

В больших студиях, специализирующихся на портретной съемке, эффекты мягкого фокуса создают с помощью специальных объективов, таких, как «Роденшток Имагон». В таких объективах преднамеренно не полностью скорректирована сферическая аберрация. Интересно их устройство: на переднем элементе объектива установлен специальный апертурный диск с большим центральным круговым отверстием, окруженным множеством меньших отверстий, которые можно постепенно прикрывать. Центральное отверстие создает резкое изображение, а внешние меньшие отверстия рассеивают его. Степень рассеивания можно управлять, изменяя отверстие или заменяя апертурные диски. Это дает возможность изменять в широких пределах эффект мягкого фокуса, а также степень рассеивания.

Насадки мягкого фокуса были впервые изготовлены для камер, не позволяющих менять оптику и специально предназначенных для портретных съемок (например, «Роллейфлекс»). До их появления применялись более простые приспособления (очковые линзы, тонкие сетки и даже вазелин), но они были неудобны и часто неэффективны. Насадки мягкого фокуса могут быть высокого оптического качества. Их прикрепляют прямо к объективу, высвобождая руки фотографа для управления фотоаппаратом. Нормальные и «смягченные» снимки могут изготавливаться последовательно и быстро один за другим. Насадки мягкого фокуса, если их применить на объективе фотоаппарата, образуют дополнительные световые пятна на соседних участках, создавая общее впечатление особой яркости. При использовании насадки на объективе увеличителя на соседние участки распространяются тени, создавая значительно более мрачное впечатление.

Диффузные (рассеивающие) насадки имеют травленные или полированные поверхности. Они также создают «мягкий» эффект. Но этот эффект отличается от предыдущего тем, что диффузные насадки не создают полностью резкого изображения, подчеркивающего смягченные очертания. Детали изображения в одинаковой мере расплывчаты и не становятся резче при уменьшении диафрагмы. Имеются рассеиватели с разной степенью шероховатости, бесцветные или окрашенные с разной насыщенностью, с прозрачным центральным диском или без него. Предпоследний тип образует более или менее четко обозначенную круглую центральную часть изображения, в которой оно совершенно резкое, и смягченную внешнюю область. Диффузные насадки с центральным диском можно использовать в комбинации со светофильтрами и другими приспособлениями. С уменьшением экспозиции слегка увеличивается резкость контура в пределах центрального диска и одновременно усиливается эффект рассеивания за его пределами. С этими насадками рекомендуется использовать короткофокусные и нормальные объективы. Длиннофокусные объективы с их узким углом поля зрения могут совсем «не видеть» окружающую зону рассеивания или «видеть» только ее небольшую часть.

Известен еще один тип диффузной насадки — «туманный», или «песочный», светофильтр. Он предназначен не для ослабления эффекта тумана или мглы, как можно было бы предположить из названия, а, наоборот, для его создания. Имеются «туманные» светофильтры двух основных типов — оттененные и сплошные. Каждый выпускается разных видов в зависимости от требуемого эффекта. Эти насадки предназначены для размывания изображения, завуалированной, затуманенной передачи всего сюжета или его части. Имеются прозрачные и окрашенные насадки, пригодные при желании для использования в комбинации с другими фильтрами или приспособлениями. Они очень полезны в изображении сцен на открытом воздухе и портретов «с настроением», они создают разнообразные эффекты от перехода четкого переднего плана к затуманенному заднему плану (и наоборот) до эффекта общего мало контрастного фона с затуманенными световыми пятнами и смягченными тенями.

Имеются и другие виды туманных насадок, насадок мягкого фокуса и прозрачного центра; некоторые объединяют в себе действия всех этих насадок. Один вид является комбинацией оптически прозрачной центральной области с интенсивно дымчатым окружением, которое полностью рассеивает внешние области, оставляя незатронутой центральную часть. Другой имеет слегка протравленную внешнюю область, создающую легкое рассеивание. Третий вид — цветной светофильтр с прозрачным диском в центре для фотографирования в естественных цветах объекта, окруженного темноокрашенной цветной областью.

### Многоцветные светофильтры

Ранее уже упоминались призматические и другие насадки, размещаемые перед объективом для создания на фотографии множества цветных полос или пятен. Этот эффект можно получить другим способом. Для этого перед объективом нужно закрепить несколько разных фильтров таким образом,



чтобы они перекрывали только определенные области сюжета. С помощью компендиумов это нетрудно сделать, так как светофильтры имеют квадратную форму (или прямоугольную в зависимости от системы компендиума). Светофильтры вставляют в соответствующем положении в прорези компендиума. Имеются также светофильтры, изготовленные из разделенной пополам круглой пластинки окрашенного желатина, закрепленной между двумя оптически плоскими пластинами. Получается насадка, одна половина которой становится светофильтром, а другая остается прозрачной.

Здание Совета Лондонского графства в Лондоне сфотографировано с использованием различных многоцветных светофильтров бесцветный и зеленый, красный и синий, красный и зеленый, темно-розовый и бесцветный фильтры

Еще одна конструкция — две пластинки желатина, закрепленные между оптическими плоскостями, обычно окрашенные в красный и синий, оранжевый и зеленый, или желтый, или розовый цвета. Некоторые фильтры составлены из трех или более цветных полос, квадратов или секторов разных размеров. При вращении многоцветный светофильтр позволяет управлять положением различных цветных полей на фотографии. Действие фильтра

меняется с изменением фокусного расстояния объектива и диафрагмы. Вариаций конструкций может быть множество, и некоторые из них включают цветной поляризационный фильтр, объединенный с оттененным нейтральным светофильтром.

### Каше и маски

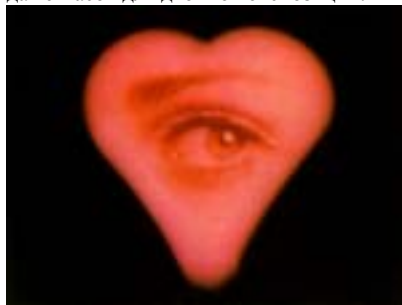
От приставок, имеющих рассеивающие или окрашенные области (или и то и другое одновременно), окружающие прозрачную центральную часть, всего один шаг до каше и масок, которые создают фигурное обрамление фотографируемого объекта. Они обычно продаются с держателем для закрепления на объективе и включаются в комплект компендиума. Маски имеют фигурные вырезы, сквозь которые делаются фотоснимки. Каше обычно имеют зубчатые вырезы в центральной части, с помощью которых четкость изображения объекта постепенно сводится на нет от центра к краям. Каше могут быть окрашенными, матовыми или черными. При большой диафрагме форма каше расплывчата. При уменьшении диафрагмы очертания каше становятся более четкими. К этой же группе приспособлений относятся различные маски с вырезами, напоминающими сердце, замочные скважины, звезды, квадраты, круги и т. п. Используя их с фантазией, можно внести разнообразие в окончательную отделку снимка. Эти эффекты также можно варьировать. При использовании насадочной линзы для съемок с близкого расстояния или большой диафрагмы образуются очень размытые границы изображения. При длинном фокусном расстоянии объектива или маленьких диафрагмах очертания изображения становятся более резкими.

К этой серии приспособлений относятся также маски для двойных или многократных экспозиций. Они состоят из пары черных масок. Сквозь вырезанное отверстие одной из них делается один снимок. Черное поле маски защищает часть кадра от экспонирования. Черное поле второй маски (для второй экспозиции) затеняет ту область, которая полностью соответствует прозрачной части первой маски. Все каше и маски можно использовать в комбинациях. Конечно, при многократном экспонировании необходимо иметь возможность взводить затвор без перемещения фотопленки. Профессиональные фотоаппараты для 35-миллиметровой пленки обычно имеют такое устройство. Если ваша камера его не имеет, можно поступить следующим образом. Сначала выберите слабины на пленке в кассете в левом отсеке фотоаппарата, поворачивая головку перемотки по часовой стрелке. Затем прочно зажмите головку перемотки большим пальцем левой руки, нажмите кнопку обратной перемотки и действуйте

рычагом подачи пленки. Затвор взводится без передвижения пленки на новый кадр. Когда вы завершите многократное экспонирование, передвиньте пленку, как обычно, на новый кадр, закройте объектив крышкой и спустите затвор, чтобы не произошло случайного наложения сюжетов, так как зубчатое колесо механизма перемещения пленки не всегда срабатывает немедленно при работе рычага взвода затвора.

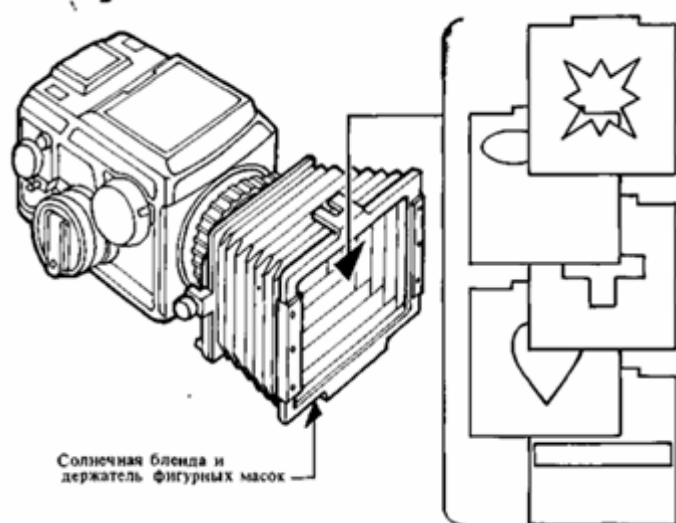


Насадки разной формы, укрепленные перед объективом, используются для создания на фотографии фигурной виньетки или даже масок для двойной экспозиции.

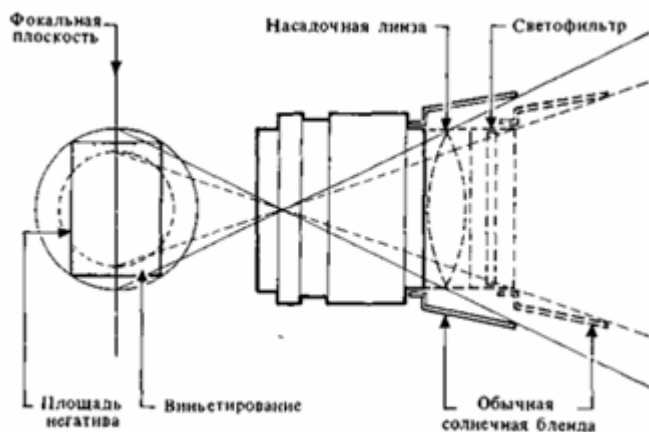


### Солнечные бленды

Светофильтры и насадочные линзы для съемок с близкого расстояния редко изготавливаются с соблюдением тех высоких требований, что и фотообъективы. Поэтому, если вы хотите получить оптимальные результаты, используйте фильтры и насадочные линзы с просветляющими покрытиями либо подходящую солнечную бленду, либо то и другое одновременно. Компендиумы, содержащие в комплекте бленды, предпочтительнее тех, которые их не имеют, так как желатиновые и пластмассовые светофильтры с большой площадью поверхности сильно отражают свет.



Эффект применения слишком длинной солнечной бленды.



Имейте в виду, что если вы присоединяете светофильтр или насадочную линзу, бленда выдвигается вперед на несколько миллиметров по сравнению с ее обычным положением относительно передней

поверхности объектива. В некоторых случаях это может привести к «срезанию» углов изображения, особенно если одновременно применяются два или более дополнительных приспособления. В этих случаях необходимо использовать менее глубокую бленду. Для некоторых типов зеркальных фотоаппаратов можно купить раздвижную бленду («гармошку»). Она пригодна для объективов с разными фокусными расстояниями, с насадками и другими приспособлениями или без них. Длина меха бленды регулируется таким образом, чтобы не было виньетирования углов.

Выбор бленды, круглой или квадратной, резиновой или металлической, постоянной длины или раздвижной, зависит от личного вкуса фотографа и стоимости приспособления. Внутренние поверхности металлических бленд время от времени нужно подкрашивать черной краской. Резиновые и раздвижные бленды очень удобны и складываются почти до плоского состояния. Резиновые бленды часто оставляют вывернутыми поверх объектива. Оба вида бленд, резиновые и «гармошки», со временем выходят из строя. Многие объективы имеют встроенные бленды; при необходимости бленда выдвигается из оправы вперед за переднюю плоскость объектива. Установка оправы с фильтром или насадочной линзы не всегда позволяет пользоваться такой блендой. Это особенно относится к компендиуму, и как раз в тех случаях, когда бленда особенно необходима! Поэтому при покупке дополнительного объектива не сосредотачивайте внимания на встроенной скользящей бленде. В конечном счете она может оказаться бесполезной.

## Студийная фотосъемка и кинематография



Первые фотографы, которые часто сами изготавливали фотоэмульсию, вскоре обнаружили, что они могут изменять ограниченную спектральную чувствительность фотоматериалов с помощью соответствующим образом окрашенного светофильтра, укрепленного на объективе фотоаппарата, и тем самым снять некоторые ограничения в регистрации цветов. В начале XX в., когда черно-белая фотография была нормой, большинству случайных фотографов были привычны пустые небеса на их фотоснимках, воспроизведение разных цветов в близких или даже одинаковых серых тонах и искаженная передача некоторых цветов, таких, как синий, которые становились слишком темными на фотоснимках, полученных при искусственном освещении. По мере накопления опыта и знаний стали применять некоторые светофильтры, оценивая по достоинству их действие на качество фотоснимков, которые становились лучше и принимали более профессиональный вид.

Профессиональные фотографы хорошо понимали роль правильно подобранных светофильтров в их работе. По этой причине они держали приобретенные знания в секрете, так как во многих случаях только таким путем могли опередить опытных любителей. На заре кинематографа светофильтры были широко распространены и необходимы в связи с характером применявшихся источников искусственного освещения, ограниченной цветовой чувствительностью доступных фотоэмульсий, сравнительно небольшой светосилой объективов и требованиями к глубине резко изображаемого пространства. С появлением панхроматических эмульсий стала возможной цветная кинематография. До создания многослойных цветных эмульсий приходилось одновременно снимать с красным, зеленым и синим светофильтрами на трех пленках (использовалась специальная кино съемочная камера, оборудованная разделителем пучка света). С полученных трех пленок печаталась одна наложением всех трех цветоделенных негативов. Пользовались и другим методом — отснялась одна кинолента через многоцветный мозаичный растр, которая проецировалась после обработки на экран через этот же растр. Для получения правильной цветопередачи требовались корректирующие светофильтры, которые менялись в зависимости от типа эмульсии. Были и неконтролируемые изменения спектральной чувствительности эмульсий в разных партиях пленки.

С появлением современных многослойных эмульсий, таких, как «Кодахром», например, фотографы освободились от необходимости фильтрации освещения при съемках на цветных фотоматериалах. Появилась возможность полностью использовать светочувствительность фотопленок. Фильтрация стала просто способом снижения влияния дымки, ослабления слишком яркого света, посторонних бликов, нежелательных цветов заднего плана, создания цвета там, где его не существует, или там, где существует недостаточный цвет. Требования и конкуренция профессиональной и коммерческой фотографии, применение фотографии в науке, медицине, исследовательской работе и в технике заставили профессионального фотографа развить мастерство и разработать приемы, о которых ранее и не помышляли. Для многих работ потребовалось применение твердых и жидких светофильтров. Фильтры для особых эффектов и их применение рассматривались в предыдущей главе. Светофильтры для художественной графики, научных работ, медицины и техники будут описаны позднее. Эта глава

посвящена главным образом студийной фотографии.

### **Портретная съемка**

Главной проблемой для фотографов-портретистов, профессионалов или любителей, является правильное воспроизведение оттенков цвета кожи при съемках в условиях искусственного освещения. Эта проблема стоит не столь остро при съемках в цвете при надлежащем освещении, например при съемке на пленку для дневного света с электронной вспышкой или на пленку для искусственного освещения с подходящим конверсионным светофильтром. В этом случае необходимо только слегка изменить содержание синей составляющей, чтобы получить более приятный, мягкий эффект. Обычно бывает достаточно светло-розового светофильтра, и тогда при расчете экспозиции не потребуются никаких неточных предположений. Какой именно светофильтр нужен для съемки, зависит в большой степени от того, какой тон кожи фотограф хочет получить. Последний в свою очередь зависит от цветопередачи используемой фотопленки, «цветовой прозрачности» (спектральных характеристик пропускания) фотообъектива, точной цветовой температуры источника света и влияния любых отражающих поверхностей, находящихся поблизости, которые иногда приходится принимать в расчет. Окончательное воздействие всех этих факторов подытоживается контрольными опытными съемками и записями для справок на будущее. Даже тогда могут потребоваться незначительные коррективы в зависимости от индивидуальных свойств партии пленки или отклонений от стандартного режима обработки.

На цветных негативных пленках небольшие неточности в воспроизведении тонов цвета кожи становятся заметными на стадии печати. Ошибки, обусловленные нежелательными бликами, не совсем подходящим освещением, неточной экспозицией или отклонениями характеристик эмульсии, могут быть исправлены подбором фильтров во время печати на увеличителе. Необходимо, конечно, учесть цветовую температуру света, при котором производится печатание. В черно-белой фотографии проблемы, связанные с точным (или приемлемым) воспроизведением кожи, довольно разные (эти два критерия могут быть совершенно независимыми), поскольку они касаются тона и контраста, а не действительных оттенков. В портрете женщины вы, по-видимому, будете искать эффект привлекательности. В портрете мужчины, особенно с выразительными чертами лица, следует подчеркнуть драматический эффект, возможно делая упор на особенности строения кожи и даже на ее дефекты. У маленького ребенка желательно особо выделить мягкость, гладкость кожи. Одним из приемов является нанесение грима для усиления одних участков и ослабления или маскировки других. Поскольку излучение большинства вольфрамовых ламп накаливания содержит много красных лучей, а панхроматические пленки имеют относительно высокую чувствительность к красному свету, большинство оттенков красного цвета будет воспроизведено более светлыми, чем на самом деле.

Диффузная насадка «мягкого» фокуса создает смягчающий эффект на портретах

«Хассельблад»

Поэтому женщинам следует воспользоваться не нормальной, а более темной помадой. Пятна и веснушки, имеющие красноватый цвет, на окончательном фотоотпечатке будут менее заметны. Для маскировки недостатков косметикой нужно добиться ее совпадения по цвету с окружающими участками лица.

Поскольку большинство дефектов обычно имеет оттенок красного цвета (например, сыпь, пятна, веснушки), их можно ослабить или даже устранить с помощью желтого или оранжевого светофильтра, установленного на объективе фотоаппарата. Но эти фильтры придают коже лица бледность, что может (или не может) считаться привлекательным или желательным эффектом. Чтобы веснушки выступали яснее, губы стали более яркими или чтобы придать коже лица оттенок легкого солнечного загара, нужно установить на объективе бледно-зеленый или синеватый светофильтр. Этот прием часто применяют фотографы мод, чтобы манекенщица в купальном костюме выглядела на снимке загорелой, чтобы обитатели загородного отеля на фотографии для рекламного буклета о проведении праздничных дней на лоне природы также выглядели загорелыми или чтобы проиллюстрировать действие косметики. Со светло-синим светофильтром голубые глаза на снимке не становятся слишком темными.

Оранжевый или красный светофильтр можно использовать для передачи темного или загорелого лица





в более светлой тональности или для придания белому лицу призрачного вида. Зеленый или синий светофильтр могут придать белому лицу смуглый оттенок. Однако необходимо помнить, что любой светофильтр, установленный на объективе фотоаппарата, оказывает влияние на все части объекта съемки (одежду, фон и т. п.). Поэтому иногда предпочтительнее фильтровать только свет определенного источника, прямо освещающего объект. При освещении снимаемого объекта типичным студийным комплектом осветительной аппаратуры, состоящим из основного источника освещения, дающего «ключевой» свет, и разных дополнительных осветительных приборов, дающих «выравнивающий» свет (для освещения волос, фона), достаточно поставить светофильтр подходящего цвета перед основным источником, освещающим, например, лицо, и оставить без изменения свет других ламп. Можно также влиять на тональность кожи лица вашей модели, применяя поляризационный светофильтр. Он позволит устранить любой нежелательный блеск кожи, блики на лбу, носу и т. п. Поляризационный светофильтр можно использовать также для устранения нежелательных отражений на стеклах очков и некоторых видах украшений.

«Звездная» насадка создала привлекательный эффект на этой коммерческой фотографии технической аппаратуры.

### Объекты съемки

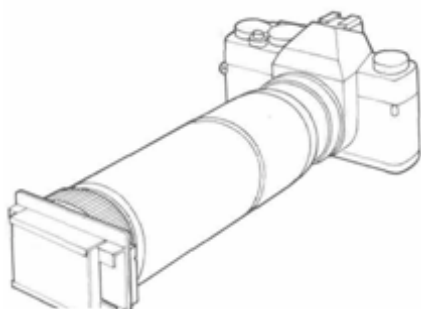
Мы рассмотрели особенности портретной съемки и влияние искусственного освещения (лампы накаливания) на цвет лица. Но имеются также светофильтры для коррекции, изменения или устранения некоторых цветов (или их тонального воспроизведения в черно-белой фотографии) при искусственном освещении. В то время как солнечный свет действительно белый, свет вольфрамовых ламп накаливания богат красными лучами, что необходимо учитывать при рассмотрении действия любого данного светофильтра. При искусственном освещении коричневые или красноватые кожаные и деревянные изделия передаются на окончательном отпечатке более светлыми, чем при дневном свете. В результате для воспроизведения их в правильном тоне потребуются зеленый или даже синий светофильтр. И наоборот, если установить на объективе красный или оранжевый светофильтр, контраст между определенными оттенками цвета материала увеличится. Детали текстуры дерева станут более четкими, и эффект, создаваемый тенями и светлыми пятнами, получится более подчеркнутым. При фотографировании набора предметов сходных цветов светофильтр того же цвета, установленный на объективе, помогает разделить разные тона. С другой стороны, если необходимо, чтобы предметы имели похожие цвета, следует снабдить фотоаппарат (или осветитель) светофильтром контрастирующего цвета.

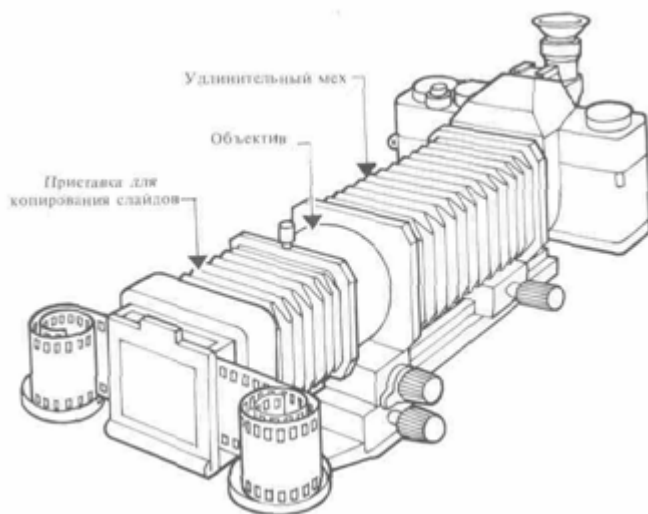
### Копирование и размножение

Уже упоминалось об использовании светофильтров при копировании в черно-белой фотографии (снятие фотокопии со старого испачканного оригинала с помощью цветного светофильтра, как можно более подходящего по цвету к цвету загрязняющих пятен). При копировании в цветной фотографии светофильтры можно использовать для изменения или ослабления на оригинале оттенка, вызванного расположенным рядом цветным фоном, неподходящим освещением, старением или плохим хранением запаса неэкспонированной пленки, отклонением от закона взаимозаменяемости, плохим изготовлением фотоотпечатков и т. п. Для этого соответствующие светофильтры помещают на объектив репродукционной камеры при фотографировании оригинала. Этот метод позволяет также делать цветные фотокопии с черно-белых или других одноцветных оригиналов и даже получать какие-то особые эффекты. Точное воспроизведение первоначальной цветной фотографии таит в себе такие же западни, которые поджидают фотографа любого цветного сюжета, плюс те, которые присущи репродукционной работе вообще, а именно, неоднородность освещения, отражения от поверхности и т. д. Чтобы сохранить правильное цветовое воспроизведение, пленка должна быть сбалансирована относительно используемого освещения. Кроме того, должны быть приняты все меры к тому, чтобы устранить цветовые оттенки, вызываемые местными отражениями света. Цветная фотокарточка, например, при копировании должна быть окружена рамкой матового черного цвета, а при необходимости — защитными боковыми экранами. Цветные диапозитивы должны быть или окружены черной рамкой, или заделаны в обычную диапозитивную рамку.

Копируемые фотоотпечатки или слайды должны быть освещены лампами «Фотофлуд», студийными лампами или электронными вспышками. Последние наиболее предпочтительны из-за высокой интенсивности, постоянной цветовой температуры, близкого сходства с дневным светом, малой продолжительности, исключая потерю резкости при небольших сотрясениях.

Устройство для копирования слайдов может быть самостоятельной приставкой к фотоаппарату. В этом случае оно имеет собственный объектив с небольшой фиксированной диафрагмой. Для этой же цели можно использовать и объектив фотоаппарата с удлинительным мехом и приставкой для копирования.





Дневной свет сам по себе — плохой источник освещения для копировальных работ, так как может изменяться по интенсивности и по спектральным характеристикам в течение довольно коротких промежутков времени. Для случайных единичных копий, или когда абсолютное сходство не имеет первостепенного значения (как для большинства любительских работ), можно использовать прямой солнечный свет при условии, если солнце стоит доста точно низко (под углом 45° или ниже), чтобы избежать прямого отражения света от поверхности бумаги.



Набор светофильтров для фотовспышки

В журналах для фотолюбителей часто рекомендуют при пересъемке прикреплять цветной слайд прямо к стеклу, например оконному. К сожалению, не все виды стекла абсолютно бесцветны; они часто имеют зеленоватый цвет, который передается на дубликаты в виде общего паразитного оттенка.

Фотокопирование чертежей и других черно-белых документов создает свои собственные проблемы. Настоящий черный цвет на белом фоне (или белый цвет на черном фоне) не нуждается в каких-либо фильтрах для создания отличного контраста. Если вы хотите исключить цветные линии на графленой или линованной бумаге, их можно устранить на фотокопии, снимая с цветным

фильтром: синие линии с синим светофильтром, красные линии с красным светофильтром; при этом чертеж или надписи черным цветом влиянию не подвергнутся. При фотографировании старых документов, фотографий, газет и т. п. обычно требуется устранение (или по крайней мере ослабление) на копии пятен грязи, бурого и бронзового оттенков, желтизны оригиналов. Чтобы отфильтровать эти дефекты, нужно поставить на объектив подходящий темно-желтый, оранжевый или красный светофильтр. Если требуется абсолютно точная тонопередача, скажем картины, написанной маслом, при дневном свете, следует использовать на объективе желто-зеленый светофильтр для правильной передачи тонов на панхроматических эмульсиях. Это необходимо, как объяснялось ранее (с. 84), в связи с тем, что чувствительность панхроматической пленки отличается от чувствительности человеческого глаза. Экспонируемая при дневном освещении, она воспроизводит синие цвета слишком светлыми, зеленые слишком темными, а красные также более светлыми, чем мы их видим. Отсюда потребность в желто-зеленом светофильтре. Аналогичные соображения относятся к снимкам, сделанным при освещении вольфрамовыми лампами накаливания: красные цвета становятся слишком бледными, зеленые и синие очень темными. Подходящий синеватый светофильтр позволит точно воспроизвести тона оригинала.

### Эффекты окрашенного света

Цветные светофильтры широко применяются в студийной цветной фотографии. Размещенные перед источником света пластинки окрашенного прозрачного материала превращают свет в окрашенный. Падая на объект, такой свет окрашивает его, или полностью, или только часть, или только фон. Окрашенный свет, например, можно направить на волосы женщины, что придаст снимку особое очарование. Фотограф может отказаться от окрашенных в разные цвета задних планов, а просто использовать простую белую или серую драпировку и освещать ее окрашенным светом. Цветные желатиновые пленки, установленные перед лампами, позволяют смешивать свет таких источников, как лампа «Фотофлуд», лампа дневного света и электронная вспышка, или «подправить» пониженную цветовую температуру длительно работавших студийных ламп. На практике, как упоминалось ранее (стр. 109), обычно их проще заменить. Однако не выбрасывайте старые лампы, так как они еще хорошо

послужат при работе с черно-белым фотоматериалом, а также во время подготовки к работе с цветным фотоматериалом. Замену ламп производите перед определением экспозиции и самой съемкой.

При фотографировании небольших объектов цветной задний план можно изготовить из листа опалового стекла или плексигласа, если осветить его сзади лампой с цветным желатиновым светофильтром. Такие эффекты легко осуществимы, и возможности их бесконечны. В качестве окрашенных пластин кроме желатиновых пленок могут служить дешевые пластины ацетата, полиэфира, целлофана, пластмассы, стекла и т. п., не имеющие высокого оптического качества, так как они помещаются не на пути пучка света, формирующего изображение. Единственная необходимая предосторожность — разместить желатиновую пленку или фильтрующую свет пластину на достаточном расстоянии от лампы для предотвращения их вспучивания или другого повреждения от тепла, а также обеспечить доступ достаточного количества охлаждающего воздуха к лампе. Это не относится к электронным вспышкам, поскольку тепло, создаваемое вспышкой, очень кратковременно. С помощью цветных желатиновых пленок или фильтров другого типа перед источником света можно имитировать эффект специфического источника освещения: красных отблесков камина, лунного света через окно, света натриевых уличных светильников, цветных трасс автомобильных огней, света костра, всплеск фейерверка или даже огонька сигареты. Если представить себе все эффекты, создаваемые в театрах и в кинематографии, то можно прийти к выводу, что для этого имеются бесконечные возможности.

### **Электронная вспышка в студии**

Электронные вспышки являются исключительно подходящим основным источником искусственного освещения для всех съемок внутри помещений и в студиях, особенно в тех случаях, когда требуется очень короткая экспозиция. Они могут использоваться индивидуально или объединяться для серий последовательных экспозиций. Многие современные электронные вспышки столь быстро восстанавливают готовность к съемке, что их можно использовать в стробоскопическом режиме. Ввиду высокой цветовой температуры электронную фотовспышку можно с успехом применять с цветными пленками, сбалансированными для дневного света. Первые вспышки испускали излучение с цветовой температурой около 6500 К. Перед трубкой современных вспышек обычно имеется бледно-желтый или золотистый фильтр. У некоторых вспышек сама колба имеет покрытие золотого цвета. Это снижает цветовую температуру примерно до 5500 К. Большинство «дневных» цветных пленок сбалансировано для этой цветовой температуры. Если используется старая модель вспышки с более высокой цветовой температурой, потребуется установка подходящего светофильтра (перед вспышкой или перед объективом фотокамеры). Если, например, вспышка испускает излучение с цветовой температурой 6500 К, нужен фильтр R2 или R3 (6500 К = 154 миред, 5500 К = 182 миред, сдвиг по шкале равен 182—154=28 миред). Следует ли устанавливать светофильтр на объективе фотоаппарата или на каждом осветителе, зависит от нескольких обстоятельств. Если используется одна импульсная вспышка, но вы работаете со сменной оптикой разного диаметра, будет, очевидно, более экономично поставить светофильтр, не имеющий хорошего оптического качества, перед осветителем. С другой стороны, если вы используете несколько осветителей, предпочтительной будет система светофильтров, устанавливаемая в компендиуме. Если используется только один объектив и один осветитель, надежнее поставить фильтр перед вспышкой, не затрагивая оптику фотокамеры.

### **Нейтральные светофильтры**

Нейтральные светофильтры нужны в студии, так же как и при съемке вне помещения, особенно если требуемая выдержка не может быть обеспечена наличными средствами фотоаппарата. Типичные примеры: когда для достижения определенного эффекта требуется фотопленка с небольшой светочувствительностью; когда нельзя дальше отодвигать некоторые или все источники света, поскольку их точное расположение диктуется композицией освещения; когда мощность источников света нельзя уменьшить, так как это снизит их цветовую температуру; когда необходимо использовать большую диафрагму для уменьшения глубины резко изображаемого пространства; когда нельзя использовать высокие скорости затвора фотоаппарата ввиду ограниченных возможностей синхронизации вспышки или когда возникает ряд указанных обстоятельств одновременно. Во всех этих случаях рекомендуется применять нейтральные светофильтры.

Нейтральные светофильтры также пригодны для «экранирования» части объекта при сложном освещении установками из нескольких ламп «Фотофлуд» или нескольких вспышек или в тех случаях, когда освещение должно охватить большие площади или предметы, расположенные на разных расстояниях. В таких случаях, если экспозицию установить для деталей заднего плана, детали переднего плана часто получают с передержкой. Нейтральный светофильтр, размещенный таким образом, чтобы прикрывать только передний план, помогает создать равномерное освещение. При макросъемках иногда невозможно в достаточной мере ослабить интенсивность излучения студийных ламп или вспышек и избежать передержки. Понижение напряжения электрического питания, подаваемого на студийные лампы, уменьшит их интенсивность, но одновременно понизит и цветовую

температуру, из-за чего такое освещение станет непригодным для съемки на цветную пленку. Мощность некоторых ламп (например, вольфрамо-галогенных) вообще нельзя уменьшить ниже номинальной величины, так как срок их жизни зависит от рабочей температуры, на которую они рассчитаны и которая должна превышать определенный уровень (с. 109). Единственным выходом из всех указанных неблагоприятных обстоятельств является применение нейтрального светофильтра. Опять-таки должен быть обеспечен достаточный объем воздуха, чтобы рассеивать выделяющееся тепло.

Нейтральные светофильтры в студийной работе применяются также в тех случаях, когда необходимо смешать свет источников разной интенсивности (т. е. ламп «Фотофлуд» и вольфрамо-галогенных ламп) при отсутствии оборудования для соответствующей подгонки характеристик освещения; обеспечить постепенное нарастание освещения для создания переменной интенсивности непрерывно по всей освещаемой площади; сбалансировать интенсивность дневного света, поступающего через окно, со светом ламп «Фотофлуд» или вспышки (окно, или его часть, перекрывается подходящим нейтральным материалом); использовать зажженную лампу как часть композиции фотографируемого сюжета (перед лампой помещается подходящий нейтральный светофильтр) и т. п.

Нейтральные светофильтры в кинематографии. В кинематографии часто применяются нейтральные светофильтры и экраны. Они стали особенно популярны с тех пор, как были удовлетворены потребности в высокочувствительной пленке, объективах с большими светосилами и обтюраторах с широким углом раскрытия (для пропускания максимального количества света для каждой экспозиции с установленной выдержкой). Все это киновооружение идеально для съемок при так называемом «имеющемся освещении», т. е. репортажной кинематографии без дополнительной подсветки. Обычно технических возможностей бывает достаточно, чтобы не прибегать при документальных съемках к дополнительному освещению. Но эти возможности «работают» и против оператора, когда он снимает при солнечном освещении. В таких условиях велика опасность передержки даже при наименьшей диафрагме объектива.

Производители высокосветосильных объективов редко бывают в состоянии обеспечить минимальные диафрагмы (менее 16) из-за опасения, что возникнут дифракционные явления, ухудшающие качество изображения. Имеются также проблемы и механического характера, связанные с получением очень маленьких диаметров отверстий. Одним из решений этой проблемы, впервые примененным фирмой «Кодак», была установка нейтральных светофильтров на концах лепестков ирисовой диафрагмы. Такие светофильтры обеспечивают эффективное пропускание, эквивалентное самым маленьким диафрагмам без сопутствующих оптических или механических сложностей. При съемке с большими значениями диафрагмы для уменьшения глубины резко изображаемого пространства нейтральный светофильтр должен быть укреплен перед объективом. Экспонетрическая система некоторых старых автоматических кинокамер не рассчитана на применение высокочувствительной пленки. Чтобы этими камерами можно было снимать, на объектив нужно установить подходящий нейтральный светофильтр для устранения опасности передержки. Этот способ не годится для экспонетрической системы ТТЛ. Ее необходимо «обмануть» установкой диафрагмы вручную. В профессиональной киносъемке оператор обычно устанавливает совмещенный с нейтральным светофильтром цветной светофильтр для достижения определенного эффекта, например управления тонами, контрастом, цветовой компенсации или конверсии. Оптическая плотность нейтральных светофильтров (ND) обычно приведена в кодовом обозначении (с. 78).

Говоря о производстве любительских кинофильмов, нельзя не упомянуть, что все кинокамеры «Супер 8» предназначены для использования пленок, сбалансированных для искусственного освещения. Обычный сюжет в помещении, освещенный средним искусственным светом, темнее сюжета, освещенного средним дневным светом. Поэтому все характеристики указанной кинокамеры, связанные с пропусканием света от объекта к пленке, рассчитаны таким образом, чтобы пропускать максимально возможное количество света. В связи с этим они имеют особосветосильные объективы с эффективным относительным отверстием 1:1,1 (или близким к этому) и углом раскрытия обтюратора 220° вместо нормального 175—180°. Для максимального использования эффективной светочувствительности пленки необходимо применять ее без конверсионного светофильтра. Для этого подбирается соответствующая пленка, сбалансированная для искусственного освещения. Например, наиболее популярная кинопленка «Кодахром» типа А имеет эффективную светочувствительность ИСО 40/17° для искусственного освещения лампами «Фотофлуд». Однако с фильтром для съемок при дневном свете ее светочувствительность падает до ИСО 25/15°, равной светочувствительности пленки «Кодахром» для дневного света без светофильтра. Чтобы упростить обращение с кинокамерой, во все кинокамеры «Супер 8» встроен оранжевый конверсионный светофильтр для экспозиции при дневном свете пленки для искусственного света. Светофильтр следует убирать во время съемки при искусственном освещении. Это делается просто переключением рычага или поворотом ключа, вставленного в гнездо на верхней крышке кинокамеры.

#### **Типы пленки для киносъемки**

Большинство кинопленок формата «Супер 8» принадлежит к типу А. Но фирма «Кодак» выпускает также пленку типа G (общего назначения), которая может экспонироваться при дневном или

искусственном свете. Пленка сбалансирована на цветовую температуру 4500 К, среднюю между цветовыми температурами дневного света (5200 К) и ламп «Фотофлуд» (3200 К). Хотя сюжеты, снятые при искусственном освещении, выглядят слегка теплыми, а снятые при дневном свете — слегка холодными, общий эффект достаточно приемлем. Тем не менее при освещении лампами «Фотофлуд» вместо красного могут появиться телесные тона, особенно если пленка немного недодержана. Многие многолинзовые объективы с переменным фокусным расстоянием и с многослойными просветляющими покрытиями (такие, как у большинства кинокамер «Супер 8») создают слегка более теплый оттенок изображения по сравнению с обычным «средним» изображением. При этом легкий синий оттенок часто менее интенсивен. Он может быть еще более ослаблен с помощью бледно-розового или соломенного светофильтра для исправления цвета неба.

Кинопленка типа G используется с выведенным оранжевым фильтром A—D. Она предназначена для новичков или случайных кинолюбителей, которые хотят снимать и в помещении, и вне его, не заботясь о введении или выведении светофильтра. Несмотря на то что ее цветопередача при разных источниках света не совпадает с цветопередачей нормальных пленок, она тем не менее вполне приемлема для любительских фильмов без повышенных к ним требований. С подходящим цветобалансирующим светофильтром ее общие характеристики могут быть значительно улучшены, хотя это и сводит на нет первоначальную цель простоты работы с кинокамерой<sup>2</sup>.

### **Отклонения качества эмульсии в отдельных партиях**

Технология производства и нанесения фотоэмульсии на пленку требует особой точности. Процесс изготовления эмульсии тщательно контролируется, чтобы не допустить разброса характеристик эмульсии от партии к партии. Тем не менее отклонения все-таки случаются.

<sup>1</sup> Такая система применяется только в любительских кинокамерах зарубежного производства. Отечественные камеры, как правило, встроенного конверсионного фильтра не имеют, и сьемка производится на обычных по цветовому балансу цветных пленках для дневного или искусственного освещения.— *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Универсальная обрабатываемая цветная пленка в нашей стране не выпускается.— *Прим. ред.*

Это обычно не имеет большого значения в черно-белой фотографии, но в цветной фотографии изменения показателей от партии к партии могут привести к нежелательным последствиям. Большинство профессиональных фотографов покупают для себя пленку в значительных количествах, хранят ее в холодильниках, чтобы выполнить определенную съемку на пленке из одной партии. (Для обычных любительских пленок в такой перестраховке нет необходимости.) Это особенно важно, когда необходима точная цветопередача, т. е. при демонстрации мод, портретной съемке, на выставках или в рекламной фотографии.

Большинство профессионалов предпочитают провести испытания каждой новой партии фотопленки, прежде чем приступить к выполнению ответственной работы, или хотя бы только определить ее реакцию на определенное освещение или химический процесс обработки. Испытания проводятся по возможности при нормальных рабочих условиях. В испытания включается съемка нейтрально-серой шкалы отдельно или как части сюжета. Снимки делаются с интервалами по полступени, обычно не более одной ступени в ту и другую стороны от показаний экспонометра. Снимки повторяются с цветокомпенсационным светофильтром плотностью 0,1 во всех шести основных и дополнительных цветах. После проявления результаты испытания оцениваются. Любой требуемый сдвиг в экспозиции или явная потребность в определенном компенсационном светофильтре могут быть замечены и использованы в последующей работе.

### **Отклонения от закона взаимозаменяемости**

Доверие профессионалов к светофильтрам для цветовой коррекции или конверсии иногда может вызвать проблемы при фотографировании на цветные пленки, так что могут потребоваться дополнительные компенсационные фильтры для изменения баланса цветов. Большинство цветных фотопленок, особенно для профессиональных работ, рассчитано на наилучшие показатели цветовоспроизведения при выдержках не более 1/3 с. При слабом освещении, когда требуются более длительные выдержки, разные цветочувствительные слои фотоэмульсии по-разному реагируют на экспозиции, вызывая сдвиг в общем цветовом балансе. Это явление известно как отклонение от закона взаимозаменяемости. Закон взаимозаменяемости утверждает, что влияние света на фотоэмульсию прямо пропорционально общему количеству воздействовавшего на эмульсию излучения, т. е. является произведением интенсивности света, падающего на фотопленку, на продолжительность экспозиции (выдержку). Теоретически это означает, что большое количество света, падающего на фотоэмульсию за короткий промежуток времени, должно создать такую же оптическую плотность, как и небольшое количество за соответственно более длительный промежуток времени. На практике именно это и наблюдается при многих комбинациях выдержки и диафрагмы. Но закон нарушается при очень низких уровнях освещенности, и тогда для получения прежней («нормальной») плотности требуется значительно большая выдержка, чем показывает фотоэкспонометр. Степень увеличения зависит от уровня освещенности и типа используемой фотоэмульсии. Например, для пленки общего назначения может потребоваться увеличение выдержки в два раза по сравнению с выдержкой 8 с, которую

покажет фотоэкспонетр.

В черно-белой фотографии серьезные проблемы этого плана встречаются редко ввиду большой фотографической широты большинства эмульсий и возможностей изменения процесса обработки. С цветными фотоэмульсиями дело обстоит гораздо сложнее. Поскольку три разных цветовых слоя цветной фотоэмульсии по-разному реагируют на длительные экспозиции, окончательный цветовой баланс может вызвать непредвиденные и неестественные результаты. В частности, цветовой баланс может быть искаженным, с тенями в одном цвете (скажем, оранжевом), со светом в дополнительном цвете (синеватом). Даже с цветным негативным фотоматериалом невозможно получить удовлетворительный отпечаток без сложных и трудоемких маскировочных приемов. Чтобы справиться с небольшими отклонениями от закона взаимозаменяемости, были созданы специальные профессиональные фотоэмульсии для длительных экспозиций, обычно обозначаемые как тип L. (Профессиональные фотоэмульсии для съемки с нормальными выдержками обозначаются как тип S.) Они дают правильный цветовой баланс при весьма длительных выдержках, как правило, в интервале значений 1—8 с. При очень длительных выдержках все-таки появляются цветные оттенки, но они однородны по всей тональной шкале и могут быть скорректированы светофильтром в соответствии с таблицами, вложенными в упаковку, или предоставляемыми производителями.

Очень высокие уровни освещенности, требующие исключительно коротких выдержек, также вызывают отклонения от закона взаимозаменяемости, по крайней мере теоретически. Однако современная технология производства фотоэмульсий позволяет устранить для практических целей этот недостаток у большинства пленок. Необходимость разработки такой технологии была вызвана широким применением современных автоматических электронных вспышек, длительность импульса которых при макросъемке составляет  $10^{-4}$  с. В научно-исследовательских работах часто используется высокоскоростная фотография с экспозициями длительностью менее  $10^{-6}$  с. Обработка серийных пленок обычным способом дает при этом вполне удовлетворительные результаты. Единственным исключением является фотоэмульсия типа L для длительных выдержек, которая при очень коротких выдержках дает слабоконтрастное изображение с заметной недодержкой и общим синеватым оттенком. Во всех случаях изготовитель определенной пленки предоставляет подробные рекомендации относительно любых необходимых изменений в экспозиции и процессе обработки, а также желательности применения фильтров для цветных фотоматериалов. Тем не менее там, где решающее значение имеет точный цветовой баланс, очень важно провести контролируемые испытания с каждой партией пленки.

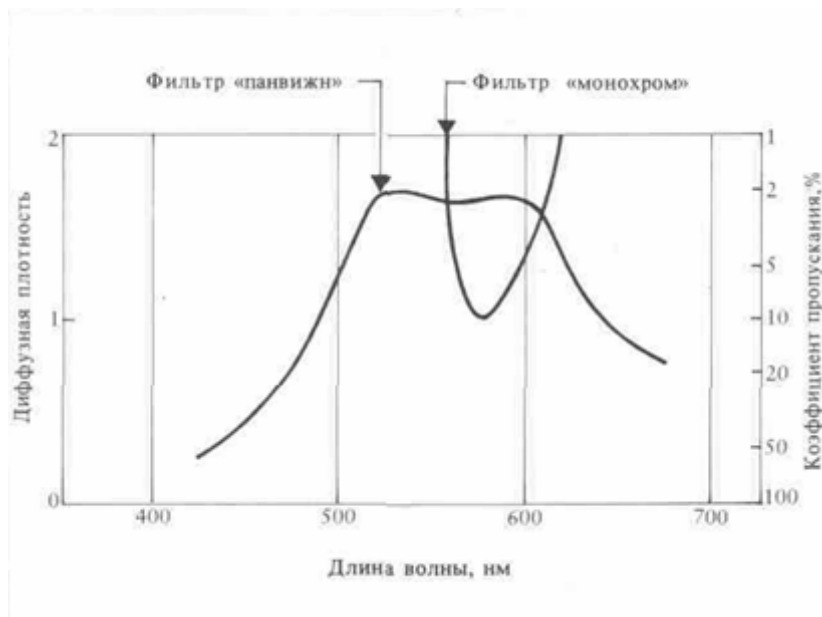
Типичные поправки при отклонениях от закона взаимозаместимости для обращаемых пленок (верхняя часть таблицы) и цветных негативных пленок (нижняя часть таблицы)

		$\frac{1}{f_{100}}$	$\frac{1}{f_{10}}$	$\frac{1}{f_{1}}$	Выдержка, с		
					1	10	100
«Экзакрим 64»	Дневной свет	Нет	Нет	Нет	+1 ступень CC10M	+1 <sup>1/2</sup> ступень CC15M	НР <sup>1</sup>
«Экзакрим 80», профессиональная	Искусственное освещение (ультрафиолетовый свет)	НР	*	*	Нет	+ <sup>1/2</sup> ступень CC10B	НР
«Экзакрим 200»	Дневной свет	+ <sup>1/2</sup> ступень без фильтра	*	*	+ <sup>1/2</sup> ступень CC10B	НР	НР
«Экзакрим 400»	Искусственное освещение (ультрафиолетовый свет)	Нет	*	*	То же	+1 ступень CC15B	НР
«Экзакрим 400»	Дневной свет	*	*	*	<sup>1/2</sup> ступень без фильтра	+1 <sup>1/2</sup> ступень CC10C	+2 <sup>1/2</sup> ступень CC10C
«Экзакрим, инфракрасная»		*	*	+1 ступень CC20B	НР	НР	НР
«Кодаккром 25»	Дневной свет	*	*	Нет	+ <sup>1/2</sup> ступень без фильтра	+2 ступень CC10B	+3 ступень CC20B
«Кодаккром 64»	То же	*	*	*	То же	НР	НР
«Аэфахром 64/100»	*	*	*	*	Без увеличения CC25M	+ <sup>1/2</sup> ступень CC10M	НР
«Аэфахром 201»	Искусственное освещение (ультрафиолетовый свет)	*	*	*	Без увеличения	+ <sup>1/2</sup> ступень	+ <sup>1/2</sup> ступень
«Аэфахром CT 15»	Дневной свет	*	*	*	Длительное экспонирование вызывает желто-зеленый оттенок		
«Аэфахром CT 21»	То же	*	*	*	То же		
«Фуджикром 100»	*	*	*	*	Нет	+1 ступень CC30C	+1 <sup>1/2</sup> ступень CC10C
«Кодакхром 16»	*	*	*	*	+ <sup>1/2</sup> ступень без фильтра	+1 <sup>1/2</sup> ступень CC10C	+2 <sup>1/2</sup> ступень CC10C+100
«Кодакхром 400»	*	*	*	*	То же	+ <sup>1/2</sup> ступень CC10M	+2 ступень CC10M
«Аэфахром CNB»	*	*	*	*	+ <sup>1/2</sup> ступень	+1 ступень	+2 ступень
«Аэфахром CNB 400»	*	*	*	*	+1 ступень без фильтра	+2 ступень без фильтра	+3 ступень без фильтра
«Аэфахром 805»	*	*	*	*	Нет	+1 ступень без фильтра	НР
«Вериклор 16, профессиональная, тип Б»	*	*	*	*	НР	НР	НР
«Вериклор 16, профессиональная, тип Б»	Искусственное освещение (ультрафиолетовый свет)	См. инструкции, прилагаемые к упаковке с пленкой					

<sup>1</sup> НР — использование пленки при таких выдержках не рекомендуется, так как искажения цветопередачи полностью компенсировать невозможно. — Прим. ред.

### Фильтры для визуального контроля сюжета («панвижн»)

Ненадежность человеческого глаза в оценке фотографических качеств фотографируемого сюжета, особенно в толковании оттенков серых тонов, хорошо известна всем профессиональным фотографам и большинству опытных любителей фотографии. Механизм зрительного восприятия исключительно быстро и точно приспосабливается и постоянно компенсирует изменения в контрастах и освещенности. Поэтому, прежде чем снимать сложные по распределению светотени или трудоемкие сюжеты, а также сюжеты, которые нельзя будет повторить, многие фотографы рассматривают будущий сюжет сквозь специальный обзорный фильтр, который называется фильтром визуального контроля сюжета («панвижн»). Его цвет пурпурный. Он имеет два очень полезных свойства. Первое свойство — он изменяет эффективную цветочувствительность глаза таким образом, что она становится близкой к чувствительности типичной (без фильтров) панхроматической эмульсии. Действительно, если поставить желто-зеленый светофильтр правильной передачи цветов (с. 86) перед фильтром визуального контроля и посмотреть сквозь них, то вы увидите почти нейтрально-серое поле. Это значит, что, когда вы смотрите сквозь фильтр «панвижн», вы видите все цвета в таком соотношении тонов, какое будет передано на фотоотпечатке. Второе свойство фильтра «панвижн» — сюжет выглядит как бы лишенным цвета. Вы как бы видите черно-белый отпечаток в соответствующих тонах. Фильтры визуального контроля сюжета в настоящее время в профессиональной фотографии применяются реже, чем в прежние времена.



Спектральное поглощение фильтров двух типов: для визуального контроля сюжета (фильтр «панвижн») и для одноцветного (монохромного) восприятия объекта (фильтр «монохром»).

Это вызвано частично тем, что относительные объемы работ в черно-белой фотографии сокращаются, и частично тем, что в обычную практику вошло пробное фотографирование на материалах «Поляроид» с последующей доводкой композиции и освещения после изучения такого «моментального» снимка. Тем не менее фильтр «панвижн» все еще полезен для любителей черно-белой фотографии. С его помощью можно проконтролировать действие

любого светофильтра, сложив их вместе и проверив вид снимаемой сцены сквозь такой «сэндвич». Фильтры «панвижн» предназначены только для обзорного наблюдения и не используются в качестве съемочных фильтров.

Второй тип светофильтра для обзорного наблюдения, также часто называемый (неудачно) фильтром «панвижн», пропускает только узкую полосу спектра с длинами волн 555—630 нм. Его правильнее следовало бы называть светофильтром для одноцветного монохромного восприятия сюжета («монохром»). Он темно-янтарного или коричневого цвета. Фильтр «монохром» более эффективен, чем настоящий фильтр «панвижн», в превращении цветного сюжета в монохроматический. Но у него есть один серьезный недостаток: он неправильно передает цвета. Например, синий цвет сквозь этот фильтр выглядит очень темным.

## Светофильтры в науке и технике



<sup>1</sup> Рекомендуем также книгу: Блейкер А. Применение фотографии в науке Пер. с англ.— М.: Мир, 1480.— *Прим. ред.*

В науке и технике фотография используется в качестве средства регистрации информации, иногда единственного, на который можно положиться. Она используется для хранения информации и для справочных целей, для анализа в медицине, в научных и технологических исследованиях и разработках, в астрономии и ботанике, для изучения многих других проблем, которые оказывают влияние на нашу повседневную (и будущую) жизнь. Во многих этих сферах применения, как и в других, которые мы уже рассматривали, светофильтры играют важную роль. Однако имеется множество специфических условий, в которых требуется применение особых светофильтров, например фильтров, пропускающих только определенную узкую полосу или линию спектра, фильтров, для которых необходимо чрезвычайно высокое оптическое качество, и многих

других, которые не встречаются в обычной фотографии. Некоторые светофильтры, используемые в науке и технике, интенсивно окрашены, другие, наоборот, исключительно слабые и имеют почти незаметный оттенок. Для таких светофильтров кратность указывается редко; испытания должны проводиться в условиях их применения.

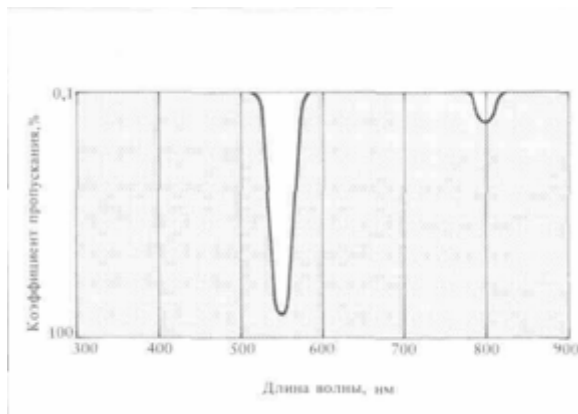
### Интерференционные светофильтры

Обычные окрашенные светофильтры имеют много недостатков, ограничивающих их широкое использование в науке. Например, они подвержены выцветанию. Более того, даже при очень тщательном контроле за составами красителей невозможно изготовить подходящий светофильтр, достаточно точный, чтобы пропустить или поглотить определенную узкую полосу спектра. В таких случаях используются светофильтры, действие которых основано на явлении интерференции. Метод их изготовления аналогичен методу нанесения просветляющих покрытий на линзы фото- и



кинообъективов и другие оптические поверхности. Интерференционные светофильтры изготавливаются нанесением на оптически плоское стекло сверхтонких слоев прозрачных материалов, имеющих попеременно высокий и низкий показатели преломления. Толщина слоев равна четверти длины волны центральной линии полосы спектра, которую светофильтр должен пропустить. В отдельных случаях наносится до 20 и более слоев покрытия. Они наносятся на поверхность методом осаждения паров металла или электронной бомбардировкой в глубоком вакууме. Чтобы характеристики пропускания отвечали необходимым требованиям, число слоев, их толщины и их показатели преломления тщательно подбираются. Интерференционное сложение на поверхностях раздела слоев покрытия обеспечивает полную непрозрачность фильтра для всех длин волн, кроме узкого пропускаемого участка. Поскольку спектральное пропускание таких систем зависит от угла падения света, интерференционные светофильтры должны использоваться в параллельном пучке. Приводимая здесь кривая для типичного интерференционного фильтра имеет очень узкую полосу пропускания.

Спектральное поглощение типичного монохроматического интерференционного светофильтра. Нежелательное пропускание в окрестности 800 нм можно исключить дополнительным светофильтром.



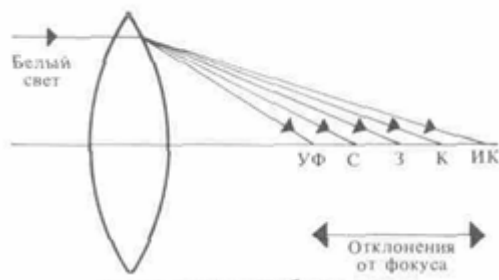
Интерференционные светофильтры имеют много преимуществ. Они изготавливаются по более точной технологии по сравнению с любыми другими типами фильтров для общей фотографии. Кроме их спектральных характеристик пропускания важно и то, что они не оказывают никакого влияния на качество изображения, формируемого оптической системой, с которой они используются. Более того, в отдельных случаях поверхность, на которую наносятся слои светофильтра, может быть частью оптического устройства, формирующего изображение. Наконец, интерференционные светофильтры пропускают значительно больше света в пределах своей полосы пропускания, чем эквивалентные поглощающие светофильтры. В связи с трудностями нанесения слоев на большие поверхности, интерференционные светофильтры имеют сравнительно небольшие размеры. Они также и дороги, но благодаря очень длительному сроку службы их стоимость обычно оправдывается.

### Микрофотография

Микрофотография используется как любителями, так и профессионалами. Эта интереснейшая отрасль фотографии не только позволяет получать фотографии объектов, не различимых невооруженным глазом, но и дает возможность фиксировать для изучения и исследования такие детали, которые нельзя получить никаким другим способом. Кроме решения таких практических вопросов, как выбор необходимых элементов оборудования, выявление их особенностей, объединение их в безопасную, жесткую, тщательно отлаженную систему, необходимо решить и ряд других проблем, связанных с оптикой и освещением.

Рекомендуем также книгу: Бергнер, Гельбке. Мелисс. Практическая микрофотография. Пер. с нем.— М.: Мир, 1977.

Осевая хроматическая aberrация в объективе создает цветную окантовку вокруг точно сфокусированного цвета



Одна из проблем возникает в связи с тем, что большинство объективов микроскопов, за исключением самых лучших, имеющих совершенную оптику (и соответственно более дорогих), не отрегулировано таким образом, чтобы концентрировать в одной точке фокуса все цвета видимого спектра. В результате возникает продольная хроматическая aberrация, обусловленная зависимостью показателя преломления

от длины волны. Разные спектральные цвета фокусируются в разных плоскостях (синие ближе к объективу, чем красные). На изображении появляются нерезкие окрашенные полосы, окружающие точно сфокусированный цвет.

Объективы микроскопов предназначены для визуальной работы и соответственно сконструированы для точной фокусировки изображения в пределах желто-зеленой области спектра, т. е. области наибольшей чувствительности глаза. Глаз обычно не замечает нерезких цветных полос. Но когда микроскоп используется для фотографической регистрации объекта, регистрируется также эта нерезкая цветная кайма. Полученные таким способом фотографии часто непригодны для оценок в науке или технике. При работе с объективами микроскопов, обладающими какой-либо формой хроматической

абберации, простейшим способом ее устранения является отфильтровывание нежелательных участков спектра, обычно красного и синего, поскольку на этих участках объектив не обеспечивает точной фокусировки изображения. Для этих целей используется желто-зеленый светофильтр. Подобного отфильтровывания не требуется для объективов, устраняющих хроматическую aberrацию. В лучших объективах сочетаются пары линз с различными показателями преломления, которые подобраны так, что взаимно уничтожают хроматическую aberrацию. Такие объективы называются ахроматами. Они устанавливаются на более дорогих моделях микроскопов. С расширением сферы применения фотографии микроскопы с ахроматическими объективами становятся обычными приборами в учебных заведениях и исследовательских организациях, где фотографическая регистрация данных требуется для последующего анализа.

В ахроматах хроматическая aberrация полностью исправляется только для двух длин волн, обычно в желто-зеленой и синей областях спектра. Для некоторых видов работ, например в цветodelении и графике, требуются объективы с совпадающими точками фокуса трех основных цветов: красного, зеленого и синего. Такие объективы называются апохроматами. Они также используются в высококачественных микроскопах. Совсем недавно стала возможной еще более точная коррекция, т. е. уже четыре группы световых волн приведены к единому фокусу. Обычно это три основных цвета плюс инфракрасный. Для таких объективов, называемых суперахроматами, не требуется исправления продольной хроматической aberrации в интервале длин волн 400—1000 нм ни с помощью фильтров, ни с помощью других средств.

Продольную хроматическую aberrацию не следует путать с поперечной aberrацией. Последняя влияет на увеличение изображения и проявляется в виде цветной каймы на краях изображения. Этот недостаток редко обнаруживается у короткофокусных объективов. Обычно он встречается у длинно- или особо-длиннофокусных объективов. Он особенно вреден в полиграфии при цветodelительных работах, когда точный размер изображения является определяющим. Указанный недостаток очень трудно исправить. Он усиливается с увеличением фокусного расстояния объектива.

Другой областью, в которой фильтры помогают улучшить резкость изображения, создаваемого объективом микроскопа, является исправление aberrаций при наблюдении бесцветных объектов, таких, как металлы. Пропускание в этом случае ограничивают очень узкой полосой спектра, чтобы обеспечить максимальные пропускательную способность и резкость изображения для данного объектива. Для этого подбирают основную длину волны, объединяя два или более светофильтра. Если пропускание ограничить полосой в желто-зеленой области спектра, микроскоп можно сфокусировать визуально без применения светофильтров (если комбинация светофильтров обладает слишком высокой оптической плотностью). Полученная резкость изображения считается достаточной для фотографических целей.

Краситель	Негативный материал	Светофильтр	
Синий	Цианин	Ортохроматический	Зеленый или оранжевый
	Генциановый фиолетовый		
	Азур-эозин	Панхроматический	Средний желтый
	Гематоксилин Метиленовый синий		
Красный	Эозин	Ортохроматический	Зеленый
	Фуксин		
	Кармин	Панхроматический	Красный (для высветления)
Сафранин			
Желтый	Судан	Ортохроматический	Синий (для притемнения)
	Зеленый	Пикриновая кислота + индигокармин	Панхроматический

Есть еще одна причина для использования светофильтров в микрофотографии — это необходимость повышения контраста при изучении некоторых объектов или явлений. К ним относятся признаки механических напряжений, пятна, пораженные ткани и т. п. Для всех подобных объектов выделение разницы между ними и окружающим фоном важнее правильной цветопередачи или передачи тона. Например, некоторые объекты, такие, как бактерии, видны в микроскоп, только если они предварительно окрашены и сфотографированы с помощью подходящего контрастного светофильтра. В качестве красителей в микрофотографии чаще всего используют красные и синие красящие вещества. Наиболее подходящие для них светофильтры должны быть окрашены в дополнительные цвета. Некоторые сведения о красителях и цветах подходящих для них светофильтров даны в приведенной ниже таблице. Как можно видеть, имеется одно или два исключения из правила о соотношении дополнительных цветов. Важно сделать объект достаточно контрастным на окружающем его фоне.

Имеется много случаев, когда фотография в инфракрасных лучах становится средством регистрации участков, невидимых при нормальном освещении. Многие насекомые и моллюски, например, имеют твердый наружный покров из прозрачного для инфракрасного излучения хитина (основного компонента наружного скелета большинства членистоногих). Это обстоятельство позволяет фотографировать внутренние органы и части организма животных на инфракрасную фотопленку с

Есть еще одна причина для использования светофильтров в микрофотографии — это необходимость повышения контраста при изучении некоторых объектов или явлений. К ним относятся признаки механических напряжений, пятна, пораженные ткани и т. п. Для всех подобных объектов выделение разницы между ними и окружающим фоном важнее правильной цветопередачи или передачи тона. Например, некоторые объекты, такие, как бактерии, видны в микроскоп, только если они предварительно окрашены и сфотографированы с помощью подходящего контрастного светофильтра. В качестве красителей в микрофотографии чаще всего используют красные и синие красящие вещества. Наиболее подходящие для них

подходящим инфракрасным светофильтром. Сначала фокусировка проводится сквозь темно-красный светофильтр. Для экспозиции его заменяют инфракрасным фильтром. Даже карбонизированные остатки хитина и многие другие карбонизированные остатки (волосной покров животных, рыба чешуя, пыльцевое зерно, остатки скелетов и т. п.) проницаемы для инфракрасных лучей. Это излучение проникает даже сквозь кератин (роговое вещество) волос.

Развитие и использование инфракрасной микрофотографии имеет долгую историю, восходящую к началу 30-х годов. Ученым, экспериментировавшим с инфракрасным излучением, открылись ранее невидимые детали клеточного строения живых растений. Однако в некоторых случаях съемка и без обычного инфракрасного светофильтра давала первоклассные микрофотографии поперечных срезов тканей почек и мышц. Одновременно удалось получить резкое изображение и в синей области спектра, к которому инфракрасная пленка также чувствительна. Ученый Мареш использовал участок спектра в окрестности 1300 нм. Он применял инфракрасный микроскоп, объединенный с электронно-оптическим преобразователем. При увеличении в 600 раз он смог обнаружить поры под чешуйками крыла мотылька и рассмотреть структуру визуально непрозрачного верхнего крыла жука-древоточца, которое служит футляром для заднего крыла.

Фильтры для микрофотографии обычно помещают между источником света и конденсором микроскопа. Некоторые приборы имеют специальные приставки, прикрепленные к самому конденсору. При выборе светофильтра следует избегать излишнего контраста, так как это может привести к образованию непроницаемых теней, лишенных деталей. От светофильтров, используемых в микрофотографии как для обзора, так и для фотографических целей, не требуется высокого оптического качества. Нет особой необходимости и в том, чтобы они имели точный цвет. Часто можно использовать практически любой прозрачный окрашенный материал. Однако помещенные близко к лампе хрупкие ацетатные или желатиновые светофильтры могут быть повреждены. Лучше использовать желатиновые фильтры, заделанные между стеклами и окрашенные в массу. Наиболее популярные фильтры имеют следующие размеры: круглые 32 мм, квадратные 50 мм. Первый укрепляется под оправой конденсора, второй — перед лампой.

Способ крепления зависит от типа используемого освещения. Когда свет от источника отражается зеркалом, достаточно одной оправы конденсора. Когда же источник света является составной частью микроскопа, требуется более жесткое крепление. При необходимости фильтр оптического качества можно поместить на стол микроскопа под предметное стекло. Если нет стеклянного или желатинового светофильтра с определенным коэффициентом пропускания, используются жидкостные светофильтры. Они представляют собой заполненные жидкостью стеклянные кюветы с параллельными стенками. При особой необходимости можно воспользоваться двумя пластинками акрила с зажатым между ними тщательно вырезанным U-образной формы отрезком развернутой резиновой трубки диаметром 20 мм. Коэффициенты пропускания разных жидкостных светофильтров можно найти в литературе.

В микрофотографии также используются интерференционные светофильтры. Они особенно полезны для пропускания излучения в особо узких полосах спектра в случаях, когда окрашенные светофильтры с такими же характеристиками будут иметь слишком высокую оптическую плотность. Как указывалось выше, интерференционные светофильтры объединяют высокую избирательность с высокой пропускательной способностью.

Как ни странно, но в микрофотографии встречаются случаи, когда освещение оказывается слишком сильным. Так, например, пульсирующая ксеноновая дуга и вольфрамо-галогенная лампа являются отличными источниками освещения для инфракрасной цветной фотопленки. Однако вследствие сравнительно высокой чувствительности пленки требуется нейтральный светофильтр, чтобы уменьшить интенсивность излучения. В оптимальном случае, чтобы обеспечить необходимый цветовой баланс, должна быть создана нейтральная оптическая плотность введением в фильтр дисперсного углерода и дисперсного серебра в пропорции 1 : 2. Если в качестве источника света используется электронная вспышка или если съемка производится на фотооборудовании с ограниченным набором скоростей затвора, для получения черно-белых фотоснимков можно использовать обычные нейтральные светофильтры. Многие кристаллические материалы поляризуют свет. Часто (например, в петрологии) для получения удовлетворительных микрофотографий использовать поляризационные светофильтры просто необходимо. Между двумя поляризационными светофильтрами помещают исследуемый образец. Затем один из фильтров (анализатор) вращают до получения максимального контраста.

#### **Фотографирование в инфракрасных лучах**

В большинстве областей применения фотографии в научно-исследовательской работе и технике светофильтры играют важную роль. Многие области применения фотографии, такие, как копирование или исследование документов и картин, аэросъемка, патология растений, гидрология, геология, экология, археология и многие другие, в основном базируются на методах, использующих инфракрасное излучение, инфракрасные материалы и светофильтры. В ряде случаев, особенно в криминалистике, в интересах выявления истины и с целью преодоления страха или робости животных и людей используется фотосъемка в полной темноте. Эти методы хорошо разработаны и

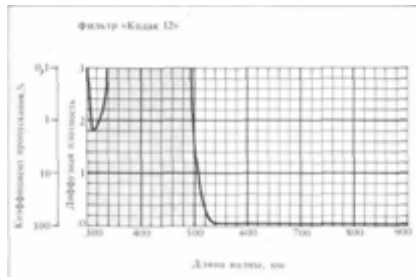
документированы, но не входят в тематику данной книги. Для получения удовлетворительных результатов при спектральной чувствительности доступных материалов требуется применение светофильтров. Как правило, инфракрасные пленки чувствительны до длин волн в интервале значений 700-850 нм. Различные эмульсии, разработанные для научных целей, регистрируют излучение еще более длинных волн. Имеются два основных метода инфракрасной фотографии. В первом объект фотосъемки «освещается» инфракрасной составляющей обычного дневного света. Во втором он освещается искусственным источником инфракрасного излучения. Черно-белые фотопленки, сенсibilизированные к такому излучению, кажутся значительно менее чувствительными по сравнению с нормальным фотоматериалом. Это происходит потому, что экспозиция делается с темно-красным («черным») или инфракрасным светофильтром.

Поскольку инфракрасное излучение рассеивается атмосферой значительно меньше, чем излучение других длин волн, фотоснимки, сделанные на открытом воздухе с инфракрасным светофильтром, передают детали на очень большом расстоянии от аппарата с улучшенным контрастом и почти без воздушной перспективы. В связи с этим инфракрасная фотография особенно ценна для аэроразведки и исследовательских работ.

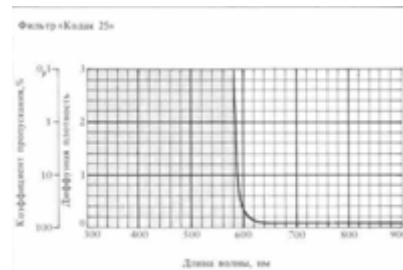
<sup>1</sup> Рекомендуем также книгу: Гибсон Х. Фотографирование в инфракрасных лучах. Пер. с англ.— М.: Мир, 1982.

Высокий коэффициент отражения инфракрасных лучей хлорофиллом позволяет осуществлять аэросъемку сельскохозяйственных угодий, особенно в целях обнаружения и контроля болезней растений (с. 135). Поскольку фотоэмульсиям, чувствительным к инфракрасному излучению, присуща заметная зернистость, а фотообъективы не дают резкого изображения в инфракрасной области спектра (если они не предназначены для этого специально), снимки на таких пленках нуждаются в привязке к местности.

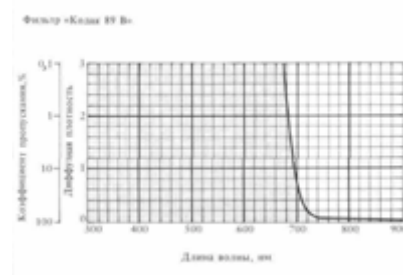
**Слева и справа**



Спектральное поглощение светофильтров, которые могут быть использованы для аэрофотосъемки в инфракрасных лучах. Фильтры 12 и 25 устраняют дымку и поглощают синюю часть спектра. Фильтр 89В поглощает весь видимый свет, когда требуется съемка только в инфракрасных лучах (см также с. 135).



По этой причине аэросъемка в инфракрасных лучах обычно сопровождается одновременным фотографированием на панхроматической пленке с темно-желтым (отсекающим дымку) светофильтром. Технология инфракрасной фотосъемки не связывает работу фотографа с ясной погодой. Инфракрасные фотоматериалы устраняют дымку между самолетом и земной поверхностью, которая в противном случае затусовала бы детали и уменьшила контраст. В условиях мглы или легкого тумана, когда видимость сравнительно ограничена, инфракрасная фотография удваивает расстояние видимости и может дать особенно интересные результаты с телеобъективом при съемках объектов, находящихся на далеком расстоянии. Она



не позволяет устранить туман, независимо от того, что по этому поводу пишется в научно-фантастической литературе. Никому не дано обойти законы преломления света.

Излучение лампы-вспышки и электронной вспышки имеет высокое содержание инфракрасных лучей. Поэтому обе могут использоваться как в помещении, так и вне его. Когда существенно важно полностью отсечь видимое излучение, на лампу надевается чехол из нескольких слоев материала, пропускающего инфракрасные лучи, но непрозрачного для видимого света. В помещении, например, много инфракрасных съемок проводится в криминалистике, поскольку большинство материалов, искусственно окрашенных красками или пигментами, имеет в инфракрасной области совсем иные отражательные свойства, чем материалы или вещества, имеющие естественную окраску. При нормальном дневном или искусственном освещении их характеристики могут быть похожими или даже идентичными. Типографские и художественные краски, которые могут казаться одинаковыми в видимом свете, имеют различия, если материалы осветить только инфракрасным «светом» и сфотографировать на чувствительную к этому излучению фотопленку сквозь соответствующий светофильтр. Эта методика применяется в следственной работе для раскрытия подделок, уточнения времени изготовления изделий, обнаружения филолистических подделок, а также при исследовании реставрируемых картин и т. п. Когда сравнивают материалы и вещества, исследуемый объект и известный образец фотографируют одновременно, чтобы исключить возможность различий из-за

несоответствия экспозиций или процессов обработки и т. п. В медицине инфракрасным фотографированием очень четко обнаруживается структура кровеносных сосудов, находящихся непосредственно под кожным покровом. Недостаточная проработка деталей на лицах людей, сфотографированных на инфракрасную пленку, объясняется тем, что человеческая кожа прозрачна для этого излучения и фотография регистрирует инфракрасные лучи, отраженные слоями мышц, находящимися под поверхностью кожи.

Чувствительность и спектральные характеристики инфрочувствительных фотоматериалов при хранении заметно ухудшаются. Целесообразно покупать их непосредственно перед употреблением. Черно-белые инфракрасные фотопленки следует хранить в холодильнике в их первоначальной упаковке при температуре около 13°C или ниже. Пленки, предназначенные для длительного хранения (6 мес. или более) или для особых целей, следует хранить при температуре от —18 до —23°C. Вынимать из холодильника пленку надо за 4 ч до использования. Это исключает не только возможность физического повреждения фотопленки (которая становится хрупкой на холоде), но также и конденсацию атмосферной влаги. Если фотопленку нельзя проявить немедленно после экспонирования, ее следует вновь положить в холодильник.

Как объяснялось ранее (с. 135), инфракрасная цветная фотопленка является пленкой условной цветопередачи. С поглощающим синее излучение светофильтром при аэрофотосъемках она регистрирует невидимые изменения геологических структур и растительности. Это делает ее особенно ценной при изучении лесных массивов, сельскохозяйственных угодий, земных недр и археологии. Цветные инфракрасные пленки, как и черно-белые, портятся при высоких температурах или высокой влажности: снижается их чувствительность к инфракрасному излучению и возникает сдвиг в цветовом балансе в сторону голубого (сине-зеленого) цвета, а также снижаются общая светочувствительность и контраст. Их следует хранить в таких же условиях, что и черно-белые инфракрасные фотопленки. После извлечения из холодильника оба типа пленки нужно выдержать в течение 6—8 ч при температуре окружающего воздуха.

В инфракрасной фотографии фильтры, как правило, необходимы. Один из видов светофильтров совершенно не пропускает видимого света. Такие фильтры имеются в некоторых фотопринадлелностях. Типичным примером может быть приспособление для дистанционного управления затвором фотоаппарата. Этот прибор состоит из передатчика и приемника; последний соединяется с затвором. В оптические схемы и передатчика, и приемника включены инфракрасные фильтры, которые непроницаемы для видимого света. Во время работы передатчик посылает невидимый сигнал, воспринимаемый приемником, который приводит в действие затвор. Этот прибор можно использовать в дневное и ночное время.

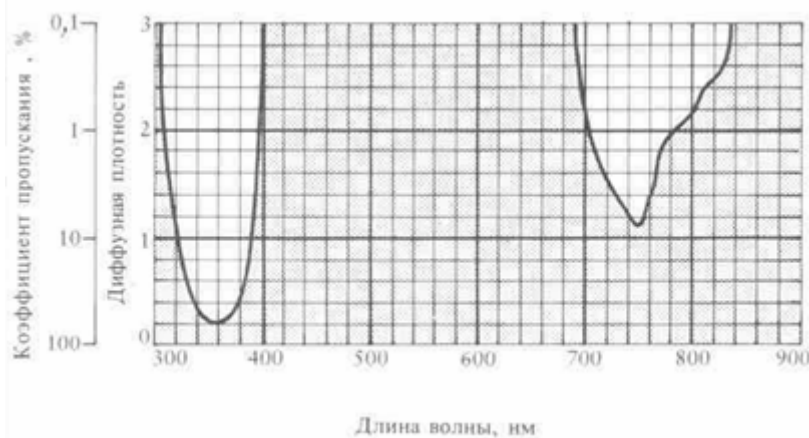
#### **Фотографирование в ультрафиолетовых лучах**

Рассматривая фотосъемку в невидимых лучах, нельзя не упомянуть об использовании фотографии в ультрафиолетовых лучах в научно-исследовательской работе и технике. Специфические области применения включают дерматологию, документалистику, дактилоскопию, металлургию, минерологию и микрофотографию. Ультрафиолетовое излучение охватывает область спектра от 10 до примерно 380 нм. В интервале значений длин волн 10—200 нм оно поглощается атмосферой и известно как «космический ультрафиолет». Этот участок спектра не играет большой роли в обычной фотографии. Но он важен в астрономических исследованиях за пределами атмосферы. Второй участок подразделяется по биологическому принципу на интервалы УФ-А (320—380 нм) и УФ-В (200—320 нм). Излучение УФ-А вызывает загар на коже, а УФ-В обжигает ее.

Земные источники ультрафиолетового излучения испускают оба типа лучей А и В, которые могут стать опасными, если не проявлять известную осторожность. Это не просто вопрос загара. Если посмотреть на источник ультрафиолетового излучения, не имея подходящей защиты для глаз, можно получить непоправимые повреждения роговой оболочки глаза. Колбы источников ультрафиолетового излучения и объективы для работы с таким излучением изготовлены из кварца, поскольку стекло непрозрачно для большей части ультрафиолетового спектра. Однако, как мы уже видели (с. 72), ультрафиолетовое излучение типа А частично пропускается многими объективами. Изображения объектов, освещенных излучением в этой области спектра, будут зарегистрированы и без кварцевого объектива, хотя с некоторыми современными объективами, имеющими низкий коэффициент пропускания в ультрафиолетовой области, возможно, потребуется длительная выдержка или большие значения диафрагмы. Излучение типа А имеет больше областей практического применения в фотографии, чем излучение типа В, но и оно ограничено специальными видами работ.

Конечно, ультрафиолетовые лучи присутствуют в солнечном свете, но они излучаются также и искусственными источниками света. Для фотографии в ультрафиолетовых лучах можно приспособить флюоресцентные лампы. Для этого на внутренние поверхности колб наносится покрытие из фосфора, который поглощает УФ-излучение типа В и испускает УФ-излучение типа А. Лампы, которые испускают только ультрафиолетовое излучение и не испускают видимого излучения, часто называют

«лампами черного света». Стекло колбы делает непрозрачным для видимого света, добавляя специальные наполнители, такие, как коллоидное серебро. В стандартных ультрафиолетовых осветителях могут быть использованы ртутные лампы низкого давления. Так называемые ртутные лампы высокого давления являются небольшими трубчатыми лампами с кварцевой колбой. Для их питания нужны повышающие трансформаторы. Требуется несколько минут, чтобы они разогрелись, после чего они испускают УФ-излучение типа А высокой интенсивности. Вследствие малых размеров этот источник особенно пригоден для микрофотографии и ультрафиолетовой спектрографии. Если в сердечники стержней из углеродистых материалов ввести некоторые химические добавки, можно получить дуговые лампы, испускающие очень интенсивное ультрафиолетовое излучение. «Дуга» является потоком исключительно горячего ионизованного газа, который образуется между двумя раскаленными электродами и испускает свет. Постоянное расстояние между электродами по мере их выгорания поддерживается специальным электромагнитным устройством. Несмотря на высокую интенсивность излучения, дуговые угольные лампы неудобны, особенно в любительской практике, из-за неустойчивой работы. Более эффективны кадмиевые электроды, образующие дугу высокой интенсивности с доминирующей длиной волны 275 нм. Если поместить электроды в кварцевую трубку, заполненную ксеноном, дуга будет излучать не только ультрафиолетовое излучение, но и видимый свет, и инфракрасное излучение. Это еще один ценный источник освещения для микрофотографии. Автоматические электронные вспышки также испускают ультрафиолетовое излучение. Вспышки, трубки которых кроме ксенона заполнены также криптоном или аргоном, излучают свет еще интенсивнее.



Спектральное поглощение визуально непрозрачного («черного») светофильтра (18A) который пропускает только ультрафиолетовый и инфракрасный свет. Как указано в тексте он используется для фотографии в ультрафиолетовых лучах. Даже обычные лампы-вспышки испускают некоторое количество ультрафиолетового излучения.

Чтобы полностью использовать все достоинства съемки в ультрафиолетовых лучах, необходимо не пропускать видимый свет к фотопленке. Подходящих желатиновых светофильтров для этого не имеется. Удобны стеклянные

фильтры, прозрачные для УФ-излучения типа А (например, «Кодак 18А»). Необходимо предотвратить попадание в объектив видимого излучения. Самыми лучшими для этих целей являются навинчивающиеся светофильтры. Если же используется держатель компендиума, необходимо экранировать рассеянный свет, поступающий с боков. Чтобы правильно выбрать подходящий светофильтр для съемки в ультрафиолетовых лучах, необходимо изучить его кривую поглощения. Он должен быть полностью непроницаем для видимого света и полностью прозрачен для ультрафиолетового излучения. Для работы в полосе В ультрафиолетового спектра необходим фотообъектив с линзами из кварца. Такие объективы выпускаются для профессиональных фотоаппаратов или могут быть взяты напрокат у поставщиков специального оборудования, как и интерференционные светофильтры. Нужны особые приемы для определения экспозиции и для фокусировки фотоаппарата. Если нет специального фотоэкспонетра, прикройте фотоэлемент обычного фотоэкспонетра ультрафиолетовым фильтром или наденьте такой фильтр на объектив фотоаппарата с экспонетрической системой ТТЛ. Экспозиции, по всей вероятности, будут весьма продолжительными, но целесообразно выбрать наибольшую из допустимых. Возможна небольшая потеря резкости, так как ультрафиолетовые лучи часто фокусируются ближе к объективу, чем лучи видимого света. Чтобы увеличить резкость изображения на пленке, нужно дополнительно уменьшить диафрагму объектива на две ступени.

#### **Фотографирование флюоресцентного свечения.**

Одной из областей обычного применения ультрафиолетового излучения в фотографии является регистрация флюоресцентного свечения. Для этого вида фотографии можно использовать обычные стеклянные объективы, так как фотографируется видимая флюоресценция, а не отраженное ультрафиолетовое излучение. Этот метод широко применяется в криминалистике: даже при очень слабой флюоресценции цветная фотопленка в состоянии зарегистрировать характерный цвет, обусловленный флюоресценцией различных веществ, что позволяет обнаружить эти вещества. Следы веществ в тканях (даже после неоднократной стирки), пятна крови, разные виды бумаги, вытравленные с документов вещества являются типичными объектами для обнаружения методом флюоресцентной фотографии. Осветительные установки для флюоресцентной фотографии в основном имеют тот же вид, что и для фотографирования в прямом

ультрафиолетовом свете. Однако при флюоресцентной фотографии непосредственно перед ртутным источником света помещают визуально непрозрачный светофильтр, пропускающий только ультрафиолетовое излучение, которое направляется на исследуемый предмет. Одновременно на объектив фотоаппарата надевается второй фильтр, полностью поглощающий ультрафиолетовое излучение, чтобы предотвратить его воздействие на эмульсию. Это обеспечивает регистрацию на пленке только флюоресцентного свечения.

Если свечение достаточно яркое, светящееся изображение может быть сфокусировано визуальным видоискателем зеркальной фотокамеры. Но показания встроенного фотоэкспонетра системы ТТЛ должны приниматься с осторожностью. Показания экспонометра, направленного на объекты, светящиеся оранжевым светом, например, будут достаточно точными, так как этот участок спектра находится в пределах спектральной чувствительности даже сернисто-кадмиевых (CdS) фотоприемников старого типа. Другие цвета могут потребовать серии «вилочных» экспозиций. Но это полезно делать в любом случае, поскольку имеется небольшая разница не только в показаниях разных фотоэкспонетров, но и чувствительности разных цветных фотопленок к флюоресцентному излучению.

### **Специальные области применения**

Специальные области применения светофильтров в науке и технике многочисленны и обширны. В ряде случаев используются обычные фотографические светофильтры. Некоторые специальные макрообъективы для съемок крупным планом имеют свои собственные встроенные кольцевые электронные вспышки, окружающие спереди внешние элементы объектива. С ними можно использовать поляризационные или нейтральные светофильтры. Может потребоваться, чтобы свет такой автоматической электронной вспышки, отраженный влажными губами, деснами, зубами или внутренними органами, был ослаблен или вообще поглощен, если нужно зарегистрировать мелкие детали. Может также потребоваться и уменьшение интенсивности света вспышки.

Селективные светофильтры. Эти специальные фильтры служат для выделения определенных участков спектра ртутных источников освещения. Есть три основных типа таких фильтров: желтый монохроматический, который пропускает свет в полосе 577—579 нм и в остальной части спектра с более длинными волнами; фиолетовый монохроматический, который пропускает сине-фиолетовый свет линии 436 нм и темно-фиолетовый свет линии 408 нм, а также ультрафиолетовое излучение линии 398 нм. Есть также зеленый монохроматический фильтр, который пропускает примерно 10% зеленого света с длиной волны 546 нм и около 0,2% в области желтых линий. В зависимости от типа светофильтра указанные данные слегка различаются. Последние достижения в технологии нанесения интерференционных покрытий привели к созданию светофильтров с полосой пропускания шириной менее 9 нм. Они могут выделить любую линию ртутного спектра, обеспечив коэффициент пропускания более 90%. Эти фильтры имеют одно важное применение — воспроизведение лазерных голограмм.

Полиграфия. Для полиграфии требуются специальные цветоделительные светофильтры с узкими полосами пропускания. Они должны быть оптически однородными. Чтобы максимально уменьшить риск изменений в размерах отдельных цветоделенных изображений и обеспечить точное совмещение окончательного изображения на репродукции, обычно приходится пользоваться желатиновыми светофильтрами. Поскольку комбинации трех цветных печатных красок, используемых в цветной полиграфической репродукции, не позволяют точно воспроизвести чистые серые тона, а также обеспечить необходимую величину оптической плотности черного цвета, в дополнение к трем цветоделенным изображениям для цветных красок делается четвертое изображение, называемое цветоделенным изображением для черной краски. Такое изображение обычно получают с оригинала с помощью желтого светофильтра, который обеспечивает приблизительно правильную градиционную передачу нейтральных участков. Иногда приходится делать полутоновые негативы с отпечатка, который флюоресцирует. В этом случае может понадобиться поглощающий ультрафиолетовое излучение фильтр, который устанавливается перед источниками света, если это дуговые фонари или ртутная лампа. Регулировка контраста достигается с помощью слабых желтых или пурпурных компенсационных светофильтров. Желтый светофильтр может также улучшить характеристики не очень качественного репродукционного фотообъектива.

### **Фотометрические фильтры.**

При сравнении фотометром интенсивностей излучения разных источников света могут понадобиться специальные фотометрические светофильтры. Если эти источники значительно отличаются по цветовой температуре, может оказаться трудным, или даже невозможным, балансировка фотометра. В этом случае на одну из сторон фотометрической головки устанавливается селективно-поглощающий фотометрический светофильтр, чтобы уменьшить разницу цветовых температур источников для определения действительной яркости. Предназначенные исключительно для визуального наблюдения и сравнения фотометрические светофильтры этого типа выпускаются обычно двух цветов — синие и желтые. Синий светофильтр обычно вставляется в канал фотометра, связанный с эталонным

источником, а желтый — в канал со сравниваемым источником света. Разные светофильтры каждой серии повышают или понижают цветовую температуру, что измеряется сдвигами в миредах по сравнению с определенным стандартом, которым обычно является небольшая лампа накаливания, горящая не в полный накал, что удлиняет срок ее службы. Эти светофильтры созданы специально для визуального сравнения и непригодны для фотографии.

#### **Жидкостные светофильтры.**

Жидкостные светофильтры применяются не только в микрофотографии. Например, с их помощью можно обеспечить точный контроль цветовой температуры в лаборатории. Фильтры Христиансена и Дэвиса-Гибсона играют важную роль в сенситометрических измерениях. Для многих измерений цветовой температуры средний полуденный солнечный свет является главным стандартом. Он был принят решением Национального бюро стандартов США как средняя величина результатов измерений в полдень во время летнего и зимнего солнцестояний 21 июня и 21 декабря 1926 г. Аналогичные характеристики источника воспроизводятся в лабораторных условиях вольфрамовой лампой накаливания при строго контролируемом напряжении, при котором она излучает свет данной цветовой температуры. Этот свет пропускается затем сквозь фильтр Дэвиса-Гибсона, состоящий из двух секций, каждая из которых заполнена жидкостью определенного химического состава.

#### **Встроенные светофильтры**

Кроме светофильтров, встроенных в объективы фотоаппаратов и увеличителей (с. 58, 209), имеются также фильтры внутри корпусов аппаратов и электронных вспышек. У незеркальных фотоаппаратов, имеющих дальномерное фокусирующее устройство, одно из изображений, видимое сквозь окошечки дальномера, окрашено (обычно в бледно-желтый, розовый или соломенный цвет), чтобы создать контраст между двумя изображениями. Это облегчает процесс совмещения обоих изображений для правильной фокусировки, особенно когда объект съемки имеет белый цвет или слегка окрашен. Светофильтры помещают иногда перед фотоэлементами экспонометров для изменения их спектральной чувствительности с целью приближения ее к чувствительности нормальной панхроматической или цветной фотопленки. Иногда фотоэкспонометры целиком заключают в корпус, изготовленный из материала светофильтра. Нейтральные светофильтры используют во многих автоматических электронных вспышках. В некоторых случаях их применяют для регулирования чувствительности датчика автоматики, чтобы скомпенсировать изменение чувствительности пленки. В других случаях при фотографировании с коротких расстояний их размещают перед датчиком, чтобы снизить мощность вспышки до половины, четверти или еще меньшей доли полной мощности. Они могут быть установлены и внутри фотоэкспонометров, чтобы изменять переход на шкалы «слабый свет» и «сильный свет».

## Светофильтры в фотолаборатории



Неактивная лампа для небольшой фотолаборатории. Цветные колпаки взаимозаменяемы «Патерсон»

Большинство светофильтров, о которых до сих пор шла речь, используется для изменения характеристик освещения в изобразительной фотографии. Они размещаются перед объективом, внутри него или позади него, а также перед источником света, освещающим фотографируемый объект. Светофильтры, расположенные на пути пучка света, формирующего изображение, т. е. между объектом и фотопленкой, на которой регистрируется изображение, должны иметь высокие оптические качества. Они не должны искажать изображение, за исключением случаев, когда требуются особые эффекты и используются различные светофильтры для достижения этих эффектов (с. 124—142) или специальные насадки (с. 143—158). От светофильтров, размещаемых перед источником света и влияющих только на свет, падающий на объект съемки или другие части сюжета, оптических качеств не требуется.

Важно только, чтобы они пропускали или поглощали свет в определенном интервале длин волн видимого (или невидимого) спектра, ослабляли отражения или выполняли с требуемой степенью точности любые другие функции, для которых они предназначены.

Имеется также несколько других типов светофильтров, используемых на второй стадии фотографического процесса, после экспонирования фотопленки. Это светофильтры, применяемые в процессе обработки фотопленок, печати и обработки последующих отпечатков. Некоторые из этих фильтров изменяют цвет рабочего освещения, в то время как другие изменяют спектральные характеристики экспозиционного света при печати. Поэтому светофильтры для фотолаборатории можно подразделить на неактивные, фильтры для контроля, а также светофильтры для печати. За исключением светофильтров для печати, которые используются в момент экспозиции между



объективом увеличителя и фотобумагой, оптические качества и характеристики других фильтров для фотолаборатории не имеют никакого значения. Поэтому затраты на производство таких светофильтров и их цены не столь высокие, как у съёмочных светофильтров, имеющих высокое оптическое качество. Небольшие повреждения подобных светофильтров не так важны, если не затронуты их спектральные характеристики. Несмотря на это, с ними, конечно, следует обращаться осторожно.

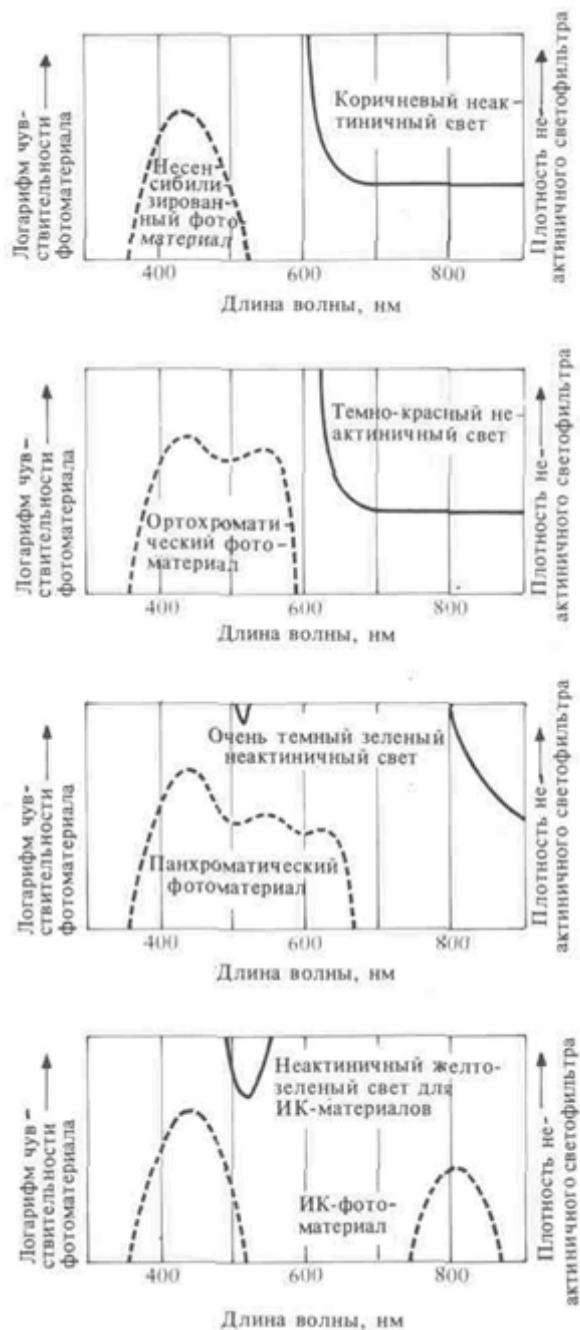
### **Неактиничные светофильтры**

Что такое неактиничное освещение? Фотопленка и фотобумага чувствительны в разной степени к разным участкам спектра. По отношению к светофильтрам для фотолаборатории это значит, что их характеристики должны быть связаны в первую очередь с видимым спектром, хотя как черно-белые, так и цветные фотоматериалы чувствительны также и к ультрафиолетовому свету. Неактиничный свет является просто видимым излучением, испускаемым источником света в полосе спектра, к которому фотоматериал чувствителен в наименьшей степени или не чувствителен совсем. В первом случае освещение должно быть достаточно низкой интенсивности, источник излучения должен находиться на достаточном расстоянии, а фотоматериал подвергаться облучению в течение достаточно короткого промежутка времени. Во втором случае благодаря полной нечувствительности материала к излучению в определенной полосе спектра нет нужды действовать так осторожно, как в первом случае. Черно-белые негативные и обрабатываемые фотопленки отличаются от черно-белой фотобумаги не только материалом подложки для фотоэмульсии, формой или форматом. Основная разница между ними заключается в их спектральной чувствительности. Большинство фотопленок является панхроматическими, в то время как черно-белая фотобумага для контактной и проекционной печати чувствительна главным образом к синему или к синему и зеленому свету; граница «отсечения» зависит от типа бумаги. У бумаг переменной контрастности, таких, например, как «Илфоспид малтигрейд» и «Кодак поликонтраст», чувствительность фотоэмульсии растянута в зеленую область спектра. Эти фотоматериалы чувствительны к излучению в пределах примерно 350—570 нм.

Очевидно, что теоретически не существует такого освещения (в пределах видимого спектра), при котором можно было бы обрабатывать панхроматическую пленку без риска засвечивания. На практике, однако, по мнению производителей фотопленок, имеются определенные возможности для неактиничного освещения. Для панхроматических эмульсий это обычно очень тусклый зеленый свет, и то при условии, что фотоматериал освещается непрямим светом и в течение очень коротких периодов времени. В идеале же, конечно, панхроматические фотопленки должны всегда проявляться в полной темноте. Ортохроматические эмульсии можно вполне безопасно обрабатывать при темно-красном неактиничном освещении, поскольку к красному свету они не чувствительны. С черно-белой бумагой для печати можно работать в широком диапазоне цветов неактиничного света при условии, что он содержит только такие участки спектра, к которым фотоэмульсии не чувствительны. Если спектр излучения источника неактиничного света содержит именно эти участки спектра и сам источник света вполне исправен, с фотобумагой можно работать в течение длительного времени при прямом свете почти независимо от его интенсивности. На практике только некоторые неактиничные светильники достаточно точно пропускают и поглощают излучение, обеспечивая полную безопасность. Поскольку осветительный прибор со светофильтром имеет небольшие размеры, лампа также должна быть небольшой, чтобы обеспечить достаточную естественную вентиляцию. Слишком мощная лампа может вызвать выцветание светофильтра или его разрушение, в результате чего источник начнет испускать излучение с другими длинами волн. Поэтому для каждого источника неактиничного света рекомендуется лампа определенного размера и мощности и указывается рабочее расстояние от прибора до светочувствительного фотоматериала.

Черно-белые фотобумаги для увеличений не чувствительны к красному, оранжевому и желтому свету. Многие из них не чувствительны также к зеленому свету. Бумагу «Илфорд малтигрейд» можно обрабатывать при светло-коричневом неактиничном свете (фильтр № 902), если мощность лампы не превышает 15 Вт.

Спектральное поглощение обычных неактиничных светофильтров и спектральная чувствительность фотоматериалов, для которых они предназначены.



В зависимости от материалов, из которых изготовлен источник неактиничного света, допустимая мощность его лампы обычно составляет 15—40 Вт. Один из распространенных источников неактиничного света состоит из пластмассового корпуса конической и цилиндрической формы или формы бутылки, в основании которого укреплен патрон для лампы. На корпус навинчивается или прикрепляется зажимами колба из цветного полупрозрачного материала, который является неактиничным светофильтром. Другой распространенный прибор имеет металлический короб, также содержащий патрон с лампой. На одной стороне корпуса имеется «окно» для цветного неактиничного светофильтра, который может быть изготовлен из окрашенного стекла или желатиновой пленки, проложенной между стеклянными пластинами.

Пластмассовые источники неактиничного света сравнительно недороги и популярны у начинающих фотографов и работников небольших фотолабораторий. Они обеспечивают требуемый уровень освещенности, и только сам цветной колпак нуждается в замене по мере старения светофильтра. Этот прибор можно ставить на плоскую поверхность или подвешивать в горизонтальном положении. Его нельзя вешать колбой вниз, так как фильтр может перегреться. Ни в коем случае нельзя превышать рекомендованную мощность лампы. Второй тип осветительного прибора — короб более практичен и эффективен для профессионалов и опытных любителей, имеющих большую фотолабораторию. Такой фонарь имеет различные размеры, до 20X X 25 см и даже более. Его можно ставить или наклонять под любым углом; фильтры легко и быстро заменяются в соответствии с обрабатываемым материалом. Стоимость такого прибора выше, чем пластмассового, но фильтры сравнительно

недороги. В этом осветительном приборе можно применять более мощные лампы с более ярким светом. Одно время выпускались лампы с неактиничными стеклянными колбами. Они имели такую же форму, что и бытовые осветительные лампы. На их поверхность наносился лак соответствующего цвета; их можно было вставлять в обычный электропатрон для осветительных ламп. Со временем под действием света и температуры лак выцветал, иногда трескался и даже отслаивался. Лампы-фильтры становились непригодными. Такие лампы сейчас не выпускаются. Они заменены более эффективными и более надежными источниками неактиничного света.

Яркое освещение эмульсий, чувствительных к синему свету, создается натриевой лампой, такой же, как и желтая натриевая уличная лампа. В отличие от вольфрамовых ламп накаливания, большая часть излучения которых теряется, будучи поглощенной светофильтром, натриевые лампы испускают излучение в очень узкой полосе спектра, около 589 нм, с очень слабым непрерывным спектром (обусловленным высокой рабочей температурой). Узкополосный светофильтр, который поглощает весь фон, позволяет использовать свет такой лампы более эффективно и с меньшими затратами энергии. Недавно был создан другой эффективный источник неактиничного света для фотопечатных лабораторий. Это флюоресцентная лампа, покрытая слоем фосфора, который испускает флюоресцентное свечение в желтой полосе спектра. Лампа покрыта лаковым светофильтром, который поглощает ультрафиолетовое излучение и побочный актиничный свет. Этот тип источника неактиничного света имеет огромное преимущество, так как почти не создает теней из-за своей длины

(1,2 м). Другое преимущество состоит в том, что такие лампы дают сравнительно «холодный» свет и имеют длительный срок службы. Они вставляются в обычные патроны. Очень часто их продают спаренными со второй лампой белого дневного света и переключателем для включения одной лампы при выключении второй.

Еще одной новинкой является лабораторный источник неактиничного света для цветной печати со светоизлучающими диодами. Диоды специально подбираются таким образом, чтобы испускался свет в очень узкой полосе спектра шириной менее 20 нм. Крайние области спектра отделяются светофильтром резкого отсечения. Совсем недавно создан еще более новый вид прибора, основанный на том же принципе, но с пульсирующим светоизлучающим диодом. Он испускает свет, в 2,5 раза более яркий, но в такой же узкой полосе спектра. Этот твердый источник света имеет несколько преимуществ: имеет плоскую форму, не выцветает, не изменяет цвета и не выделяет тепло. Выпускаются различные источники неактиничного света для негативно-позитивной обработки цветных фотоматериалов, обрабатываемых цветных фотопленок и инфракрасных материалов. Допустимо освещение фотоматериалов таким светом до 10 мин на расстоянии 1 м.

Для работы с цветными фотоматериалами имеются также традиционные неактиничные светофильтры. Для печати с цветных негативов это очень темный зеленовато-коричневый светофильтр. Полоса пропускания этого светофильтра попадает в разрыв между чувствительностями красного и зеленого слоев фотоэмульсии. Аналогичный, хотя и еще более темный, источник неактиничного света выпускается для обрабатываемой цветной фотобумаги, используемой для получения фотоотпечатков с диапозитивов. Он значительно менее безопасен, и изготовители бумаги рекомендуют проводить ее обработку в полной темноте. Имеются также неактиничные светофильтры для инфракрасной черно-белой фотопленки (зеленые) и для голографических эмульсий, чувствительных к излучению гелий-неонового и рубинового лазеров (сине-зеленые). Эмульсии, чувствительные к излучению аргонового и гелий-кадмиевого лазеров, могут обрабатываться при красном неактиничном для ортохроматической эмульсии свете. Эмульсии, чувствительные к рентгеновским лучам, также могут обрабатываться при таком свете, хотя для этой цели имеются специальные красно-коричневые светофильтры.

Источники неактиничного света для фотолабораторий должны быть так установлены, чтобы давать достаточное общее бестеневое освещение рабочего места, лабораторных часов и участка обработки. Электропровода не должны заземляться дверьми (в том числе шкафов или сушилок), станком для обрезки снимков, а также навешиваться на подобные предметы или увеличитель. Они должны находиться на достаточном удалении от мест, где имеется опасность контакта с жидкостями. Рассеянный свет, отраженный белым потолком или стенами, создает равномерное без теней вполне достаточное освещение, которое не вызывает усталости глаз. Однако необходимо помнить, что ни один вид неактиничного освещения не является абсолютно безопасным при любых обстоятельствах, в особенности тот, который предназначен для работы с панхроматическим или цветным фотоматериалом. Неразумно, в частности, увеличивать мощность лампы сверх рекомендованной или подносить ее к рабочему месту ближе, чем рекомендуется. В лучшем случае вы получите отпечаток с завуалированными светлыми частями, в худшем — грязный недостаточно контрастный отпечаток, который придется срочно извлечь из проявителя, иначе он станет совсем черным.

#### **Проверка неактиничности освещения.**

Перед использованием любого нового неактиничного светофильтра рекомендуется провести испытание для определения безопасного рабочего расстояния и времени освещения фотоматериалов, с которыми он будет применяться. Для этого полоска фотоматериала освещается неактиничным светом на обычном рабочем месте в течение разных периодов времени, включая время сверх нормы. Фотоматериалы в основном более чувствительны к вуалированию после экспозиции, чем до нее. Поэтому проверку лучше всего проводить после экспонирования фотоматериала.

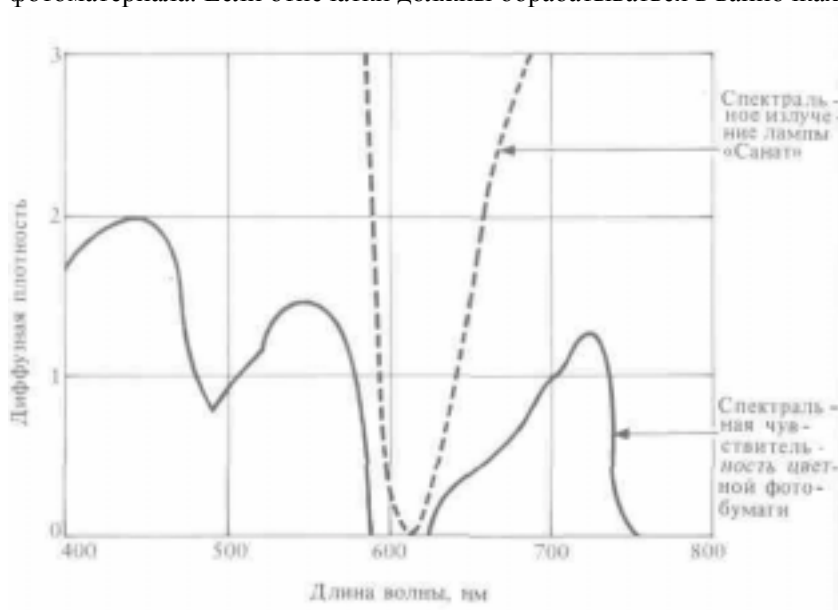
Сначала возьмите в темноте лист фотобумаги достаточных размеров, скажем 13X 10 см, экспонируйте ее, например, при свете фотоувеличителя без негатива в негативной рамке с закрытой диафрагмой в течение 1—2 с, чтобы она стала слегка завуалированной до очень бледно-серого цвета. Сделайте несколько экспозиций, полностью проявите полоски и сравните с полоской, закрепленной без проявления. Для этого испытания не пользуйтесь красным поворотным светофильтром фотоувеличителя. Как и все другие рассмотренные неактиничные светофильтры, он подвержен выцветанию, и его также нужно периодически проверять. Дешевле заменить неактиничный светофильтр, чем портить фотобумагу.

Затем все еще в полной темноте положите в линию шесть монет на полоску фотобумаги. Включите неактиничный свет на 15 с. Потом закройте непрозрачной заслонкой часть бумаги с первой монетой. Экспонируйте в неактиничном свете оставшуюся часть бумаги еще 15 с. Закройте участок бумаги со второй монетой. Остаток бумаги с монетами экспонируйте при неактиничном освещении в той же последовательности в течение 30 с, затем соответственно 1, 2 и 4 мин. Таким образом, участки бумаги будут экспонированы в течение 15 и 30 с, 1, 2, 4 и 8 мин соответственно. Выключите неактиничный

свет и проявите фотобумагу в нормальном режиме, но в полной темноте. После обработки изучите экспонированную фотобумагу: не видны ли очертания какой-либо из монет. Те монеты, которые будут видны, укажут время, которое нельзя превышать при обработке с источником неактиничного света, расположенным на определенном расстоянии; иначе появится вуаль. Для гарантии за предел допустимого времени неактиничного освещения материала перед обработкой примите предыдущую ступень, считая от экспозиции с видимыми очертаниями монеты. Кстати, это испытание надежно, если в фотолабораторию не попадает посторонний свет, в том числе свет, проникающий сквозь щели фотоувеличителя. Любой посторонний свет обесценивает результаты проверки и создает ложное представление, обычно в ущерб неактиничному свету. Можно провести тест на наличие постороннего света в таком же порядке, но уже с выключенным неактиничным светом. Необходимо помнить, что ламповый отсек фотоувеличителя также может быть источником «утечки» света, поэтому необходимо провести отдельное испытание с включенным увеличителем, закрыв крышкой его объектив.

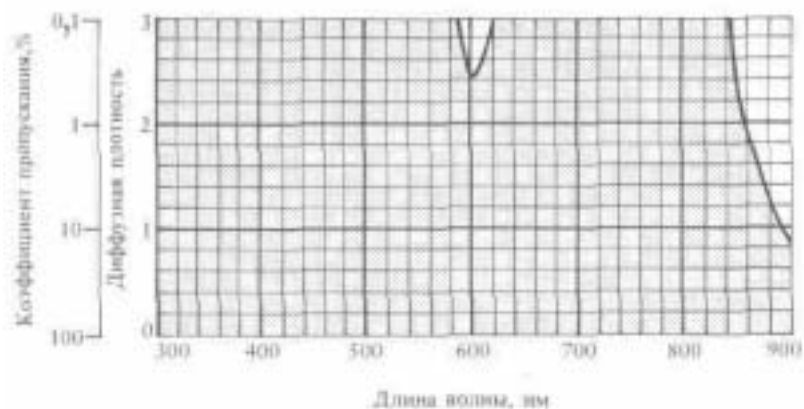
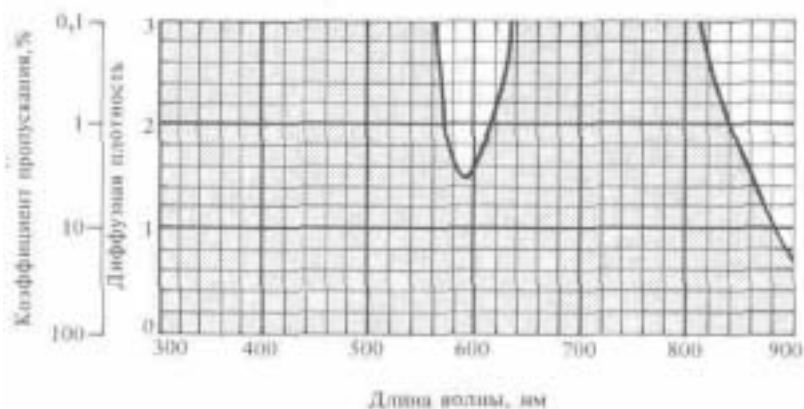
### Неактиничное освещение для цветных фоторабот

Бумага и материалы для цветной фотопечати, вполне естественно, чувствительны ко всем цветам спектра (включая ультрафиолетовый и даже инфракрасный). Соответственно их лучше всего обрабатывать в полной темноте. Это не столь уж трудное дело. Процесс состоит из нескольких последовательных простых действий: извлечь из пакета или коробки лист фотобумаги, поместить его до экспозиции в кадрирующую рамку, затем из рамки в светонепроницаемый бачок для проявления. Бумага для печати с цветного негатива имеет три эмульсионных слоя. Максимумы их чувствительности разнесены дальше друг от друга, чем максимумы чувствительности трех слоев цветной фотопленки. В частности, имеется промежуток между спектральными чувствительностями «красной» и «зеленой» эмульсий. Специальный источник неактиничного света позволяет использовать этот промежуток. Он имеет узкую полосу пропускания в области минимальной чувствительности фотоматериала. Если отпечатки должны обрабатываться в ванночках, неактиничный свет может



Излучение натриевой лампы «Санат». Цветная фотобумага нечувствительна к излучению в окрестности длины волны 600 нм (в области максимального излучения лампы), но слабо чувствительна к излучению с длиной волны более 650 нм. В связи с этим время экспозиции должно быть ограничено, чтобы избежать вуалирования.

Спектральное поглощение двух неактиничных светофильтров для цветных фотоматериалов. Верхний темно-желтый («Кодак № 8»), нижний темно-янтарный («Кодак № 10»). Однако лучше работать в полной темноте.



оказаться полезным для поиска ванночек и т. п. Но не уменьшайте рекомендованное минимальное рабочее расстояние, иначе фотобумага может быть засвечена. Цветная фотопленка для надежности должна обрабатываться в полной темноте. Производители сообщают специфические рекомендации относительно безопасного освещения для разных фотоматериалов. Эти рекомендации (или их эквиваленты) должны всегда соблюдаться. При сомнении необходимо увеличить рабочее расстояние. Но все же лучше работать при рассеянном свете или в полной темноте.

### **Поворотные светофильтры фотоувеличителей**

Обычно для получения неактивного освещения на фотобумаге при печати снимков служит красный или темно-оранжевый светофильтр, смонтированный под объективом большинства фотоувеличителей. Он ставится на пути пучка света, чтобы можно было правильно разместить фотобумагу на доске-основании до экспозиции и провести окончательное уточнение композиции. Экспонировать фотоматериал можно поворотом светофильтра за пределы пучка света. Закрывать объектив фотоувеличителя после экспозиции можно обратным поворотом светофильтра. Этот светофильтр пригоден только для черно-белой фотобумаги для увеличений и не может использоваться для защиты цветных фотоматериалов. Необходимо провести испытание этого светофильтра, подобное проверке неактивности освещения, с каждым видом бумаги, используемой вами для увеличительных работ.

Очень необычное применение фильтра, нанесенного прямо на линзу, продемонстрировано на объективе увеличителя «Шнейдер компутар DL» (фокусное расстояние 25 мм, светосила 2,8). Это короткофокусный широкоугольный объектив, предназначенный для больших увеличений на коротком расстоянии с устранением виньетирования и неравномерности освещения, характерных для объективов этого типа. На некоторые поверхности этого объектива наносится фильтр-покрытие нейтральной оптической плотности, чтобы частично поглощать световые лучи, проходящие сквозь центральную область. Это покрытие действует аналогично металлическим маскам звездчатой формы, которые использовались в ранних конструкциях широкоугольных объективов для ограничения пропускания центральных лучей света и предотвращения ослабления освещенности на краях поля съемки. Такое устройство было обычным в тех ранних конструкциях фотоаппаратов.

### **Светофильтры для фотобумаг переменной (регулируемой) контрастности**

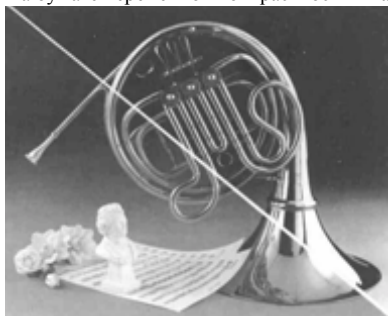
Чтобы делать отпечатки с разнообразных по качеству и контрасту черно-белых негативов, выпускается много видов фотобумаги. Фотоэмульсия каждой из таких бумаг имеет свои характеристики по контрастности. Бумага, обычно называемая мягкой (№ 1), используется для печати с очень контрастных негативов, полученных при фотографировании контрастных объектов, или с негативов, которые были случайно или преднамеренно перепроявлены, а также когда требуются «мягкие» снимки, имеющие небольшую тональную разницу. С другой стороны, контрастная (№ 3) или особоконтрастная

(№ 4) фотобумага используется для печати с малоконтрастных негативов, полученных при фотографировании малоконтрастных объектов, или с негативов, которые были неправильно экспонированы и (или) недопроявлены.

Наряду с этими фотобумагами производятся также бумаги переменной (регулируемой), или множественной, контрастности. Самая известная из них — ламинированная бумага «Илфоспид малтигрейд», т. е. бумага, основа которой покрыта с обеих сторон полиэтиленом. Переменная контрастность на одной и той же фотоэмульсии достигается тем, что она изготавливается из смеси кристаллов галогенида серебра, чувствительных к зеленому и синему свету. Кристаллы, чувствительные к зеленому свету, обуславливают более слабую контрастность по сравнению с кристаллами, чувствительными к синему свету. Малоконтрастное изображение получается при экспонировании под негативом той части эмульсии, которая чувствительна только к зеленому свету, а высококонтрастное изображение — при экспонировании части эмульсии, чувствительной только к синему свету.

<sup>1</sup> Указанные зарубежные градации бумаги не следует сопоставлять с принятыми ранее в отечественной фотографии обозначениями «по номерам контрастности», которых было семь.— *Прим. ред.*

На бумаге переменной контрастности «мал-тигрейд» можно получать более контрастные и более мягкие изображения

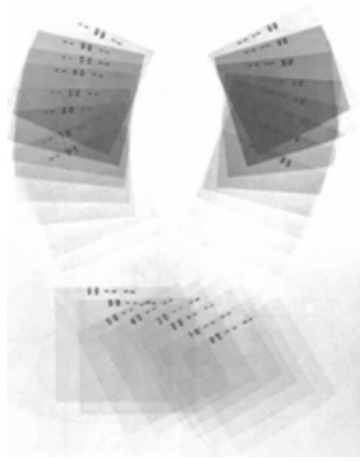


Изменяя соотношение синего и зеленого в экспозиционном свете, можно получить бесконечное число вариантов контрастности. Как и другие фотоматериалы переменной контрастности, «Илфоспид малтигрейд» печатается через фильтры. Имеется семь таких фильтров на полиэфирной основе высокого оптического качества, предназначенных для использования с объективом любого малоформатного или среднеформатного фотоувеличителя. Они выпускаются также в наборах для держателей светофильтров цветных фотоувеличителей.

Низкая и высокая контрастности на фотобумаге «Илфоспид малтигрейд» создаются вручную: желтый светофильтр, поглощающий синий и пропускающий зеленый свет, создает малоконтрастное изображение; пурпурный светофильтр, поглощающий зеленый и пропускающий синий свет, создает высококонтрастное изображение. Путем тщательного подбора насыщенности этих светофильтров можно получить практически все градации контрастности. На фотобумаге «Илфоспид малтигрейд» с помощью семи светофильтров можно получить более широкий диапазон контрастностей, чем на всех номерах (от нулевого до четвертого) обычных фотобумаг для печати фирмы «Илфорд». Каждый светофильтр набора имеет пластмассовый держатель, на котором указан его номер. Фильтр с наименьшим номером — темно-желтый, а с наибольшим номером — темно-пурпурный. В комплект входит также специальный держатель для закрепления светофильтров под объективом фотоувеличителя. Отпечатки с нормальной контрастностью делаются без светофильтров. При использовании светофильтров ступени между градациями контрастности у фотобумаги переменной контрастности меньше, чем у фотобумаг с обычной фотоэмульсией. При этом можно добиться как бы и дробных величин каждой ступени, если часть печатающей экспозиции осуществлять с фильтром, а часть — без него.

Изменение выдержки, требуемое для изменения градации с помощью светофильтров для фотобумаг переменной контрастности, можно быстро подсчитать, в то время как при работе с обычными фотобумагами необходимо провести сначала опытную печать и только после этого делать оценки. Простым подбором фильтров можно изменить контрастность разных частей отпечатка, чтобы они соответствовали сюжету и требуемому эффекту. Это открывает огромные перспективы для художественного мастерства фотографа, который сам печатает свои снимки. Использование фотобумаги переменной контрастности для черно-белой печати предоставляет определенные преимущества работнику фотолаборатории. Например, отпадает необходимость иметь на одном рабочем месте множество пакетов с фотобумагами разных типов, подложек и размеров, чтобы работать с большим числом разнообразных негативов. Кроме того, представляется возможность изменять контрастность отдельных частей отпечатка с помощью разных манипуляций со светофильтрами.

Головка «Малтигрейд» для фотоувеличителя. Фирма «Илфорд» производит специальную цветосмесительную головку для средних и больших фотоувеличителей, которая позволяет вводить ряд светофильтров «Малтигрейд» в пучок света поворотом держателя, имеющего вид телефонного диска. Фильтры легко менять и возвращать на место при экспозиции разных участков отпечатка. Некоторые производители фотоувеличителей изготавливают специальные переходные адаптеры для существующих цветосмесительных головок, снабженных фильтрами, требуемыми для печати на фотобумаге «Илфорд малтигрейд». Фирма «Лейтц», например, выпустила специальный адаптер «Малтигрейд» для своего малоформатного фотоувеличителя «Вэлой». Он имеет специальное



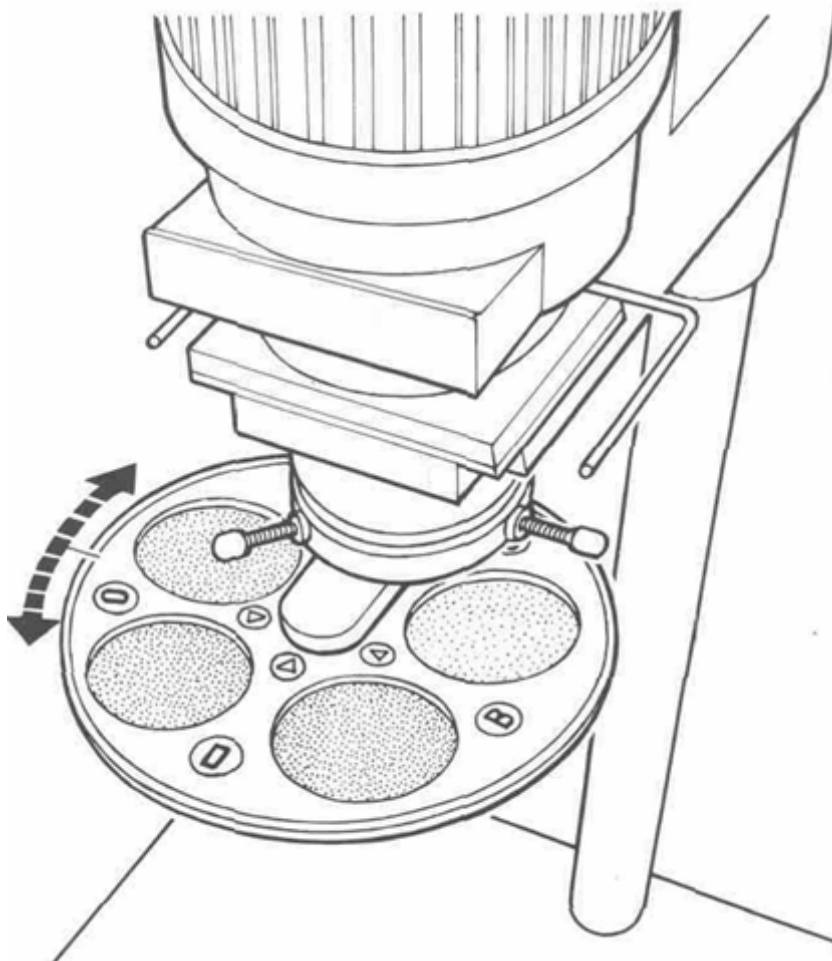
приспособление для удаления светофильтров при фокусировке и т. п. и возвращения их на место, когда они требуются для экспозиции. Между прочим, нет особой необходимости использовать ни светофильтры фирмы «Илфорд» для ее фотоматериалов «Малтигрейд», ни специальные адаптеры, производимые для различных фотоувеличителей. Если у вас есть фотоувеличитель с обычной цветосмесительной головкой, вполне логично использовать ее желтый и пурпурный светофильтры для печати на фотобумаге «Малтигрейд». Установка желтого и пурпурного светофильтров полностью обеспечивает регулирование контраста. Но если бы даже сначала и потребовались какие-либо проверки для определения влияния именно этих фильтров на градацию, такую проверку, конечно, стоит провести. Маловероятно, конечно, что фильтры в обычной цветосмесительной головке фотоувеличителя обеспечат максимальную контрастность, достижимую со специальными

светофильтрами фирмы «Илфорд». Также нельзя считать, что определенные номера фильтров фирмы «Илфорд» указывают именно те градации, которые они помогают создать.

Желатиновые пластинки без оправы, вставляемые в гнездо для фильтров цветного фотоувеличителя

### Светофильтры для цветной печати

Так же как и эмульсии цветных фотопленок, эмульсии цветных фотобумаг для увеличения состоят из слоев, чувствительных к отдельным основным цветам: синему, зеленому и красному (хотя, к сожалению, пики спектральной чувствительности каждого из них весьма далеко отстоят друг от друга и не могут обеспечить полной цветовой насыщенности и предотвратить взаимное влияние одного слоя на другой). Эти слои экспонируются при печати с негатива (или диапозитива), и во время последующего проявления отпечаток воспроизводит цвета оригинала. Если бы характеристики всех красителей, используемых в цветных фотоматериалах, были безупречными и



всегда воспроизводились бы от партии к партии и если бы печатающий свет точно соответствовал по характеристикам свету первоначальной экспозиции, а также свету, для которого сбалансированы фотоматериалы, фотобумага могла бы экспонироваться под негативом или диапозитивом без какой-либо дополнительной фильтрации. К счастью, точное соответствие таким жестким условиям не обязательно, поскольку при печати можно использовать светофильтры для регулирования спектрального состава света, достигающего фотобумаги в процессе увеличения.

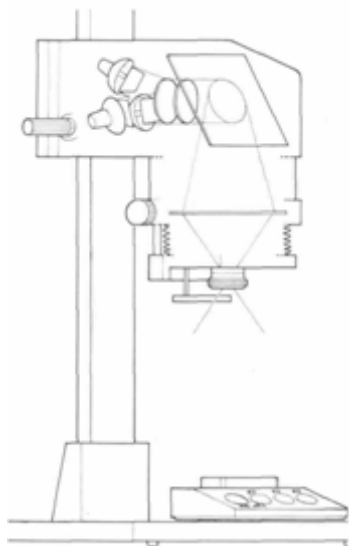
Аддитивные светофильтры, используемые под объективом увеличителя, должны обладать высоким оптическим качеством и быть абсолютно чистыми

Имеются два основных метода цветной фотопечати: аддитивный и субтрактивный. Каждый имеет свои преимущества и недостатки. При печати по аддитивной схеме осуществляется серия отдельных экспозиций сквозь фильтры трех основных цветов.

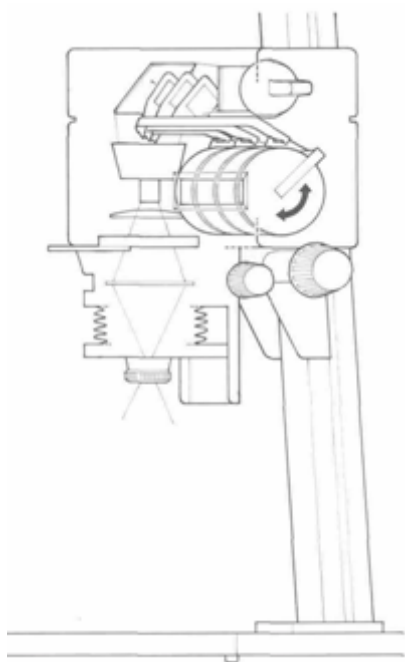
Продолжительность экспозиции сквозь каждый светофильтр регулируется до достижения требуемого цветового баланса. При субтрактивной схеме печати используются дополнительные цвета: пурпурно-красный, голубой и желтый. Пурпурный фильтр, пропуская синий и красный, поглощает зеленый цвет. Голубой, пропуская синий и зеленый, поглощает красный цвет. Желтый, пропуская зеленый и красный, поглощает синий цвет.

Фильтры можно размещать на пути пучка света фотоувеличителя тремя способами: под объективом (между объективом и фотобумагой) на пути пучка света, формирующего изображение; в специальном лотке (выдвижной кассете) над негативной рамкой; внутри цветосмесительной головки или осветительного устройства. Первый способ обычно используется при работе со светофильтрами для аддитивного метода печати. Преимущество этой системы — потребность только в трех светофильтрах, но, поскольку они размещаются на пути света, формирующего изображение, они должны иметь высокие оптические качества.

Цветной фотоувеличитель фирмы «Филипс» с цветосмесительной головкой для аддитивной цветной печати.



Недавно фирма «Филипс» выпустила фотоувеличитель, который имеет встроенные в осветительное устройство светофильтры трех основных цветов, каждый с собственной лампой небольшой мощности, с помощью которой производится экспозиция фотобумаги. Вторым способом (выдвижная кассета) используется главным образом в субтрактивном методе цветной фотопечати. Этим методом делается одна экспозиция сквозь «пакет» субтрактивных светофильтров, имеющих разные оптические плотности. Использование единичных аддитивных светофильтров в выдвижной кассете создает опасность сдвига изображения между экспозициями.



Типичный увеличитель для субтрактивной цветной печати с тремя дихроичными светофильтрами и калиброванными ручками для управления их положением.

Размещение светофильтров в осветительном устройстве — самый удобный вариант, хотя и довольно дорогостоящий. Светофильтры, называемые «дихроичными», обычно наносятся на стекло и действуют как интерференционные светофильтры (с. 179). Дихроичные светофильтры более всего подходят для размещения в цветосмесительных головках, поскольку они устойчивы к высоким температурам и их можно устанавливать в световом потоке низковольтных вольфрамо-галогенных ламп, являющихся обычно источниками света в таких устройствах. Их эффективность зависит от тщательного смешения света в цветосмесительной камере, изготовленной из белого полистирола или другого материала, имеющего высокие отражательные свойства. В одном из фотоувеличителей используется стекловолоконная оптика для передачи света из цветосмесительной камеры к негативной рамке, чтобы свести к минимуму возможные потери света осветительной системы фотоувеличителя.

Ручки управления каждым светофильтром позволяют фотографу изменять спектральный состав поступающего на негатив печатающего света, вводя или выводя фильтры в соответствии со

шкалой плотности. В настоящее время используются три такие шкалы: «Кодак», «Агфа» и «Дурст». Большинство производителей цветной фотобумаги для печати указывают основные данные по установке фильтров для каждой партии фотоматериалов. Эта информация обычно печатается на каждом пакете или коробке фотобумаги и служит руководством для получения пробных отпечатков. Базовая установка балансных фильтров в настоящее время составляет обычно 40 пурпурного и 40 желтого. Это «красное смещение» означает, что почти нет необходимости вводить голубой светофильтр, который имеет высокую кратность.

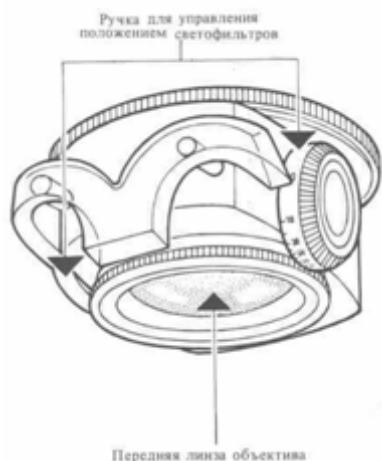
Чтобы избежать слишком длительных экспозиций, обычно применяют не более двух светофильтров одновременно для любой коррекции цвета. Добавление третьего светофильтра эквивалентно введению нейтральной плотности в установленный комплект фильтров, что равносильно общему ослаблению света. Правильнее было бы просто уменьшить оптическую плотность светофильтров, которые уже



введены в пучок света. Только иногда может оказаться более целесообразным ввести, скажем, 25% голубого, чем сокращать пурпурный и желтый на эти же 25%. Чтобы определить правильную фильтрацию для любого данного негатива или цветного диапозитива, можно использовать цветоанализатор. Он часто объединен с электронным реле времени для автоматической компенсации экспозиции при установке оптической плотности светофильтров.

### Объективы «Янполь».

Интересным новшеством являются объективы для увеличителей со встроенными субтрактивными светофильтрами для цветной печати. Они производятся предприятием «Варшавские заводы фотооптиэзне» в ПНР под торговой маркой «Янполь-колор». Объективы имеют фокусные расстояния 55 и 80 мм и относительное отверстие 1:5,6. По схеме это четырехлинзовые анастигматы, изготовленные из высококачественного лантанового оптического стекла. Они имеют стандартные резьбовые соединения



диаметром 39 или 42 мм, поэтому их можно использовать на большинстве популярных фотоувеличителей. Объективы имеют встроенные субтрактивные светофильтры желтого, пурпурного и голубого цвета, изготовленные из окрашенного в массу оптического стекла. Управление ими осуществляется парой больших ручек, по одной на каждой стороне прибора.

Объектив «Янполь» со встроенными цветными светофильтрами для субтрактивной цветной печати

Одна ручка управляет желтым и пурпурным светофильтрами, другая — желтым и голубым. На каждой ручке нанесены шкалы оптических плотностей (в единицах «Кодак» или «Агфа»). Во время установки фильтров шкалы освещаются. Ручки вращаются без фиксаций, поэтому светофильтры можно устанавливать в любое положение. Поскольку объективы «Янполь-колор» имеют встроенные светофильтры, их можно использовать для цветной печати с простейшими фотоувеличителями, предназначенными

для работы с черно-белыми фотоматериалами. Фильтры не подвержены повреждениям и выцветанию. При нулевом положении каждого светофильтра можно использовать объектив в работе с черно-белыми фотоматериалами, а благодаря наличию желтого и пурпурного светофильтров — использовать его для печати на фотобумагах «Илфоспид малтигрейд».

### Теплопоглощающие фильтры

Теплопоглощающие фильтры используются во многих областях фотографии: в фотоувеличителях, проекционных аппаратах и в печатном оборудовании, используемом в коммерческих целях. Обычно они просто называются «тепловыми фильтрами». Изготавливают их из стекла, которое пропускает излучение во всем видимом спектре, но поглощает инфракрасное излучение. Их помещают между лампой и негативом или диапозитивом, чтобы предохранить пленку от перегрева и расплавления эмульсии. В отдельных системах с оптическими конденсорами конденсорные линзы могут быть изготовлены из стекла, обладающего теплопоглощающими свойствами; в этом случае линзы выполняют обе функции. Теплопоглощающий фильтр необходим во многих оптических системах с вольфрамовой лампой накаливания в качестве источника света, особенно если пленка должна находиться перед лампой в течение длительного периода времени. Проектор для слайдов является типичным примером, когда пленка может подвергаться облучению лампой до 30 с и более.

Тепловые фильтры должны быть составным элементом конструкции оптической системы. Фильтр, поглощая инфракрасное излучение, превращает его в тепловую энергию. Она должна равномерно рассеиваться посредством естественной конвекции или принудительной вентиляции, иначе фильтр перегреется, может потрескаться или получить другие повреждения. Поврежденный фильтр использовать небезопасно. Следовательно, стеклянный тепловой фильтр нельзя вводить в систему, для которой он не предусмотрен, если вы не уверены, что его использование допустимо в данной конструкции или что эта конструкция может быть переделана соответствующим образом. До недавнего времени потребность в отдельном стеклянном тепловом фильтре в значительной степени удовлетворялась использованием лампового рефлектора, покрытого слоем пропускающего инфракрасное излучение интерференционного светофильтра. Такой рефлектор устанавливается за лампой вблизи нее или может даже окружать ее, как воротник. В этом случае рефлектор с лампой продается как единый осветитель.

Такой тип теплового фильтра состоит из интерференционного (или дихроичного) покрытия, которое отражает излучение всех цветов



видимого спектра, пропуская инфракрасное излучение. Свет лампы отражается в сторону пленки в окошечко проектора, а инфракрасный свет проходит сквозь рефлектор. Тепло удаляется встроенным вентилятором через вентиляционные отверстия или жалюзи в аппарате. Такое устройство имеет несколько преимуществ. Лампа всегда размещена в оптическом центре рефлектора, поэтому центровка лампы при ее замене не обязательна. Можно точно регулировать температуру лампы с целью достижения ее максимальной световой отдачи и обеспечения нужного химического цикла внутри нее, если это вольфрамо-галогенная лампа; можно использовать низковольтные лампы с небольшой нитью накаливания. Каждому рефлектору требуется своя лампа, чтобы обеспечивать максимальный уровень отражения и равномерность освещения.

Кинопроекторы редко нуждаются в отдельном тепловом фильтре, поскольку пленка находится под действием тепла лампы только в течение примерно 1/30 с. Однако при экспонировании пленки с остановками на отдельных кадрах нажатием кнопки с надписью «холод» в пучок света, направленный на пленку, автоматически вводится тепловой фильтр (обычно между конденсором и пленкой). Это чрезвычайно важно, поскольку луч света настолько сфокусирован, что может в течение секунд выжечь в пленке дыру. В связи с интенсивностью и концентрацией света лампы почти в точечный источник тепловой фильтр, используемый в кинопроекторах, имеет довольно большую оптическую плотность и снижает интенсивность пропускаемого света

на 50—60%. В большинстве кинопроекторов, особенно формата «Супер 8» и 16 мм, сейчас используются низковольтные вольфрамо-галогенные лампы со встроенными дихроичными рефлекторами. В некоторых моделях для демонстрации отдельных кадров пленки имеются тепловые фильтры. В более дешевых моделях уменьшена мощность ламп. Однако во всех случаях благодаря дихроичному рефлектору и эффективному пропусканию им инфракрасных лучей охлаждающий вентилятор работает в менее тяжелых условиях, а сам проектор меньше шумит, что является большим достоинством.

