

ХРОМАТИЧЕСКИЕ ЦВЕТА, все цвета, кроме белого, чёрного и серых (относящихся к *ахроматическим цветам*). Различаются по всем трём атрибутам цвета: цветовому тону, насыщенности и светлоте. Среди Х. ц. наиболее насыщенными являются чистые спектральные цвета, т. е. цвета отдельных монохроматич. излучений. Х. ц. равномерно освещённых поверхностей обладают меньшей насыщенностью, чем наиболее чистые спектральные цвета. При этом с изменением цвета и интенсивности освещения изменяются субъективные характеристики Х. ц., в то время как ахроматич. цвета зрительно продолжа-

ют восприниматься ахроматическими. **ХРОМПИК**, то же, что *калия бихромат*.

«**ХЭНИМЕКС**» (Hanimes Corporation, Ltd), австрал. фирма; специализируется гл. обр. на выпуске изготавливаемой по лицензиям других фирм фото- и киноаппаратуры (8-мм киносъёмочных и кинопроекторных аппаратов, фотоаппаратов на 35- и 16-мм фотоплёнку, в т. ч. 35-мм зеркальных автоматич. фотоаппаратов, диапроекторов, сменных объективов и др.). Основана в 1947. Имеет филиалы в Сянгане (Гонконге), Малайзии, Японии, Южной Корее, на Филиппинах, в Великобритании.



ЦВЕТ, один из признаков объективной реальности, присущий окружающим объектам и воспринимаемый человеком как осознанное зрительное ощущение. Тот или иной Ц. человек «присваивает» объектам в процессе их зрительного восприятия. В подавляющем большинстве случаев цветное ощущение возникает в результате физич. воздействия на органы зрения лучистых потоков, попадающих в глаз, либо непосредственно от источников света, либо от разноокрашенных объектов, отражающих или пропускающих падающий на них свет. Ц. несветящихся предметов обусловлен след. факторами: окраской предметов; свойствами их поверхности; оптич. свойствами источников света и среды, через к-рую свет распространяется; свойствами зрит. анализатора и психофизиологич. процессом зрит. восприятия. Иногда цветное ощущение возникает без физич. воздействия лучистого потока на глаз, напр. при давлении на глазное яблоко, при ударе, падении, а также по ассоциации с другими ощущениями (звука, теплоты) и в результате мысленного процесса воображения. Способность человека к восприятию Ц. развилась вместе со способностями к восприятию других свойств окружающих его предметов (размеров, твердости, температуры и др.). Вырабатывающееся и закрепляющееся в человеческом сознании устойчивое представление об определённом Ц. как неотъемлемом признаке привычных объектов наблюдения наз. *эф ф е к т о м* п р и-

надлежности Ц. или константностью восприятия Ц. Наименования многих Ц. произошли от названия объектов, окраска к-рых наиболее сильно выражена (малиновый, розовый, изумрудный и др.). Ц. наиболее отличит. объектов присваивается другим объектам (напр., ткань небесно-голубая, вишнёвая и др.).

Для описания Ц. используются три субъективные его характеристики: *цветовой тон* (обозначается такими терминами, как, напр., «жёлтый», «зелёный», «красный»), *насыщенность цвета* (степень, уровень, сила выражения цветового тона), *светлота цвета* (ассоциируется в сознании человека с кол-вом чёрного или белого пигмента, реже эту характеристику связывают с *освещённостью*).

Физич. основу Ц. составляют различающиеся по спектральному составу потоки лучистой энергии, попадающие на светочувствит. элементы (рецепторы) глаза. Зрительный анализатор человека воспринимает электромагнитные колебания с длинами световых волн от 380 до 760 нм. Одновременным исследованием различных по спектральному составу излучений в *колориметрии* определены спектральные характеристики цветового зрения (напр., такие, как *кривые сложения*). Установление визуального тождества по Ц. излучений различного спектрального состава является одной из осн. задач цветных измерений (колориметрии). Благодаря однозначности связи цветových

ощущений и спектрального состава лучистых потоков, достигаемой при стандартизованных условиях измерений, Ц. в колориметрии определяют как совокупность объективных характеристик лучистых потоков, воздействующих на глаз. Поэтому субъективным характеристикам Ц. в колориметрии придают численные значения, устанавливаемые либо компараторным методом, либо инструментальным или расчётным методами. Компараторный основан на сравнении измеряемого Ц. с эталонными образцами, составляющими цветные таблицы или *атласы цветов*. В инструментальных (или расчётных методах) цветовой тон выражается через объективно определяемую *доминирующую длину волны* излучения, насыщенность — через *чистоту цвета*, а светлота — функцией величины яркости цвета разноцветных (гетерохромных) излучений.

Цвета монохроматич. излучений наз. *спектральными цветами*. Визуально один и тот же Ц. может быть получен смешением различных излучений. Напр., Ц., создаваемый лампой накаливания при *цветовой температуре* 2800 К, может быть получен смешением монохроматич. излучений с длинами волн 490 нм и 590 нм. Цвета излучений с различным спектральным составом, к-рые при одинаковых условиях рассматривания визуальное воспринимаются одинаковыми, наз. *метамерными цветами*. Наибольшей метамерией обладает белый цвет. Ц. двух излучений, создающих при смешивании белый Ц., наз. *дополнительными цветами*. Возможность воспроизведения исходного Ц. смешением различных по цвету лучистых потоков (*аддитивный синтез цвета*) или их последоват. вычитанием из белого Ц. (*субтрактивный синтез цвета*) широко используется в различных областях науки и техники. Так, напр., в цветографич. процессах на многослойных фото- и киноплёнках (см. *Цветная фотография*) синтез Ц. сводится к последовательному избират. поглощению синего, зелёного и красного излучений соответственно жёлтым, пурпурным и голубым однокрасочными фотографич. изображениями; в системах цветного телевидения синтез Ц. осуществляется аддитивным смешением синего, зелёного и красного излучений, создаваемых тремя люминофорами (расположенными в виде мозаики на экране цветного кинескопа).

Наблюдатель с норм. цветовым зрением при сопоставлении различно окрашенных предметов или источников света может различать при внимательном рассмотрении большое кол-во цветových

оттенков. Натренированный наблюдатель различает по цветовому тону ок. 150 цветов, по насыщенности — ок. 25, по светлоте — от 20 при пониженной освещённости до 64 при повышенной. Наблюдатель с аномальным цветовым зрением (см. *Дальтонизм*) различает меньшее кол-во Ц. Ок. 90% всех людей обладают нормальным цветовым зрением. Характерно то, что из всего кол-ва людей с аномальным цветовым зрением 95% составляют мужчины. Обследование лиц, к-рые по производств. деятельности должны различать цветные детали, сигналы и т. д., проводится с использованием спец. медицинских цветových таблиц.

Благодаря одному из осн. свойств зрительного анализатора — *адаптации зрения* — восприятие Ц. сохраняется неизменным при варьировании условий освещения в весьма широких пределах. Вместе с тем при изменении спектрального состава освещения визуальное воспринимаемые цветные различия между одними Ц. усиливаются, а между другими — уменьшаются. Напр., при желтоватом освещении, создаваемом лампами накаливания, синие и зелёные цветные тона различаются хуже, чем красные и оранжевые, а при синеватом освещении в пасмурную погоду, наоборот, хуже различаются красные и оранжевые тона. При слабом освещении все Ц. различаются хуже и воспринимаются менее насыщенными. Это явление получило назв. «*э ф ф е к т а с у м е р е ч н о г о з р е н и я*». При очень сильном освещении Ц. воспринимаются также менее насыщенными, «разбелёнными». Эти особенности зрительного восприятия используются в изобразит. искусстве для создания иллюзии того или иного освещения. Л. Ф. Артюшин.

ЦВЁТА КОЭФФИЦИЕНТЫ, то же, что *цветовые координаты*.

ЦВЕТНАЯ ВУАЛЬ, *фотографическая вуаль* проявленного цветного фотоматериала; образуется красителями, входящими из цветных компонент в процессе химико-фотографич. обработки. В зависимости от причин, обуславливающих появление Ц. в., различают вуаль среды, эмульсионную вуаль, вуаль засветки, вуаль проявления, вуаль промывки, вуаль отбеливания и др. Одни виды Ц. в., напр. вуаль среды, эмульсионная вуаль, связаны с технологией изготовления цветных фотоматериалов; они неизбежны и могут быть лишь несколько уменьшены путём введения в проявитель *противоэмульсионных веществ*. Другие виды Ц. в. возникают из-за нарушений условий хранения фотоматериала, режима его хими-

ко-фотографич. обработки, рецептур обрабатывающих растворов.

Цвет Ц. в. зависит от того, на какой из фотографич. слоёв в большей степени влияет тот или иной фактор, вызывающий вуалирование. Так, Ц. в., обусловленная повышенной темп-рой цветного проявителя, образуется во всех трёх слоях и имеет серый цвет; вуаль проявления, связанная с повышенной щёлочностью проявителя, возникает во втором слое и имеет пурпурный цвет; вуаль промывки образуется гл. обр. в верхнем слое и имеет жёлтый цвет. В большинстве случаев Ц. в. цветных плёнок и фотобумаг складывается из нескольких видов вуали. Для установления характера Ц. в. и причин её появления необходимы спец. лабораторные исследования.

В соответствии с числом эмульсионных слоёв цветного фотоматериала Ц. в. характеризуется тремя значениями оптической плотности его неэкспонированного проявленного участка. Каждое из этих значений измеряют с помощью цветного денситометра, перекрывая световой поток поочередно синим, зелёным и красным светофильтрами. Для каждого типа цветного фотоматериала существуют предусмотренные действующими технич. условиями предельно допустимые значения Ц. в. Напр., для позитивных цветных плёнок и фотобумаг плотность Ц. в. (включая оптич. плотность подложки) не должна превышать 0,15—0,20. Ц. в. *маскированных плёнок*, кроме оптич. плотности подложки, включает оптич. плотность маски, величина которой различна для каждого из трёх светочувствительных слоёв. В зависимости от плотности маски Ц. в. маскированных плёнок составляет 0,8—1,1 при измерении за синим светофильтром, 0,3—0,6 — за зелёным и 0,2—0,3 — за красным.

ЦВЕТНАЯ ПЕЧАТЬ (точнее, печатание цветных изображений), процесс изготовления с цветных негативов цветных позитивов на многослойном *цветном фотоматериале* (плёнке, фотобумаге). Складывается из двух осн. стадий: экспонирования позитивного светочувствит. материала (собственно процесс печатания) и его последующей химико-фотографич. обработки (*цветное проявление*). По способу экспонирования Ц. п. подразделяют на контактную и проекционную (оптич. Ц. п.). По способу дозирования трёх излучений *основных цветов* (синего, зелёного и красного), воздействующих каждый на «свой» светочувствит. слой цветного фотоматериала, различают Ц. п. субтрактивную и аддитив-

ную. При субтрактивной Ц. п. (способ, получивший наибольшее распространение в совр. *цветной фотографии*) дозирование излучения осуществляется *субтрактивными светофильтрами* (жёлтым, пурпурным и голубым) в требуемой комбинации (преим. парной, т. к. тройная комбинация приводит к ухудшению цветоделения). При этом кол-во освещения регулируется изменением времени экспонирования, ослаблением светового потока *нейтрально-серыми светофильтрами* (необходимой оптич. плотности или (реже) изменением относительного отверстия объектива. Подбор требуемых для конкретного цветного негатива комбинаций светофильтров составляет сущность операции *цветовой коррекции*. Для устранения преобладающего (излишнего) цветного оттенка на печатаемом изображении (устанавливаемого обычно по результатам пробной Ц. п.) цветовой тон подбираемой в процессе цветовой коррекции комбинации корректирующих светофильтров должен соответствовать этому излишнему оттенку. При аддитивной Ц. п. изменение осн. цветов лучистого потока достигается изменением времени экспонирования в процессе последоват. печатания *цветоделённых изображений* через синий, зелёный и красный цветоделит. светофильтры или введением в цветные лучистые потоки нейтрально-серых светофильтров требуемой оптич. плотности. Для Ц. п. по аддитивному способу используются также копировальные аппараты, в к-рых лучистые потоки синего, зелёного и красного цветов, экспонирующие фотоматериал, смешиваются в требуемой пропорции.

ЦВЕТНАЯ СЕНСИТОМЕТРИЯ (цветовая сенситометрия), раздел *сенситометрии*, охватывающий разработку методов и средств количеств. характеристики цветных фотоматериалов и получаемых на них изображений. Основу Ц. с. составляют исследования градационных свойств цветных фотоматериалов и изображений — *градиционная Ц. с.* Методы и средства градиционной Ц. с. подобны тем, к-рые применяются в сенситометрии чёрно-белых фотоматериалов. Отличие состоит в том, что для нахождения общесенситометрич. характеристик цветных фотоматериалов используется не одна, а три характеристики. кривые, каждая из к-рых соответствует одному из цветоделённых изображений (синему, зелёному или красному). Кроме градиционных испытаний, Ц. с. включает спектральные и цветоделит. испытания, осуществляемые с целью количеств. вы-

ражения *цветоделительных характеристик* цветных фотоматериалов и цветных фотографич. процессов. Для расчётного определения цветоделит. характеристик (когда они не могут быть найдены экспериментально) в Ц. с. применяют также различные методы определения спектральной чувствительности. Особую область Ц. с. составляет разработка методов и средств, используемых при оценке характера воспроизведения мелких деталей цветного изображения и его неоднородности (цветной гранулярности), субъективно воспринимаемой в виде «зернистости» цветного изображения.

Методы и средства градиционной Ц. с. широко применяются в произ-ве цветных фотоматериалов и при их использовании. В частности, по характеристич. кривым цветного изображения определяют оптим. условия цветного проявления, по значениям светочувствительности устанавливаются экспозиции при съёмке на цветной фотоматериал. В автоматизир. системах выбора оптимальных экспозиц. условий цветной печати используются все три цветоделённые характеристич. кривые. Все осн. градиционные характеристики — контрастность, цветная вуаль, фотографич. широта, светочувствительность, баланс светочувствительности — используются для оценки качества цветных плёнок и фотобумаг. Цветоделит. испытания применяются в произ-ве плёнок с целью определения эффективности *цветоделительного маскирования*, а также для количеств. характеристики *цветовоспроизведения*.

Для проведения градиционных испытаний в Ц. с. применяются цветные сенситометры. Они отличаются от обычных сенситометров гл. обр. высокой ахроматичностью серого ступенчатого *фотометрического клина*: его соседние поля должны отличаться в каждой из зон спектра строго на одно и то же значение цветоделённой плотности, к-рое обычно берётся равным 0,15 или (в нек-рых сенситометрах) 0,30, что соответствует изменению экспозиции от поля к полю в $\sqrt{2}$ раз или в 2 раза. Освещённость и продолжительность экспонирования устанавливаются по результатам исследования цветных сенситограмм, полученных при стандартных и контролируемых условиях, по соответствующим условиям экспонирования и обработки данного цветного фотоматериала. Спектральный состав излучения изменяется с помощью светофильтров так, что значение его цветовой температуры $T_{цв}$ совпадает со значением $T_{цв}$, рекомендованным для ис-

пользуемого фотоматериала (напр., сов. негативные плёнки типа ДС для съёмки при дневном свете экспонируются световым потоком с $T_{цв} = 5500$ К, плёнки типа ЛН для съёмки при свете ламп накаливания — с $T_{цв} = 3200$ К). Экспонирование позитивных и дубль-позитивных плёнок, а также фотобумаг, предназначенных для печатания с негативов на *маскированных плёнках*, производится со светофильтром, соответствующим оптич. плотности маски. Для измерения цветоделённых оптич. плотностей в Ц. с. используются фотозащелки, цветные денситометры, имеющие, как правило, два комплекта светофильтров: один — для измерения копировальной плотности изображений на негативных или дубль-негативных плёнках, второй — для измерения визуально-серой плотности на обрабатываемых и позитивных плёнках, а также на цветных фотобумагах. Построение характеристич. кривых цветных изображений по результатам денситометрич. измерений производится на сенситометрических бланках.

Величина светочувствительности S для плёнок разных типов определяется по различным критериям светочувствительности. Так, напр., значение S позитивных и обрабатываемых плёнок обратно пропорционально кол-ву освещения (экспозиции), необходимому для получения в цветоделённом изображении оптич. плотности, равной 0,9 сверхплотности цветной вуали. Причём светочувствительность плёнки выражается наименьшим из трёх найденных значений. Светочувствительность каждого из слоёв цветной негативной плёнки определяется величиной, обратной кол-ву освещения, необходимому для создания оптич. плотности 0,85 сверхплотности вуали (и в этом случае светочувствительность плёнки обозначается по наименьшему из трёх найденных для цветоделённых изображений). Сенситометрич. характеристики обрабатываемых киноплёнок определяются по трём характеристич. кривым цветного изображения, выражающим фотографич. эффект в визуально-серых плотностях. Светочувствительность цветных негативных и обрабатываемых плёнок обозначается при их выпуске в единицах ГОСТ, что позволяет использовать установившуюся практику экспонетрии и экспонирования с применением выпускаемой и ранее выпущенной в СССР аппаратуры с экспонетрич. устройствами.

ЦВЕТНАЯ ФОТОГРАФИЯ, раздел *фотографии*, охватывающий способы получения фотографич. изображений, на к-рых яркостные и цветные разли-

ция деталей объекта съёмки воспроизводятся в цветах, приближающихся к натуральным.

Идея Ц. ф. и первые попытки получить цветное изображение фотографич. методами относятся к 60-м гг. 19 в. Первым указал на возможность фотографич. *цветовоспроизведения* англ. учёный Дж. К. Максвелл, предложивший (1861) получать тот или иной цвет посредством разделения излучения, отражаемого или пропускаемого объектом съёмки, на три части (зоны) в соответствии с *основными цветами* (фотографирование объекта последовательно в трёх зонах видимого света, напр. синей, зелёной и красной, с получением трёх т. н. цветоделённых негативов) и последующего аддитивного сложения соответствующих потоков (проецирование полученных цветоделённых изображений на общий экран). В 1868—69 франц. изобретатель Л. Дюко дю Орон разработал аппаратуру для реализации этого способа. Одноцветные позитивные фотографич. изображения он получал пигментным способом с использованием солей хромовой кислоты. В 1888 амер. учёный Ф. Айвс получил светотеневое цветное изображение путём проецирования на экран трёх диапозитивов (красного, зелёного и синего). В 1891 французский физик Г. Липман разработал прямой метод получения цветных фотографич. изображений в натуральных цветах (способ, известный под назв. липмановская фотография). Метод основан на использовании *интерференции света* в прозрачной мелкозернистой фотографич. эмульсии, нанесённой на зеркально отражающий металлический слой. В 1892 англ. учёный Дж. Джоли впервые успешно применил *растры* для получения фотографич. изображений, положив начало растровому способу Ц. ф. На основе работ Джоли, Дюко дю Орона и других учёных и изобретателей франц. фирма «Люмьер» в 1907 выпустила первые растровые фотоматериалы для Ц. ф. — т. н. автохромные пластинки (см. *Автохромный способ*).

Однако большинство из разработанных или предложенных способов Ц. ф. не получило значит. распространения: одни — из-за их технич. сложности, другие — из-за неудовлетворит. цветовоспроизведения. Лишь в 30-х гг. 20 в., когда были разработаны трёхслойные *цветные фотоматериалы*, задача получения цветных фотографич. изображений практически была решена. Цветное изображение в таких фотоматериалах образуется органич. красителями в результате *цветного проявления*, основы к-рого были заложены нем. хи-

миками Б. Гомолька (в 1907) и Р. Фишером (в 1912). Первые цветные фотоматериалы были выпущены в 1935 амер. фирмой «Истмен Кодак» и в 1938 нем. фирмой «Агфа». Способы Ц. ф., основанные на использовании трёхслойных фотоматериалов, стали доминирующими (благодаря их очевидным преимуществам) и применяются во всех областях фотографии (художественной, научной, любительской и т. д.), включая кинематографию.

Все способы получения цветных фотографич. изображений базируются на теории трёхкомпонентности цветового зрения и учении о *метамерных цветах*. В основе этих способов лежит возможность получения всех цветов путём сложения световых потоков трёх основных цветов (на практике чаще всего синего, зелёного и красного), взятых в определённых соотношениях (*аддитивный синтез цвета*), или путём вычитания из белого света световых потоков этих цветов (также в определённых соотношениях) с помощью слоёв, избирательно поглощающих свет (*субтрактивный синтез цвета*). Все совр. способы Ц. ф. — трёхцветные; в каждом из них спектр видимого излучения разделяют на три осн. зоны — синюю, зелёную и красную — посредством цветоделит. светофильтров. Процесс фотографич. передачи цвета разделяется на две стадии: при съёмке — *анализ цвета*, или *цветоделение* (с разложением исходного цвета на три осн. цвета), при формировании цветного фотографич. изображения — *синтез цвета*, или *цветовоспроизведение* (смещение трёх осн. составляющих, взятых в найденных соотношениях).

В зависимости от того, какие физич. и химич. процессы используются для фотографич. передачи цвета, методы трёхцветной Ц. ф. подразделяются на прямые и непрямые (косвенные).

Прямые способы позволяют сразу (на стадии цветоделения) получать цветное позитивное изображение. Однако ни один из этих способов не приводит к удовлетворит. решению проблемы фотографич. цветовоспроизведения, вследствие чего они практически не используются. Заслуживают внимания два из них. 1) Группа цветоделит. процессов, объединённых под общим назв. «способы с обесцвечиванием красителей» и основанных на применении триады светочувствит. красителей, выцветающих под действием света. Принцип выцветания красителей получил развитие в совр. косвенных цветоделит. процессах при обесцвечивании красителей серебром. 2) Липмановская фотография, к-рая в своей первоначаль-

ной форме не получила широкого распространения, но открыла путь разработке (на сходном принципе) бурно развивающейся *голографии*.

В большинстве *непрямых* (косвенных) способов Ц. ф. используются те же фотохимич. процессы, что и в чёрно-белой фотографии: в результате съёмки и последующей химико-фотографич. обработки фотоматериала получают три цветоделённых монохромных негативных изображения объекта в трёх спектральных зонах — синей, зелёной и красной. Ниже приводится описание осн. косвенных способов Ц. ф.

1) Способы, основанные на применении светофильтров и спец. фотоаппаратов. Съёмка объекта производится на чёрно-белый фотоматериал, обладающий чувствительностью ко всем видимым лучам спектра. Цветоделение осуществляется в процессе съёмки при помощи трёх зональных светофильтров — синего, зелёного и красного. Первоначально такую съёмку осуществляли с помощью обычного фотоаппарата путём последоват. трёхкратного экспонирования фотоматериала в лучах различных зон спектра (с получением трёх цветоделённых чёрно-белых негативов). Это ограничивало область применения Ц. ф. съёмкой лишь неподвижных объектов. Были сконструированы также трёхцветные цветоделит. фотоаппараты и киносъёмочные аппараты одновременно. экспонирования; в них с помощью полупрозрачных пластин создаются три пространственно разнесённые оптич. изображения, причём каждое образовано лучами «своего» цвета. Однако большие габариты, масса и высокая стоимость таких аппаратов ограничили их применение.

Для последующего воспроизведения исходных цветов объекта с цветоделённых негативов печатают на чёрно-белом фотоматериале с прозрачной подложкой три *частичных позитивных* и *зображения*. Цветовоспроизведение может быть осуществлено аддитивным или субтрактивным способом. Для воспроизведения оригинала аддитивным способом частичные позитивные изображения проецируют тремя проекторами одновременно на белый экран, установив перед каждым позитивом такой же, как при съёмке, светофильтр (см. цветные вклейки, илл. 17). Изображения проецируют так, чтобы их контуры совпали. В результате на экране получают цветное изображение объекта. При *субтрактивном способе* (см. цветные вклейки, илл. 18) три чёрно-белых частичных позитива подвергают дальнейшей обработке, в результате к-рой они превра-

щаются в окрашенные частичные позитивные изображения (см. *Тонирование изображения*). Окрашивание каждого из частичных позитивов производится в цвет, являющийся *дополнительным цветом* по отношению к цвету съёмочного светофильтра (дополнительным к синему цвету является жёлтый, к зелёному — пурпурный, к красному — голубой). Три таких окрашенных частичных позитива совмещают на одной подложке (прозрачной или непрозрачной) и получают (соответственно в проходящем или отражённом свете) цветное изображение.

2) Способы, основанные на использовании трёхслойных светочувствительных фотоматериалов. Съёмку производят обычным аппаратом на трёхслойную негативную плёнку (см. цветные вклейки, илл. 19). Верхний слой этой плёнки чувствителен только к лучам синей части спектра, средний — синей и зелёной, нижний — синей и красной. При этом средний слой экспонируется при съёмке зелёными лучами, т. к. синие задерживаются (поглощаются) жёлтым фильтровым слоем, расположенным между верхним и средним; по этой же причине нижний слой экспонируется только красными лучами. В результате однократного экспонирования в слоях плёнки образуются три скрытых изображения. При цветном проявлении скрытые изображения превращаются в три цветоделённые негативные изображения в дополнит. цветах, состоящие соответственно из жёлтого, пурпурного и голубого красителей. Эти цветоделённые негативы расположены один на другом на общей подложке и в целом составляют цветной негатив. С цветного негатива контактным или проекц. печатанием на трёхслойный позитивный материал (плёнку или бумагу) с последующим цветным проявлением получают цветные позитивы, нужного размера и в желаемом числе для рассматривания в проходящем (диапозитивы) и отражённом (фотоотпечатки) свете. Они воспроизводят цвета объекта съёмки из трёх окрашенных частичных изображений — жёлтого, пурпурного и голубого. Большое распространение получили трёхслойные цветные плёнки, обрабатываемые способом обращения изображения для получения цветных диапозитивов и любительских кинофильмов.

Из других способов Ц. ф. заслуживают упоминания аддитивные способы цветовоспроизведения, базирующиеся на цветоделении в одном светочувствительном слое растрового фотоматериала с применением окрашенных или бесцветных (оптических) растров (см. *Ра-*

стровая фотография); субтрактивные способы с использованием задубленного желатинового или иного рельефа (см. *Карбпроцесс, Гидротития*); субтрактивные способы, лежащие в основе *двухцветной фотографии*.

Совершенствование способов Ц. ф. проводится в направлении улучшения свойств трёхслойных светочувствительных материалов в отношении цветоделения и цветовоспроизведения. Для устранения цветоделит. искажений и повышения качества цветопередачи применяют способы *цветоделительного маскирования* негативных изображений. Важное значение имеет совершенствование техники химико-фотографич. обработки и печатания цветных изображений. Перспективным следует считать диффузионный способ Ц. ф., основанный на применении многослойных светочувствит. материалов и несколько изменённого процесса цветного проявления; он позволяет получить цветной отпечаток немедленно после съёмки (см. *Диффузионный фотографический процесс*). Большое научное и прикладное значение приобрёл особый вид Ц. ф. — *спектрозональная съёмка*. К. Л. Мертц, **ЦВЕТНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ**, процесс превращения *скрытого изображения*, возникшего при экспонировании цветного фотоматериала, в видимое цветное. Ц. п. осуществляется в проявителях, в состав к-рых входят *цветные проявляющие вещества* — обычно производные парафенилендиамина. Окрашенное изображение получается в результате взаимодействия продуктов окисления проявляющего вещества с химич. соединениями, наз. *цветообразующими компонентами*, к-рые либо содержатся в эмульсионных слоях цветного фотоматериала (т. н. недиффундирующие компоненты), либо вводятся в проявляющий раствор (т. н. диффундирующие компоненты).

Ц. п. с использованием недиффундирующих компонент протекает в две стадии. Под действием проявляющего вещества на засвеч. участках галогенид серебра восстанавливается в металлич. серебро (в результате образуется чёрно-белое изображение), а само проявляющее вещество окисляется. Во второй стадии продукты окисления проявляющего в-ва взаимодействуют с цветообразующими компонентами, в результате чего образуются красители, количество к-рых пропорционально количеству металлич. серебра в изображении. Т. к. практически обе стадии протекают одновременно, то красители откладываются на тех участках изображения, на к-рых есть металлич. серебро. Полученное цветное изображение оказывается

совмещённым с чёрно-белым. При дальнейшей обработке в отбеливающем растворе и *фиксаже* металлич. серебро переводится в растворимое соединение, удаляемое при промывке, а в эмульсионном слое остаётся только изображение из красителя. В соответствии с основным принципом *субтрактивного синтеза цветов*, при к-ром цвет частичных изображений в слоях фотоматериала должен быть дополнительным к цвету лучей, избирательно поглощаемых (при съёмке), цветообразующие компоненты заранее подбираются так, чтобы при Ц. п. на негативе в верхнем (синечувствительном) слое образовался жёлтый краситель, в среднем (зелёночувствительном) — пурпурный и в нижнем (красночувствительном) — голубой. Т. о., изображение на цветном негативе состоит из *дополнительных цветов* по отношению к цветам объекта съёмки (красные предметы изображаются голубыми, зелёные — пурпурными, синие — жёлтыми). В позитиве, получаемом в результате *цветной печати* с последующим проявлением, изображение имеет натуральные цвета.

Кол-во красителя в каждом проявленном эмульсионном слое зависит от интенсивности действовавшего света той спектральной зоны, к к-рой чувствителен этот эмульсионный слой, а также от условий Ц. п. Отклонение от рекомендованных условий проявления (изменение времени, темп-ры, истощение растворов или загрязнение их) вызывает значит. искажение цветов изображения. При увеличении времени Ц. п. растут оптич. плотности красителей, в результате чего увеличивается светочувствительность фотоматериала и контрастность, но растёт и *фотографическая вуаль*. Эти изменения бывают неодинаковыми в трёх эмульсионных слоях и приводят к нарушению цветового баланса проявленного изображения.

Рекомендуемое время проявления цветных негативных плёнок при темп-ре 18—20 °С составляет 5—8 мин, позитивных плёнок — 9—12 мин, фотобумаги — 4—6 мин. Увеличение темп-ры проявителя может вызвать не только нарушение цветового баланса, но и деформацию эмульсионного слоя (отслоение от подложки, возникновение пузырей и т. п.). Для повышения термостойкости эмульсионного слоя в проявитель иногда добавляют сульфат натрия (50—100 г безводной соли на 1 литр раствора).

При использовании цветных обрабатываемых фотоматериалов процесс Ц. п. осуществляется после чёрно-белого (первого) проявления и засветки (см. *Обращение изображения*); при этом образование частичных (одноцветных) пози-

тивных изображений в каждом эмульсионном слое происходит так же, как при Ц. п. негативных фотоматериалов (с той лишь разницей, что краситель образуется на участках, подвергшихся экспонированию при засветке).

При получении цветных изображений на цветных фотоматериалах с использованием диффундирующих цветообразующих компонент проводят раздельную (для каждого эмульсионного слоя) химико-фотографич. обработку, что позволяет регулировать процесс образования цветного изображения в каждом слое и получать изображения, отличающиеся хорошим цветовоспроизведением. Однако из-за сложности химико-фотографич. обработки этот способ широкого распространения в фотолюбительской практике не получил. Л. Я. Крауш.

Цветные проявители для фотоматериалов, выпускаемых в СССР

Проявляемый фотоматериал	Составные части, г на 1 л раствора						
	парааминодиэтиланилин	парааминотил-оксидиэтиланилин-сульфат	сульфат натрия безводный	гидроксил-амин-сульфат	поташ	бромид калия	трилон Б
Негативные плёнки	2, 3	—	2	1, 2	60	2	2
Позитивные плёнки	2, 9	—	2	1, 2	60	2	2
Фотобумага	—	4, 5	1	2	90	0, 5	2
Обращаемая плёнка ЦО-2	4	—	2	1, 2	75	2	2

ЦВЕТНОЕ ПРОЯВЛЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО, см. *Парааминодитиланилин-сульфат* и *Парааминоэтилоксиэтиланилинсульфат*.

ЦВЕТНОЙ ПРОЯВИТЕЛЬ, применяется для превращения скрытого изображения в эмульсионных слоях *цветных фотоматериалов* в видимое красочное. Состав Ц. п. близок к обычному *проявителю* для чёрно-белых фотоматериалов. В качестве цветных *проявляющих веществ* в Ц. п. используются производные парафенилендиамина (наиболее часто *парааминодитиланилин-сульфат*, *парааминоэтилоксиэтиланилин-сульфат*). В процессе *цветного проявления* образуются продукты окисления этих веществ, к-рые при взаимодействии с цветообразующими компонентами фотоматериала образуют в эмульсионных слоях красители, создающие цветное изображение. Ц. п. так же, как и чёрно-белые проявители, содержат *сохраняющее вещество* — *натрия сульфит*, однако в значительно меньшем кол-ве (не более 2 г на 1 л раствора), т. к. более высокая концентрация его уменьшает выход красителя при прояв-

лении. Для лучшей сохраняемости в Ц. п. вводят также *гидроксиламинсульфат* или *гидроксиламинхлорид* (1—2 г на 1 л раствора). Для создания достаточной щёлочности раствора в Ц. п. вводят поташ, обычно 50—80 г/л; концентрация более 80 г/л приводит к образованию *фотографической вуали*. Поташ гигроскопичен, плохо сохраняется, поэтому его иногда заменяют содой. Для предупреждения образования вуали в Ц. п. вводят *калия бромид* (0,5—2,5 г на 1 л раствора) или органич. вещества (*бензотриазол*, *нитробензимидазол*).

Кроме того, в Ц. п. вводят вспомогательные вещества, напр. водоумягчающие вещества (трилон Б, калгон), иногда добавляют вещества, ускоряющие проявление (обычно щёлочи).

Стандартные рецепты Ц. п. для фотоматериалов, выпускаемых в СССР, приведены в таблице.

Для обрабатываемых цветных фотоматериалов режим обработки и рецепты растворов приведены в ст. *Обращение изображения*. Л. Я. Крауш.

ЦВЕТНОСТИ ФОРМУЛА объектива, характеризует качество *цветопередачи* данным объективом; выражается след. тремя соотношениями:

$$D_k - D_3, D_3 - D_3, D_c - D_3,$$

где D_k , D_3 , D_c — эффективные зональные (цветоделённые) *оптические плотности* объектива для трёх зон спектра видимого излучения (соответственно красного, зелёного, синего), найденные с учётом спектральной чувствительности каждого из трёх слоёв некого эталонного цветного фотографич. материала. За нормированную Ц. ф. принимают (1980):

$$D_k - D_3 = 11; D_3 - D_3 = 00; \\ D_c - D_3 = 00$$

(обозначается: 11—00—00). По величине отклонения Ц. ф. данного объектива от

нормированной судят о качестве обеспечиваемой им цветопередачи.

ЦВЕТНОСТЬ, качественная характеристика цвета, определяемая двумя из трёх его атрибутов: *цветовым тоном* и *насыщенностью цвета*. Целесообразность введения такой обобщённой характеристики цвета обусловлена тем, что непосредственно воспринимаемая насыщенность у излучений различных цветовых тонов неодинакова (т. е. любой из входящих в Ц. атрибутов в отдельности не даёт однозначного представления о данном цвете). Понятие «Ц.» позволяет однозначно и более наглядно представить любой цвет, отделить его цветовые характеристики от яркостных и рассматривать их независимо друг от друга (что используется на практике, в частности в системах цветного телевидения). В *колориметрии* Ц. количественно выражается *доминирующей длиной волны* и *чистотой цвета*; для наглядного представления разноокрашенных предметов и источников света и их количеств. сравнения по Ц. используются спец. графики цветности, такие, как цветовой треугольник, цветовой круг. При оценке качества *цветовоспроизведения* в цветных изображениях разнообразие их Ц. определяется площадью фигуры цветового треугольника или цветового круга, ограничивающей Ц. *основных цветов* аддитивного либо субтрактивного синтеза. Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТНОСТЬ ОБЪЕКТИВА фотографии — свойство объектива изменять соотношения между различными по спектральному составу частями светового потока, проходящего через объектив (обычно между тремя зональными потоками, соответствующими *основным цветам* — синему, зелёному и красному). Это свойство объективов обусловлено зависимостью их коэфф. спектрального пропускания от *длины световой волны*. Ц. о. характеризует качество цветопередачи объектива. Оценка Ц. о. производится на основе измерения коэфф. спектрального пропускания объектива (см. *Цветности формула*). Нормы Ц. о. устанавливаются с учётом спектральных свойств цветных негативных фото и киноплёнок.

ЦВЕТНЫЕ ФОТОМАТЕРИАЛЫ, *фотографические материалы*, предназначенные для получения фотоизображения в натуральных цветах. На подложку Ц. ф., к-рая может быть прозрачной или непрозрачной, наносятся три *светочувствительных слоя* один на другой. Несоблюдение при съёмке на Ц. ф. *цветоделения* обеспечивается благодаря тому, что каждый светочувствительный слой чувствителен лишь к определённым

лучам видимой зоны излучения: верхний слой, обычно несенсибилизированный, чувствителен к синим лучам, средний, ортохроматический, — к синим и зелёным, нижний, панхроматический, — к синим и красным. Все три слоя обладают чувствительностью к синим лучам в силу естественной чувствительности галогенида серебра. Однако для цветоделения необходимо, чтобы синие лучи воспринимал только один слой из трёх (верхний). С этой целью в Ц. ф. между верхним и средним слоями располагается жёлтый *фильтровый слой*, поглощающий синие лучи. Т. о., верхний слой воспринимает только синие лучи, средний — зелёные, нижний — красные.

Получение одноцветного изображения в каждом светочувствительном слое достигается благодаря наличию в каждом слое определённой *цветообразующей компоненты*. Компонента, введённая в верхний слой, при *цветном проявлении* участвует в образовании жёлтого красителя, компонента среднего слоя — пурпурного красителя, нижнего слоя — голубого красителя. Участки изображения на цветном негативе получаются окрашенными в *дополнительные цвета* по отношению к цветам объекта съёмки. В процессе *цветной печати* на позитивной фото- или киноплёнке и на фотобумаге в изображении воспроизводятся цвета, присутствующие снимаемым объектам. Цветной позитив можно получить также без промежуточного негатива, используя при съёмке *обращаемый фотоматериал* и обработав его по способу *обращения изображения*.

Кроме светочувствительных слоёв и фильтрового слоя, Ц. ф. имеют промежуточные прослойки, к-рые способствуют лучшему скреплению слоёв, а в ряде случаев также *защитный слой* задубленной желатины (обычно у фотобумаг) и *противоореолольный слой* (у фото- и киноплёнок). Общее число слоёв Ц. ф. достигает часто 8—10, их суммарная толщина составляет 0,02—0,05 мм при толщине каждого слоя 0,001—0,005 мм.

Ц. ф. различных видов обладают определённой контрастностью, разрешающей способностью и светочувствительностью. Все эмульсионные слои Ц. ф. должны быть сбалансированы по светочувствительности и контрастности. В негативные плёнки вводят такие цветообразующие компоненты, к-рые имеют жёлтую или оранжевую окраску. В этом случае окраска выполняет роль маски при внутреннем *цветоделительном маскировании* (такие плёнки называются *маскированными плёнками*). В позитивных и обрабатываемых фотоматериалах компоненты цветного проявления бесцветны, и цветное изображение создаётся только красителями изображения. Правильная цветопередача в результате проявления обеспечивается только при определённом соотношении соотношения красителей (цветовом балансе) в эмульсионных слоях (см. *Баланс цветного изображения*). Избыток к.-л. красителя искажает цветопередачу. Улучшать цветопередачу можно в процессе печатания, используя соответствующие корректирующие светофильтры.

В СССР выпускаются Ц. ф. общего (см. табл.) и спец. назначения. Цветные негативные плёнки изготавливаются двух типов: ЦД — для съёмки при дневном свете и ЦНЛ — для съёмки при искусств. освещении. Получили распространение плёнки ЦД-4 и ЦНЛ-65. На плёнку ЦНЛ-65 можно снимать и при дневном свете, используя при этом оранжевый светофильтр и учитывая при экспонировании, что светочувствительность её снижается в два раза.

Цветные позитивные плёнки выпускаются для печатания позитивов с маскированных и немаскированных негативов (тип ЦП) и изготовления *контрастивов* и промежуточных позитивов (тип КП и *дубль-позитивные киноплёнки*). Распространение получили плёнки ЦП-8Р и ЦП-10, КП-М и КП-6.

Цветные обрабатываемые плёнки выпускаются для съёмки при дневном свете (тип ЦО-Д) и для съёмки при освещении лампами накали-

вания (тип ЦО-Л). Широко применяются плёнки ЦО-22Д и ЦО-32Д, ЦО-90Л и ЦО-180Л. Плёнки ЦО-22Д и ЦО-32Д пригодны и для съёмки при освещении лампой-вспышкой; на плёнки ЦО-90Л и ЦО-180Л можно снимать и при дневном свете, учитывая, что светочувствительность при этом снижается в два раза. Выпускается также малочувствительная обрабатываемая плёнка ЦО-5, предназначенная для копирования цветных диапозитивов с применением для освещения ламп накаливания.

Цветные фотобумаги изготавливаются для печатания позитивов с немаскированных и маскированных негативов. Выпускаются фотобумаги типа «Фотомет» и обрабатываемые — для получения бумажных копий с цветных диапозитивов проекционным и контактным способом с последующей обработкой по методу обращения. Обрабатываемые фотобумаги производятся на тонкой подложке с глянцевой поверхностью, нормальные и контрастные (коэффициент контрастности соответственно 1,2 и 1,6).

Из Ц. ф., производимых за рубежом, распространение получили плёнки и бумаги марок «ОРВО», «Кодак», «Фома», «Форте», «Фотон» и др.

Л. Я. Крауш.
ЦВЕТНЫЕ ШКАЛЫ, наборы различных окрашенных прозрачных или непрозрачных образцов, используемые для визуального контроля цветовоспроизведения при съёмке на цветной фотоматериал, при печатании цветных изображений в фотографич. и полиграфич. процессах. Для контроля и количеств. характеристики цветоделения

Цветные фото- и киноплёнки общего назначения, выпускаемые в СССР

Название плёнки	Светочувствительность, ед. ГОСТ	Коэффициент контрастности	Разрешающая способность, (не менее), лин/мм	Вид	Освещение
ЦД-4	45	0,7—0,8	58	Негативная немаскированная	Естественное
ЦНЛ-65	65	0,6—0,8	58	Негативная маскированная	Искусственное
ЦП-8Р	0,15	3,0	100	Позитивная для печатания позитивов с любых цветных негативов	Искусственное
ЦП-10	0,3	3,0	290	Позитивная для печатания позитивов с любых цветных негативов	Искусственное
ЦО-22Д	22	1,8—2,0	60	Обращаемая для съёмки	Естественное
ЦО-32Д	32	1,8—2,0	50	Обращаемая для съёмки	Естественное
ЦО-90Л	90	1,5	70	Обращаемая для съёмки	Искусственное
ЦО-180Л	180	1,5	70	Обращаемая для съёмки	Искусственное
ЦО-5	0,4	1,1	70	Обращаемая для печатания копий с диапозитивов	Искусственное

используются обычно четыре Ц. ш.; три из них — однокрасочные, изготовленные с применением красителей тех же типов, что и в позитивном цветном фотоматериале, четвёртая — шкала *ахроматических цветов*. Ц. ш. для визуального контроля цветовоспроизведения при заданных условиях фотографич. съёмки включают, как правило, осн. цвета субтрактивного и аддитивного синтеза (соответственно жёлтый, пурпурный, голубой и синий, зелёный, красный), а также шкалу серых цветов. Иногда, кроме шести сильно насыщенных основных цветов (см. *Насыщенность цвета*), в таких Ц. ш. присутствуют и слабо насыщенные.

Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОАНАЛИЗАТОР, оптико-электронный аппарат для электрич. моделирования осн. стадий процесса *цветовоспроизведения* с целью выбора оптим. условий печатания или телевизионного показа цветных изображений. Сущность такого моделирования заключается в получении от каждого из участков (элементов) анализируемого цветного изображения трёх цветоделённых электрических сигналов, соответствующих *цветоделённым плотностям* или коэфф. отражения (пропускания) этих участков. Световой поток от каждого участка цветного изображения пространственно разделяется на три цветоделённых световых потока (см. *Цветоделение*) в результате развёртки цветного изображения световым пятном и последующего разделения светового потока на цветоделённые компоненты, напр. с помощью призмы, покрытой дихроическими плёнками (как в телевизионных передающих камерах систем цветного телевидения). Полученная от всех элементов цветного изображения серия цветоделённых электрич. сигналов затем подвергается в Ц. градационным, цветоделительным, а в ряде случаев и другим преобразованиям, напр. обратному преобразованию в цветное изображение, воспроизводимое на экране цветной телевизионной трубки.

Конструкция Ц. зависит от его назначения и области применения. В профессиональном кинематографе Ц. используют для выбора экспозиц. условий печатания фильмокопий; Ц. этого типа наз. телевизионными анализаторами или телевизионными аппаратами установки света. Преобразование цветоделённых электрич. сигналов в Ц. производится таким образом, чтобы позитивное изображение на экране трубки получалось возможно более близким к тому, к-рое получается в цветофотографич. процессе. Оператор на основе визуальной оцен-

ки всего изображения имеет возможность выбора различных вариантов условий экспонирования. Существуют также Ц. без телевизионной трубки, предназначенные для получения статистич. данных об анализируемом цветном изображении, напр. о частоте появления цветоделённых электрич. сигналов, соответствующих различной оптич. плотности. Ц. такого типа используют в полиграфии для расчётного определения экспозиц. условий печатания цветных изображений. Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОВАЯ ГАММА, ряд *цветов*, преобладающих на рассматриваемом объекте или его изображении и определяющих его колорит и тональность. Ц. г. наз. «холодной», когда наиболее заметны сочетания сине-зелёных, сине-голубых, жёлто-зелёных, красно-пурпурных цветовых тонов; в «тёплой» Ц. г. преобладают жёлтые, оранжевые, красные цвета. Характер Ц. г. определяется по зрительному восприятию цветов в условиях конкретного освещения. Так, при пониженной яркости освещения в Ц. г. более заметными оказываются «холодные» тона (синие, зелёные и др.), т. к. *цветовые различия* «тёплых» тонов (красных, жёлтых и др.) в этих условиях уменьшаются. Значит, изменения в Ц. г. происходят также при изменении цветности освещения. Напр., при переходе от освещения солнечным светом к освещению лампами накаливания более заметными, определяющими Ц. г., становятся «тёплые» тона.

Ц. г. фотографич. изображения определяется окраской объекта съёмки, яркостью и цветностью его освещения, атмосферными условиями (при съёмках на натуре), а также условиями экспонирования фотоматериала (временем экспонирования, спектральными характеристиками применяемых при съёмке светофильтров и др.). Ц. г. фотографич. изображения считают гармоничной, если она соответствует визуально воспринимаемой Ц. г. снимаемого объекта в условиях естеств. освещения. При уменьшении экспозиции Ц. г. получаемого изображения сдвигается в сторону тёмных тонов и сильнее подчёркивает цветовые различия, характерные для конкретно используемого освещения. Вследствие цветоделительных *цветовых искажений*, свойственных любому цветному фотографич. процессу, Ц. г. цветного фотографич. изображения отличается от Ц. г. объекта съёмки преобладанием жёлто-коричневых и сине-зелёных тонов. Ц. г. фотографич. изображений изменяют *цветоделительным маскированием* и изменением экспозиц. условий при съёмке и цветной печати.

Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОВАЯ КОРРЕКЦИЯ, приближение цветовых сочетаний на изображении (фотографическом, полиграфическом, телевизионном и др.) к визуально воспринимаемому (привычному) сочетаниям на исходном объекте или его зрительном образе. Иногда Ц. к. наз. также операцией цветовой настройки, напр. в процессе цветного печатания, когда для устранения неестественного или нежелательного оттенка цветного фотографич. изображения изменяются экспозиц. условия такого печатания. По виду цветных преобразований Ц. к. подразделяется на цветоделительную (*цветоделительное маскирование*), градационную и частотно-контрастную (резкостную).

В цветофотографич. процессах широко используют цветоделит. коррекцию по способу внутр. маскирования цветных негативных фотоматериалов. Градационная и частотно-контрастная коррекция фотографич. изображений иногда проводится по методу внеш. градац. маскирования негативных изображений нерезкими позитивными изображениями — масками. Все виды Ц. к. наилучшим образом осуществляются в электронных цветокорректорках, к-рые применяют преим. для исправления изображений в полиграфич. процессах.

Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОВАЯ НАСТРОЙКА, одна из операций процесса *цветной печати*, сводящаяся к выбору комбинации корректирующих субтрактивных светофильтров (при субтрактивной цветной печати) или соотношения цветоделённых лучистых потоков (при аддитивной цветной печати). Позволяет отпечатать цветные изображения требуемой цветности и светлоты цвета. Ц. н. проводится по пробным отпечаткам, сделанным при разных экспозиц. условиях. В профессиональном кинематографе Ц. н. осуществляют также с помощью *цветоанализаторов*, позволяющих при анализе цветных негативов видеть на экране телевизионной трубки цветное позитивное изображение, подобное тому, к-рое получается при печати с использованием определённых корректирующих светофильтров и при определённых соотношениях цветоделённых лучистых потоков аддитивного копировального аппарата.

ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, величина, характеризующая спектральный состав излучения источника света; определяется темп-рой *абсолютно чёрного тела* (т. е. тела, полностью поглощающего падающие на него лучи), при к-рой его излучение имеет такой же спектральный состав и такое же распределение энергии по спектру, как и излучение

данного источника. В Междунар. системе единиц (СИ) Ц. т., как и *абсолютная температура*, выражается в кельвинах (К). Ц. т. кинопроект. ламп накаливания — ок. 3200 К, кинопроект. ксеноновых ламп — ок. 5700 К.

ЦВЕТОВОЙ ГРАФИК, множество точек на плоскости, отображающее множество измеряемых *цветов*. Служит для наглядного представления измеряемых цветов, выбора триады осн. цветов аддитивного синтеза, определения *цветового охвата* и в др. целях. Применяются Ц. г. двух типов: графики цветности (цветовой треугольник, цветовой шестиугольник, цветовой круг) и графики дополнит. цветов. Наибольшее распространение получили графики цветности. Подробнее см. в ст. *Колориметрия*.

ЦВЕТОВОЙ ОХВАТ, совокупность *цветов*, к-рые могут быть получены данным способом *цветовоспроизведения* с использованием осн. излучений (при аддитивном синтезе цветов) или красителей (при субтрактивном), материалов и заданной технологии. Количественно определяется с помощью графика цветности (см. *Колориметрия*). В реальных процессах не все цвета, образуемые всевозможными комбинациями осн. излучений (красителей), могут быть практически воспроизведены вследствие неизбежных градац. и цветоделит. искажений. В этой связи различают Ц. о. полный (теоретический достижимый в результате данного процесса) и рабочий (фактически получающийся), к-рый всегда меньше полного.

Наибольший Ц. о. может быть получен в цветных фотографич. процессах, в к-рых используются насыщенные чистые красители. Рабочий Ц. о. расширяется с увеличением полноты цветоделит. маскирования, фотографич. широты цветных фотоматериалов и максимально достижимых на них оптич. плотностей цветоделённых изображений, а также при использовании аддитивного метода печатания позитивного изображения на цветной фотобумаге или плёнке. Для наглядного представления Ц. о., достигаемого с помощью данных красителей, напр. при *цветоделительных испытаниях*, используют таблицы Ц. о. (цветные клинья), состоящие из однокрасочных шкал (одного красителя), на к-рые наложены полосы, окрашенные двумя другими красителями.

Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОВОЙ ТОН, один из трёх атрибутов *цвета*, обусловленный в человеческом сознании окраской предмета определённым типом пигмента, краски, красителя. Напр., зелёный Ц. т. присваи-

вается предметам с окраской, близкой к окраске естеств. зелени, содержащей хлорофилл. Название Ц. т. часто происходит от наименования предмета (вишнёвый, розовый, малиновый и т. д.), а также от наименования цветов спектра видимого излучения (фиолетовый, синий, жёлтый, красный и т. д.). В зависимости от того, есть или нет у данного цвета Ц. т., различают соответственно *хроматические цвета* и *ахроматические цвета*. Хроматич. цвета каждого Ц. т. различаются по насыщенности и светлоте. Зрительное восприятие Ц. т. изменяется в зависимости от изменения освещённости и цветности освещения. Напр., при понижении освещённости предмета его Ц. т. воспринимается более насыщенным. В *колориметрии* Ц. т. обычно связывают с доминирующей длиной волны монохроматич. излучения, к-рое в смеси с белым излучением воспроизводит в колориметрич. условиях характеризуемый цвет. На цветовых графиках все точки, отображающие цветности цветов различного Ц. т., располагаются вокруг точки «белого цвета», представляющей ахроматич. тона. Характеризуемые цвета называют обычно по Ц. т. излучения соответствующей доминирующей длины волны: сине-фиолетовый, синий, сине-голубой, голубой (сине-зелёный), зелёный, жёлто-зелёный, жёлтый, оранжевый, красный. Красно-пурпурные, пурпурные и пурпурно-фиолетовые тона не имеют соответствующих по Ц. т. спектральных цветов и поэтому обозначаются длинами волн дополнительных цветов: зелёно-голубой, зелёного, зелёно-жёлтого.

В *атласах цветов* Ц. т. обозначаются символами, принятыми для данной колориметрич. системы. Так, напр., в атласе цветов Манселла содержится 40 карт, на каждой из к-рых представлены цвета одного Ц. т., систематизированные в определённом порядке по насыщенности и светлоте. Для десяти осн. цветов Ц. т. атласа Манселла введены буквенные обозначения: *R* — красный, *YR* — жёлто-красный (оранжевый), *Y* — жёлтый, *B* — синий, *G* — зелёный, *GY* — жёлто-зелёный, *BG* — сине-зелёный (голубой), *P* — пурпурный, *PR* — пурпурно-красный, *PB* — пурпурно-синий. Промежуточные Ц. т. обозначены числами от 0 до 10 на каждой карте при соответствующих буквенных символах (напр., 2,5YR — жёлто-оранжевый, 5YR ≈ YR — оранжевый, 7,5YR — красно-оранжевый).

При расположении характеризуемых цветных образцов на разном фоне зрительное восприятие Ц. т. изменяется вследствие *одновременного цветового*

контраста и *пограничного цветового контраста*.

ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, процесс передачи *цветов* объекта в его цветном изображении (в *цветной фотографии*, полиграфии, цветном телевидении и др.) или получения измеряемых цветов заданных излучений (напр., в *колориметрии*). Ц. называют также результат этого процесса, оцениваемый объективно (физич. методами) либо субъективно (на основе зрительного восприятия). В фотографии, кинематографии и телевидении Ц. как процесс разделяется на три стадии: анализ цвета, градац. и цветоделит. преобразования, синтез цвета.

Анализ цвета — оптич. преобразование (оптич. фильтрация) многоцветного изображения — его разложение на неск. одноцветных изображений, наз. *цветоделёнными*. На практике в большинстве случаев анализ цвета сводится к созданию трёх цветоделённых изображений (обычно синего, зелёного, красного), реже — двух или четырёх. Излучения, оказавшиеся после оптич. фильтрации в одной из осн. групп (в одной из образованных цветоделённых спектральных зон; см. *Основные цвета*), различаются в дальнейшем лишь по средней интенсивности цветоделеляющих приёмников света в любой системе Ц. должны быть подобны кривым сложения к.-л. триады осн. цветов *аддитивного синтеза цвета*. Это условие идеального анализа цвета формулируется ещё как условие правильной регистрации *метамерных цветов*: визуально тождественные излучения должны быть и фотографически тождественны. Анализ цвета в телевизионных и ряде полиграфич. процессов осуществляется приёмниками, содержащими оптич. элементы (светофильтры, призмы, полупрозрачные зеркала и др.), избирательно пропускающие или отражающие излучения, и фотоэлектрич. устройства (фотоэлементы, фотоэлектронные умножители и др.), с помощью к-рых создаются первичные цветоделённые электрич. сигналы (видеоимпульсы).

Градационные и цветоделительные преобразования — приведение цветоделённых изображений к виду, удобному для последующей их передачи или (и) обработки. Так, в фотографик. процессах сущность градац. и цветоделит. преобразований состоит в том, что в результате *цветного проявления* экспонир. многослойного фотоматериала в каждом фото-

графич. слое из цветоделённого *скрытого изображения* образуется «вещественное» одноцветное фотографич. изображение, отдельные участки к-рого различаются большим или меньшим кол-вом (плотностью) светопоглощающего вещества — жёлтого, пурпурного и голубого красителей. Градац. преобразования представляют собой одноканальный процесс: каждый из трёх одноцветных негативов можно рассматривать отдельно от двух других и оценивать его как обычное чёрно-белое изображение. Цветоделит. преобразования являются многоканальными (поэтому их называют также *перекрёстными*). При *субтрактивном синтезе цвета* метод цветоделит. преобразований определяется спектральными свойствами анализирующей системы и спектральными характеристиками красителей, при аддитивном способе — спектральными характеристиками излучений осн. цветов. В цветном телевидении из трёх первичных цветоделённых электрич. сигналов в результате градац. и цветоделит. преобразований формируются сигнал яркости и сигнал цветности, несущие информацию соответственно о распределении яркости и цветности передаваемого изображения; по каналу связи эти сигналы поступают в телевизор, где посредством обратного преобразования из них получают видеосигналы осн. цветов, подаваемые на трёхлучевой кинескоп.

Синтез цвета — заключит. стадия Ц. — воспроизведение различных цветов, осуществляемое либо смешением излучений (аддитивный синтез), либо смешением красок последовательным пропусканием света через различно окрашенные слои, характеризующиеся избират. поглощением (субтрактивный синтез). Иногда термин «Ц.» применяют для обозначения только этой заключит. стадии. В цветных фотографич. процессах на многослойных плёнках, а также в гидротипии синтез сводится к последовательному избират. поглощению жёлтым, пурпурным и голубым фотографич. слоями соответственно синего, зелёного и красного излучений. В полиграфич. процессах высокой и глубокой печати синтез цвета осуществляется смешением разноцветных излучений, отражённых от различных по площади растровых (см. *Растр*) элементов: одно-, двух-, трёхкрасочных. Часто для передачи тёмных цветов трёх красок бывает недостаточно и приходится прибегать к четвёртой — чёрной или серой (четырёхцветная печать).

Различают три вида оценки точности Ц.: физическую, физиологическую (колориметрическую) и психологическую.

Признаком физически точного Ц. является совпадение спектрального распределения излучения, пропускаемого или отражаемого любым участком изображения, со спектральным распределением излучения от соответствующего участка объекта. Физически точное Ц. возможно лишь при след. условиях: цветное многообразие оригинала не должно выходить за пределы шкалы цветов, охватываемых данным способом Ц.; оригинал и его изображение должны рассматриваться при одинаковых освещенностях. Физиологически точным наз. Ц., при к-ром излучение, отражаемое или пропускаемое любым участком изображения, визуальное тождественно излучению от соответствующего участка оригинала по осн. объективным (колориметрическим) характеристикам цвета. Психологич. оценка точности Ц. основана на субъективном (зрительном) восприятии. Психологически точным (согласно определению, данному сов. учёным Н. Д. Ньюбергом) наз. такое Ц., при к-ром изменение цвета любой детали изображения влечёт за собой снижение его качества, оцениваемого по зрительному впечатлению. Т. о., подчёркивается важность сохранения цветных соотношений для всей совокупности деталей, а не абсолютные характеристики цвета для каждой детали отдельно. Психологически точное Ц. получается в том случае, когда градационные цветоделит. процессы соответствуют допустимым цветовым преобразованиям (при заданных, заранее оговорённых условиях рассматривания). *Л. Ф. Артюшин.*

ЦВЕТОВЫЕ ИСКАЖЕНИЯ, несоответствия между *цветовыми различиями* цветного фотографич. изображения и изображаемого объекта. Оцениваются либо путём визуального сравнения изображения непосредственно с оригиналом, либо в результате работы воображения — по памяти на цветные различия известных объектов. Ц. и. могут быть выражены также и количественно в тех случаях, когда имеется возможность измерить цветоделённые плотности сравниваемых деталей изображения и оригинала или определить для этих деталей цветные координаты.

Ц. и. в зависимости от вызвавших их причин подразделяются на градационные, цветоделительные и Ц. и. зрительного восприятия. Градационные Ц. и. возникают из-за ограниченной фотографии. широты цветных плёнок и проявляются в уменьшении на изображении цветных различий между деталями как в светах, так и в тенях. Уменьшение цветных различий в светах особенно заметно при очень больших экспозициях (передержках), в тенях —

при очень малых (недодержках). Наиболее значит. градационные Ц. и. возникают на изображениях высококонтрастных объектов. К градационным Ц. и. приводят также нарушения баланса экспозиции и баланса контрастности.

Цветоделительные Ц. и. возникают из-за побочных спектральных поглощений оптич. излучения основными красителями субтрактивного синтеза, а также при расширении зон спектральной чувствительности цветных фотоматериалов. Такие Ц. и. проявляются прежде всего в уменьшении насыщенности цветов всех деталей изображения, а также в потемнении осн. цветов аддитивного синтеза (красных, зелёных, синих) и близких к ним цветовых тонов (при этом осн. цвета субтрактивного синтеза — жёлтый, пурпурный, голубой — неизбежно становятся более светлыми). Вследствие неодинакового оптич. воздействия всех побочных спектральных составляющих цветовые тона почти всех цветов изменяются: пурпурные становятся мало отличимыми от красных, жёлтые приближаются к оранжевым, голубые — к синим. Цветоделительные Ц. и. практически не зависят от условий экспонирования и цветного проявления, за исключением случаев, когда съёмка производится на цветную *маскированную плёнку* (для неё увеличение экспозиции приводит к усилению эффекта *цветоделительного маскирования* и, следовательно, к улучшению цветовоспроизведения). Цветоделительные Ц. и. особенно заметны на фотоотпечатках, изготовленных субтрактивным способом с цветных негативов на немаскированной плёнке.

Ц. и. зрительного восприятия возникают из-за различной адаптации зрения к условиям освещения и рассматривания оригинала и его изображения. Снижение освещённости оригинала, как и уменьшение угловых размеров изображения по сравнению с оригиналом, приводит к Ц. и., выражающимся в уменьшении цветовых различий, особенно для мелких деталей; все цвета воспринимаются более тёмными, менее насыщенными. Ц. и., возникающие из-за изменения естественного освещения, являются привычными для глаза. Человек если и замечает такие Ц. и., то не придаёт им особого значения, а соответствующие Ц. и. цветных фотографич. изображений относятся к категории допустимых.

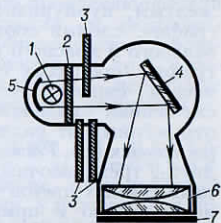
Н. В. Алексеева.

ЦВЕТОВЫЕ КООРДИНАТЫ (цвета коэффиценты), три числа, в совокупности позволяющие выразить цвет характеризуемого несветящегося образца или оптич. излучения относи-

тельными кол-вами трёх осн. цветов аддитивного синтеза стандартизованной колориметрич. системы. В *колориметрии* Ц. к. определяются либо экспериментально с помощью приборов, наз. колориметрами, либо рассчитываются по кривым сложения осн. цветов колориметрич. системы. Ц. к. служат для расчётов коэффициентов цветности.

ЦВЕТОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ, разница в *цвете* (цветовой контраст) разноокрашенных предметов или излучений источников света. Ц. р. зависят от значений величин, описывающих условия рассматривания сравниваемых объектов: освещённости объектов, их размеров, яркостных и цветовых характеристик окружающего фона и др. Напр., с увеличением освещённости Ц. р. уменьшаются в светлых участках объекта; с уменьшением освещённости (когда цветовое зрение приближается к сумеречному) Ц. р. также уменьшаются, особенно в тёмных участках объекта, причём в первую очередь между красными, оранжевыми и жёлтыми цветами (поэтому преобладающими становятся синие и зелёные тона рассматриваемого объекта). Ц. р. изменяются с изменением *цветности* освещения. При освещении, создаваемом лампами накаливания, Ц. р. уменьшаются между синими, сине-зелёными и голубыми тонами. В колориметрии Ц. р. либо определяют по *атласам цветов* с равноконтрастным расположением цветных эталонов, либо рассчитывают по результатам колориметрич. измерений. При этом Ц. р. выражают кол-вом зрительно обнаруживаемых порогов изменения цвета ΔE . Равноконтрастная система расположения эталонов в атласах цветов позволяет сравнивать образцы в одинаковых условиях рассматривания, поэтому она даёт наиболее точное количеств. выражение Ц. р. Л. Ф. Артюшин. **ЦВЕТОГОЛОВКА**, приспособление, позволяющее производить *цветовую коррекцию* при проекционной фотопеча-

Принципиальная схема цветоголовки: 1 — лампа; 2 — теплофильтр; 3 — жёлтый, пурпурный и голубой светофильтры; 4 — зеркало; 5 — сферический отражатель; 6 — конденсор; 7 — негатив.



ти цветных снимков. Ц. устанавливается на *фотоувеличителях* вместо проекционной головки. Корректировка цвета осуществляется с помощью трёх свето-

фильтров, вводимых в световой поток от осветителя (рис.). В зависимости от цвета введенных светофильтров и степени перекрытия световых лучей изменяется спектральный состав светового потока, проходящего через конденсор фотоувеличителя к негативу. Управление сменной светофильтров производится с помощью трёх ручек, выведенных на переднюю панель Ц. Шкалы Ц. проградуированы в общепринятых обозначениях плотности (в процентах). **ЦВЕТОДЕЛЕНИЕ**, оптич. процесс разделения оптич. излучения сложного спектрального состава на несколько лучистых потоков, различающихся по цвету. Полученные в результате Ц. одноцветные световые потоки наз. *цветоделёнными*. Ц. применяется, напр., в *цветной сенситометрии* при измерении цветоделённых оптич. плотностей цветных фотографич. изображений, где оно осуществляется в цветных денситометрах с помощью синего, зелёного и красного светофильтров.

Фотографическое Ц. (в цветной фотографии) — разделение излучения, испускаемого или отражаемого объектом съёмки, на несколько (как правило, на три) излучений зональных цветов (синее, зелёное и красное) с последующим получением окрашенных или чёрно-белых цветоделённых изображений этого объекта (называемых соответственно сине-, зелёно- и краснофильтровым или просто синим, зелёным и красным). В наиболее распространённом способе цветной фотографии, основанном на использовании многослойных *цветных фотоматериалов*, Ц. осуществляется благодаря различной спектральной чувствительности эмульсионных слоёв.

Ц. называют идеальным, если вся спектральная область излучения объекта разделяется на граничащие друг с другом, но не перекрывающиеся диапазоны. На практике, однако, оно неизбежно в той или иной мере отличается от идеального, напр. из-за перекрытия кривых спектрального пропускания используемых для Ц. селективно поглощающих сред (красителей в фотографич. слоях, светофильтров и т. д.). Качество Ц. количественно характеризуют либо кривыми эффективной спектральной чувствительности приёмников света цветоделит. системы (напр., светочувствит. слоёв многослойной цветной плёнки), либо её *цветоделительными характеристиками*. В процессе печатания позитивных фотографич. изображений с цветных негативов фотографич. Ц. улучшают применением *цветоделительного маскирования*, а также

использованием метода аддитивной *цветной печати*. Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОДЕЛЁННАЯ ПЛОТНОСТЬ, *оптическая плотность* прозрачного или отражающего свет объекта, полученная в результате измерений относительной доли цветоделённого лучистого потока (см. *Цветоделение*), прошедшего через измеряемый объект или отражённого от него. Величина Ц. п. определяется десятичным логарифмом отношения упавшего на объект цветоделённого лучистого потока к прошедшему или отражённому. Для цветных фотографич. изображений в зависимости от их назначения (рассматривание или копирование) Ц. п. выражают *визуально-серой плотностью*, или *копировальной плотностью*. Ц. п. измеряют с помощью цветного *денситометра* (см. также *Цветная сенситометрия*).

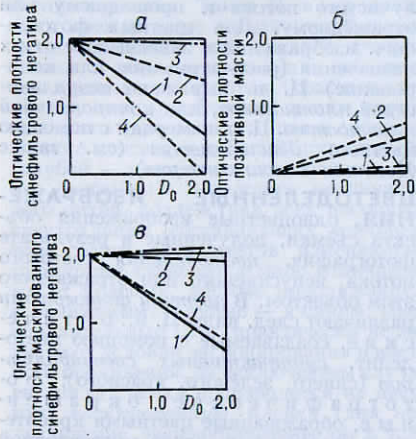
ЦВЕТОДЕЛЁННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, одноцветные изображения объекта съёмки, полученные в результате фотографии. *цветоделения* светового потока, испускаемого или отражаемого этим объектом. В *цветной фотографии* различают след. виды Ц. и.: оптич. е с к и е, создаваемые с помощью цветоделит. *субтрактивных светофильтров* (синего, зелёного, красного); *фотографические окрашенные*, образованные цветными красителями фотографич. слоёв многослойной цветной плёнки в результате съёмки на эту плёнку и последующего её *цветного проявления*; *фотографические чёрно-белые*, полученные фотографированием объекта на чёрно-белую плёнку через цветоделит. светофильтры. В соответствии со спектральными характеристиками используемых цветоделит. светофильтров или фотографич. слоёв Ц. и. называют синие, зелёно- и краснофильтровым или просто синим, зелёным и красным; Ц. и. на многослойных цветных негативных плёнках иногда называют жёлтым, пурпурным и голубым (по цвету полученных после проявления фотографич. Ц. и.). Ц. и. на чёрно-белых плёнках применяются в процессах с внешним *цветоделительным маскированием* и в *гидротипии*.

Н. В. Алексеева.

ЦВЕТОДЕЛИТЕЛЬНОЕ МАСКИРОВАНИЕ (цветоделительная цветовая коррекция), метод устранения *цветовых искажений* в цветных фотографич. процессах, заключающийся в оптич. нейтрализации вредного действия побочных спектральных поглощений красителей при цветной печати; вид *маскирования*. В зависимости от способов реализации

Ц. м. подразделяется на «внешнее», «внутреннее» и «электронное».

«Внешнее» Ц. м. осуществляется наложением на *цветоделённое изображение* иного по характеру цветоделения изображения этого же объекта, к-рое наз. м а с к о й. Черно-белые или цветные маски для «внешнего» Ц. м. изготавливают печатанием на фотоматериал маскируемого изображения. Ц. м. заключается в увеличении оптич. плотности полезных цветоделённых изображений



Графики, поясняющие принцип «внешнего» маскирования синефильтрового негатива (а) позитивной маской (б), отпечатанной с зелёнофильтрового негатива; маскированный синефильтровый негатив (в) имеет приблизительно одинаковые коэффициенты контрастности изображений жёлтой (сплошная линия 1) и серой (пунктирная линия 4) шкал тест-оригинала и близкие к нулю коэффициенты контрастности вредных изображений пурпурной (пунктирная линия 2) и голубой (штрихпунктирная линия 3) шкал.

по сравнению с оптич. плотностью вредных. В качестве примера на рисунке приведена схема процесса «внешнего» Ц. м. синефильтрового негатива позитивной маской, отпечатанной с зелёнофильтрового негатива. На синефильтровом негативе, кроме полезного жёлтого изображения, получаются несколько менее контрастные вредные пурпурное и голубое изображения (рис. а). На зелёнофильтровом негативе, а следовательно, и на позитиве, отпечатанном с этого негатива, пурпурное изображение получается более контрастным, чем жёлтое (рис. б). Поэтому при наложении малоконтрастного зелёнофильтрового позитива на синефильтровый негатив плотность вредного негативного пурпур-

ного изображения значительно уменьшается (рис. в).

«Внутреннее» Ц. м., широко используемое в цветной фотографии, основано на введении в светочувствит. слой негативных и дубль-негативных плёнок окрашенных (т. н. маскирующих) цветообразующих компонентов (см. *Маскированные плёнки*). При цветном проявлении первичная окраска маскирующих компонентов на различных участках изображения разрушается пропорционально экспозициям этих участков. Т. о., одновременно с негативным изображением, образованным красителями *субтрактивного синтеза цвета*, в соответствующем слое образуется позитивное изображение, образованное маскирующими компонентами. Зональная оптич. плотность позитивного изображения оптически нейтрализует вредное действие побочного поглощения красителя в данной зоне спектра. Получающаяся при этом цветная вуаль требует лишь изменения экспозиционных условий печатания с маскированного изображения. Для «внутреннего» Ц. м. чаще всего применяют (1980) жёлто- и пурпурноокрашенный (розовый) компоненты для маскирования соответственно пурпурного и голубого изображений.

«Электронное» Ц. м. основано на использовании спец. электронных аппаратов — *цветокорректоров*, используемых, напр., в цветном телевидении, полиграфии. Различают *цветокорректоры* двух видов. В *цветокорректорах* первого вида оптич. цветоделённые изображения преобразуются в цветоделённые электр. сигналы (как в телевизионных передающих аппаратах). Цветоделённые электр. сигналы, поступающие от электроннолучевой трубки, проходят через электронное вычислит. (т. н. матричное) устройство, в к-ром они смешиваются в определённых пропорциях таким образом, чтобы откорректированные (матрицированные) сигналы соответствовали идеальному цветоделению. Фотоматериал при этом экспонируется непосредственно световым пятном, яркость к-рого модулируется только величиной электр. сигнала. В *цветокорректорах* второго вида (наз. *электронными* копировальными аппаратами) световой пучок до того, как он достигнет светочувствит. слоя фотоматериала, проходит через участки печатаемого негатива или отражается от фотографируемого оригинала. Ц. м. в таких *цветокорректорах* осуществляется изменением яркости и цвета светового пучка, падающего на фотографируемое или печатаемое изображение.

Л. Ф. Артюшин.

ЦВЕТОДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, экспериментальное определение *цветоделительных характеристик* цветных фотоматериалов и цветных фотографий. процессов в целом. Подразделяются на *позтапные* и *сквозные*. *Позтапные* Ц. и. используются для определения цветоделит. свойств светочувствит. слоёв фотоматериалов. *Сквозные* Ц. и. одновременно характеризуют цветоделит. свойства светочувствит. слоёв используемых фотоматериалов и копировальные свойства образующихся в них красителей. Сквозные Ц. и. применяются гл. обр. для характеристики негативных и дубль-негативных цветных плёнок, а также для оценки эффективности цветоделит. маскирования этих плёнок и всего процесса в целом.

Для проведения Ц. и. используются *тест-объекты* в виде таблиц *цветового охвата* (цветных клиньев), изготовленных из позитивных (при Ц. и. негативных фотоматериалов) или негативных (при Ц. и. позитивных) цветных красителей. В тест-объект входят три *однокарасочные* шкалы (жёлтая, пурпурная и голубая); на каждую из этих шкал, как правило, накладываются равномерные по плотности полосы, окрашенные двумя другими красителями. Для градационного контроля в тест-объект включается *нейтрально-серая* шкала. Сквозные Ц. и. сводятся к фотографированию тест-объекта, последующей химико-фотографич. обработке испытуемого фотоматериала и измерению трёх эффективных цветоделённых плотностей изображений цветных клиньев, полученных последовательно с использованием синего, зелёного и красного светофильтров. Результаты измерений выражаются в единицах копировальных плотностей. Для каждого поля цветного клина по характеристич. кривым цветного изображения находится такое поле серого клина, на к-ром образовалась такая же поверхностная концентрация красителя, какая получилась на изображении данного цветного поля. Полученные данные используются для построения т. н. *линий эффективных плотностей*, выражающих зависимость эффективных цветоделённых плотностей для каждого слоя от поверхностной концентрации красителя в исходном цветном клине тест-объекта.

Н. Ф. Семёнова.

ЦВЕТОДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, количественные показатели *цветоделения*, выражающие степень относит. воздействия трёх цветоделённых изображений, образованных жёлтым, пурпурным и голубым цветными красителями *субтрактивного син-*

теза, на светочувствит. слой цветного фотоматериала (при фотокопировании), цветоразличающие приёмники зрительного анализатора (при рассмотрении цветных фотографий, изображений) или светочувствит. приёмники фотоэлектр. устройства (при сенситометрич. испытаниях цветного фотоматериала). Ц. х. отражают одновременно как цветоделит. свойства светочувствит. приёмников (напр., слоёв многослойной цветной плёнки), так и копировальные свойства или визуальные свойства красителей *субтрактивного синтеза*, по отношению к к-рым определяются эти Ц. х. Поэтому Ц. х. наз. также *удельными эффективными* (или *удельными копировальными*) плотностями красителя.

Ц. х. любого из трёх эмульсионных слоёв цветного фотоматериала выражаются тремя значениями *удельных эффективных плотностей* жёлтого, пурпурного и голубого красителей в отношении сине-, зелёно- и красночувствит. приёмников света; обозначаются: δ_c^* , δ_c^p , δ_c^r — *удельные эффективные плотности* указанных красителей в отношении синечувствит. приёмника света; δ_a^* , δ_a^p , δ_a^r — то же в отношении зелёночувствит. приёмника; δ_k^* , δ_k^p , δ_k^r — то же в отношении красночувствит. приёмника. Каждое из этих трёх значений выражает степень возд. действия на приёмник *одноцветного* изображения (жёлтого, пурпурного или голубого) по сравнению с изображением *ахроматич. цвета*. Т. о., Ц. х. цветного фотоматериала как цветоделит. системы выражаются девятью значениями *удельных эффективных плотностей* трёх красителей *субтрактивного синтеза*. Обычно Ц. х. записывают в виде матрицы:

$$\begin{pmatrix} \delta_c^* & \delta_c^p & \delta_c^r \\ \delta_a^* & \delta_a^p & \delta_a^r \\ \delta_k^* & \delta_k^p & \delta_k^r \end{pmatrix}$$

Среди этих девяти Ц. х. выделяют три *полезные* *удельные эффективные плотности* отдельно каждого из красителей — жёлтого, пурпурного и голубого в отношении соответственно сине-, зелёно- и красночувствит. приёмников (т. е. *диагональные члены* матрицы δ_c^* , δ_a^p и δ_k^r). Остальные шесть Ц. х. наз. *вредными*, или *побочными*, поскольку их наличие у применяемых красителей влечёт за собой *цветовые искажения*.

Значения цветоделительных характеристик для негативных плёнок ДС-5М и ЛН-5М

Тип плёнки	Удельные эффективные плотности красителей в отношении трёх светочувствительных слоёв								
	синечувствительного			зелёночувствительного			красночувствительного		
	$\delta_{\text{с}}^{\text{ж}}$	$\delta_{\text{с}}^{\text{п}}$	$\delta_{\text{с}}^{\text{г}}$	$\delta_{\text{з}}^{\text{ж}}$	$\delta_{\text{з}}^{\text{п}}$	$\delta_{\text{з}}^{\text{г}}$	$\delta_{\text{к}}^{\text{ж}}$	$\delta_{\text{к}}^{\text{п}}$	$\delta_{\text{к}}^{\text{г}}$
ДС-5М	0,78	0,37	0,10	0,09	0,73	0,32	0,04	0,13	0,90
ЛН-5М	0,78	0,37	0,10	0,09	0,72	0,32	0,04	0,22	0,79

Значения Ц. х. цветных фотоматериалов практически не зависят от условий их химико-фотографич. обработки. В негативно-позитивном процессе Ц. х. могут быть существенно улучшены применением различных способов *маскирования*, напр. использованием маскированных плёнок. Ц. х. определяют экспериментально путём фотографирования цветных шкал или рассчитывают по спектральным характеристикам красителей и светочувствит. приёмников, осуществляющих цветоделение. В качестве примера в таблице приведены значения Ц. х. сов. цветных негативных плёнок ДС-5М и ЛН-5М.

Н. В. Алексеева.

ЦВЕТКОРРЕКТОР, см. в ст. *Цветоделительное маскирование*.

ЦВЕТООБРАЗУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ (цветные компоненты, компоненты цветного проявления), органические соединения, образующие в процессе *цветного проявления* красители цветного изображения (в результате реакции сочетания с первичными продуктами окисления *цветных проявляющих веществ*). В качестве Ц. к. используют вещества с активной метиленовой $-\text{CH}_2-$ или метиновой $=\text{CH}-$ группой. Цвет образующегося красителя в основном определяется строением Ц. к., напр. жёлтый (азометиновый) краситель образует β -дикетоны (ацетил-ацетон) и производные малоновой и ацилдусных кислот, пурпурный (азометиновый) краситель — производные нек-рых гетероциклич. соединений (пирозолона, кумарона и др.), голубой (индоналиновый) краситель — производные фенолов или нафтолов. Спектральное поглощение красителя может несколько изменяться в зависимости от условий проявления.

Применяются т. н. недиффундирующие Ц. к., к-рые в растворённом виде содержатся в *фотографической эмульсии* цветных фотоматериалов, и диффундирующие Ц. к., к-рые вводятся

в цветные проявители. Недиффундирующие Ц. к., благодаря наличию в их молекулах длинноцепочечных алкильных радикалов с 12—18 атомами углерода, не перемещаются в смежные слои. «Закрепление» Ц. к. в слоях осуществляют также в результате растворения её в к.-л. труднотлетучем растворителе с последующим диспергированием в фотографической эмульсии перед нанесением её на подложку. Недиффундирующие Ц. к. должны удовлетворять след. требованиям: не выпадать в осадок и не перемещаться в слоях; не снижать светочувствительность, не ухудшать фотографич. свойств фотоматериала при хранении; не уменьшать область спектральной чувствительности фотографич. эмульсии; быть фотографически высокоактивными. При проявлении Ц. к. образуют стойкие красители фотоизображения, соответствующие *субтрактивному синтезу цвета*. Цветные проявления осуществляются одновременно в трёх эмульсионных слоях, т. е. в одном проявляющем растворе. Недиффундирующие Ц. к. имеют все цветные фотоматериалы, выпускаемые в СССР, и многие материалы, изготавливаемые зарубежными фирмами.

При применении растворённых в проявителе (диффундирующих) компонент фотоматериал последовательно обрабатывается в неск. растворах, в результате чего в каждом из слоёв образуется соответственно голубое, жёлтое и пурпурное изображения. Этим способом пользуются, напр., при получении цветных изображений на обращаемых плёнках «Кодохром-2».

ЦВЕТОПЕРЕДАЧА, процесс отображения *цветов* оригинала на его цветном изображении (фотоснимке, киноэкране, экране цветного телевизора и т. д.), а также результат этого процесса. В теории *цветовоспроизведения* выделяют физически точную, физиологически точную и психологически точную Ц.

ЦЕЙТРАФЕРНАЯ КИНОСЪЁМКА (нем. Zeitraffer, от Zeit — время и raffen, букв. — собирать, подбирать, хватывать, перен. — группировать, уплотнять), *замедленная киносъёмка* с постоянным заданным интервалом времени между экспонированиями отдельных последовательных кадров. Этот интервал может иметь значения от нескольких секунд до нескольких часов

и даже суток. При демонстрации на экране полученной методом Ц. к. серии кадров с помощью обычного кинопроект. аппарата со стандартной частотой проекции (равной 16 или 24 кадр/с) наблюдается ускорение хода зафиксированных при съёмке событий, как бы их сжатие (уплотнение) во времени. Напр., если интервал времени при Ц. к. составляет 1 ч, а частота проекции снятого фильма — 24 кадр/с, то движение изображений на экране ускоряется в 86 400 раз.

Ц. к. предназначена для фиксации весьма медленно протекающих процессов: роста растений, кристаллов, развития микроорганизмов, хода химич. реакций и т. п. Для Ц. к. применяют киносъёмочные аппараты, снабжённые покадровым электроприводом или электромагнитным спуском (обеспечивающими покадровую киносъёмку) и датчиком времени — интервалометром (периодически включающим с помощью системы реле или контактов лентопротяжный механизм аппарата и осветит. аппаратуру). В качестве датчиков времени используют часовые механизмы с контактными устройствами или электронные часы с кварцевой стабилизацией. Ц. к. обычно проводится в условиях, позволяющих создать стабильное освещение объекта съёмки в течение съёмки. Ц. к. широко используется в различных областях физики, химии, биологии как метод науч. исследования, а также в искусстве и особенно науч. кинематографии.

А. В. Нисский.
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИВ КИНОФОТОДОКУМЕНТОВ СССР Главного архивного управления при Совете Министров СССР (ЦАКФД), создан в 1934 в Красногорске Моск. области. В архиве хранятся документальные кинофотоматериалы (летписи киносъёмок, киножурналы, хроникально-документальные фильмы, отдельные коллекции киноснимков и фотографий), отражающие осн. этапы истории Сов. гос-ва. В кинофотодокументах запечатлены события Великой Октябрьской социалистич. революции, Гражданской войны, Великой Отечеств. войны 1941—45 («Летопись Великой Отечественной войны») и др. Материалы архива используются при создании художеств., документальных и др. фильмов (в т. ч. телевизионных), при проведении н.-и. работ по истории сов. кинематографии, устройстве различных экспозиций и выставок. Аналогичные архивы созданы в союзных республиках.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЗАТВОР, *фотографический затвор*, у к-рого световые

заслонки при срабатывании открывают световое отверстие объектива от центра (от оптич. оси) к краям, а закрывают в обратном направлении. К Ц. з. относятся преим. *апертурные затворы*. По виду световых заслонок Ц. з. являются гл. обр. лепестковыми и дисковыми затворами. В нек-рых моделях фотоаппаратов Ц. з. выполняют одновременно как функции затвора, так и функции апертурной диафрагмы (см. *Затвор-диафрагма*). Апертурный межлинзовый Ц. з. обеспечивает высокую равномерность времени экспонирования (выдержки) по полю кадра. При использовании фронтального или заднего Ц. з. вследствие *виньетирования* световых лучей освещённость в центр. части кадра достигает максимума раньше, а убывает до нуля позже, чем на периферийных участках; межлинзовые Ц. з. световые лучи не виньетируют. Ц. з. позволяет использовать импульсные источники света практически при любых выдержках.

Ц. з., как правило, монтируются внутри объектива, поэтому при использовании сменных объективов в фотоаппаратах каждый объектив должен иметь свой затвор. В 70-х гг. за рубежом были выпущены нек-рые модели фотоаппаратов с задними Ц. з., механизм к-рых крепится не в корпусе объектива, а на передней стенке фотокамеры.

Г. В. Шепанский.

ЦЕНТРИРОВАНИЕ ЛИНЗ, совмещение оси боковой (нерабочей) цилиндрич. поверхности *линзы* с оптической осью этой линзы; достигается механич. обработкой боковой поверхности линзы. Допускаемое остаточное несоответствие осей, наз. децентрировкой, не должно превышать 0,01—0,02 мм. Наличие децентрировки у линз, входящих в оптич. систему, приводит к понижению качества создаваемого ею оптич. изображения вследствие увеличения её остаточных аберраций.

ЦЕНТРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ, центры *скрытого изображения*, с к-рых начинается образование видимого изображения при проявлении экспонир. фотоматериала. В отличие от других центров скрытого изображения — неустойчивых, устойчивых — Ц. п. содержит такое кол-во атомов серебра, к-рое достаточно для каталитич. ускорения реакции восстановления галогенидов серебра до металлич. серебра под действием проявляющего раствора.

ЦЕНТРЫ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, структурные нарушения (дефекты) в кристаллич. решётке галоген-

нида серебра (AgHal), образовавшиеся в процессе изготовления фотографич. эмульсии и обуславливающие её *светочувствительность*. К Ц. с. относятся локальные вкрапления в микрокристалл AgHal атомов металлич. серебра, его сульфида, а также всевозможные механич. дефекты решётки. Ц. с. могут располагаться как на поверхности (поверхностные Ц. с.), так и внутри микрокристалла (глубинные Ц. с.). При образовании *скрытого изображения* в процессе экспонирования фотоматериала Ц. с. играют роль потенциальных ям для электронов, вырванных из AgHal за счёт энергии поглощаемых микрокристаллом квантов света. Попадая в

потенциальную яму, электрон создаёт в Ц. с. отрицат. заряд и притягивает междузельный ион Ag^+ , рекомбинирует с ним (восстанавливая его в атом Ag). По мере образования атомов Ag Ц. с. постепенно укрупняются и перерастают в центры скрытого изображения. См. также *Фотографическая эмульсия*. Л. Я. Крауш.

ЦИРКОРАМА, то же, что *круговая кинопанорама*.

ЦИТОЛ, см. в ст. *Парааминофенолхлоргидрат*.

ЦПВ-1, то же, что *парааминодиэтиланилинсульфат*.

ЦПВ-2, то же, что *парааминэтилоксиэтиланилинсульфат*.

Ч

«ЧАЙКА», название семейства сов. *ишальных фотоаппаратов* произ-ва Белорус. оптико-механич. объединения (БелОМО); название первой базовой модели этого семейства. Формат кадра 18×24 мм; зарядка 35-мм роликковой фотоплёнки в стандартных кассетах ёмкостью 72 кадра. Объектив «Индустар-69» (2,8/28 мм) с угловым полем 56° ; фокусировка по символу на шкале расстояний. Затвор центральный затворный; выдержки от 1/30 до 1/250 с, выдержка «В» имеется только в моделях «Ч.1» и «Ч.2». Механизмы протяжки фотоплёнки, взвода затвора и счётчика кадров заблокированы и приводятся в действие поворотом курка. Счётчик кадров самосбрасывающийся. Установ-

ка экспозиц. параметров осуществляется вручную; в модели «Ч.3» — по показаниям калькулятора встроенного экспонометра Видонскатель телескопический с увеличением 0,45 \times . Модели «Ч.1» и «Ч.2» различаются внеш. оформлением; выпускались соответственно в 1965—67 и 1967—72. «Ч.3» и «Ч.2М» отличаются от базовой модели внеш. оформлением, положением курка и некоторыми конструктивными особенностями; выпускались соответственно в 1971—73 и 1972—74. Г. В. Шепанский.

ЧАСТОТА КИНОПРОЕКЦИИ, число кадров, проецируемых за одну секунду при демонстрации фильма. Нормированной (стандартной) Ч. к. выбрана такая частота, при к-рой зритель практически не замечает периодич. смены изображений на экране. При демонстрации 8-мм фильмов (гл. обр. в домашних условиях или в небольших аудиториях) нормальной считается частота 16—18 кадр/с, для 16-мм фильмов — 16—24 кадр/с, для 35- и 70-мм фильмов — 24 кадр/с. Установлено, что оптимальной частотой *слияния мельканий* является частота 45—55 Гц. Поэтому многие совр. кинотеатры и лекционные залы оборудуют кинопроект. аппаратами, обеспечивающими демонстрацию фильмов с частотой смены освещённости экрана 48 раз в одну секунду при частоте смены кадров фильма 24 кадр/с, т. е. каждый кадр проецируется на экран дважды (это достигается обычно применением двух-

или трёхлопастных *обтюраторов*. В телекинопроекторах (см. *Кинотелевизионная техника*) стандартная Ч. к. установлена равной 25 кадр/с в соответствии с частотой смены кадров телевизионного изображения, принятой в СССР. Некоторые кинопроекторы (в т. ч. для демонстрации любит. фильмов) допускают плавное изменение Ч. к. и проекцию одиночных кадров с произвольными интервалами между ними.

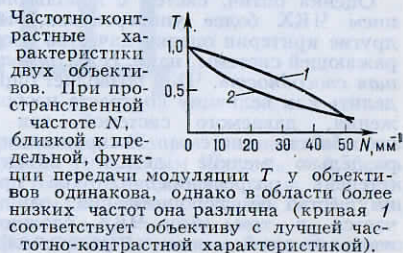
Г. В. Шепанский.

ЧАСТОТА КИНОСЪЁМКИ, число кадров, экспонируемых за одну секунду при съёмке фильма. Нормальной Ч. к. считается такая частота, к-рая равна нормированной частоте кинопроекции. Для 8-мм фильмов такой Ч. к. считается 16 и 18 кадр/с, для 16-мм фильмов — 16 и 24 кадр/с, для фильмов, снятых на 35- и 70-мм киноплёнках, — 24 кадр/с. При этом время экспонирования одного кадра зависит от типа *обтюратора*, от формы и размеров его светового выреза. В любительских кинокамерах используются обтюраторы с постоянным световым вырезом; поэтому выдержка (при установленной Ч. к.) оказывается также постоянной (нерегулируемой); экспозиция изменяется только посредством изменения диафрагмы съёмочного объектива. В профессиональных кинокамерах применяются обтюраторы, конструкция к-рых допускает изменение размеров их светового выреза или угла раскрытия обтюратора, что позволяет регулировать выдержку в процессе киносъёмки; т. о., обеспечивается больший, чем в любительских кинокамерах, диапазон регулирования экспозиции. *Лентопротяжные механизмы* киносъёмочных аппаратов обычно позволяют вести съёмку с частотой в 2—4 раза больше или меньше нормированной. Это даёт возможность при кинопроекции получать эффект замедления или ускорения движений, воспроизводимых на экране. Напр., движение, снятое с частотой 48 кадр/с и демонстрируемое с частотой 24 кадр/с, воспроизводится на экране замедленным вдвое, а снятое с частотой 8 кадр/с при той же частоте кинопроекции — ускоренным втрое. Вн.-и. целях иногда применяют *цейтраферную киносъёмку*; от *покадровой киносъёмки* с произвольными интервалами времени такая съёмка отличается тем, что производится автоматически с равными интервалами времени. При комбинир. съёмках, а также в науч. кино применяют другие, отличные от указанных, Ч. к. (см. *Скоростная киносъёмка*, *Высокоскоростная киносъёмка*, *Замедленная киносъёмка*, *Ускоренная киносъёмка*).

Г. В. Шепанский.

ЧАСТОТА СЛИЯНИЯ МЕЛЬКАНИЙ, наименьшая частота смены освещённости кинопроект. экрана (происходящей из-за перекрывания падающего на него светового потока долями *обтюратора*), при к-рой зритель перестаёт замечать мелькания (мерцание) экрана. Величина Ч. с. м. зависит не только от промежутка времени, в течение к-рого глаз человека способен сохранять световое раздражение, но также от размеров экрана (гл. обр. его ширины) и уровня его яркости. Напр., при яркости экрана 35 кд/м² Ч. с. м. (по данным, приведённым в трудах сов. учёного Е. М. Годдовского) равна: при демонстрации фильма обычного формата — 48 Гц, широкоэкранного — 52 Гц, широкоформатного — 56 Гц. См. также ст. *Частота кинопроекции*.

ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА (ЧКХ) (функция передачи модуляции T у объективов одинакова, однако в области более низких частот она различна (кривая 1 соответствует объективу с лучшей частотно-контрастной характеристикой).



вит. слоя фотоматериала, электронно-оптич. преобразователя и т. д.; количественно выражается величиной T , равной отношению контраста изображения, получаемого с помощью данной системы, к контрасту изображаемого предмета. Значение T зависит от пространственной частоты N деталей изображаемого предмета: чем больше частота, тем меньше T . Поэтому ЧКХ называют также зависимостью T от N , определяемую с помощью нек-рого стандартного *тест-объекта*.

ЧКХ оптической системы

$$T = \frac{(E_{\max} - E_{\min}) / (E_{\max} + E_{\min})}{(L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min})}, \text{ где}$$

E_{\max} и E_{\min} — максимальная и минимальная освещённости оптич. изображения, L_{\max} и L_{\min} — максимальная и минимальная яркости изображаемого предмета. ЧКХ как мера качества *реальной оптической системы* позволяет оценить степень несоответствия между распределением яркости предмета и распределением освещённости

Фотоаппарат «Чайка-2М».

