

БЕКНАЗАРОВА С.С., ЖАУМЫТБАЕВА М.К.

МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕХНОЛОГИЯ ЦВЕТА



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ МУХАММАДА АЛ-ХОРАЗМИЙ

Бекназарова С.С., Жаумытбаева М.К.

МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕХНОЛОГИЯ ЦВЕТА

учебное пособие для магистрантов специальности магистратуры
70611101-Технологии мультимедийных фильмов

*Рекомендовано в качестве учебного пособия Министерством
высшего и среднего специального образования Республики
Узбекистан*

Ташкент
“METODIST NASHRIYOTI”
2024

Бекназарова С.С., Жаумытбаева М.К.
Мультипликационные технологии: технология цвета: /Учебное
пособие/. – Ташкент: “METHODIST NASHRIYOTI” 2024. – 248 с.

Данное учебное пособие создано на основе типовой и рабочей программы курса «Технология цвета в мультфильмах».

В учебном пособии излагаются сведения о технологии цвета, физика цвета, понятия свет и цвет, цветовые модели, восприятие цвета человеком и цветовые иллюзии. Представлены сведения по взаимодействию цвета, базовые понятия в колористике, цветовой круг, гармонии и колориты, контраст, контрастные противопоставления. Описано цифровое представление цвета, новая модель цифрового цвета, теория цифровой обработки видеоизображения, цифровое представление телевизионного сигнала. Проведен анализ технологии цвета в мультипликации, цвет в кино: особенности восприятия, психология цвета, психология цвета, создание анимированного мультфильма, актерское мастерство в анимации, оценивание анимационного фильма, захват движения в мультипликации, анимационная студия В. Диснея.

Учебное пособие предназначено для магистрантов специальности магистратуры 70611101-Технологии мультипликационных фильмов, а также для ученых, студентов, докторантов и преподавателям, изучающим проблематику анализа цифрового видео.

Издано в соответствии с постановлением научно- методического совета Ташкентского университета информационных технологий имени Ал- Хоразми.

Рецензенты:

- Анарова Ш. - Доктор технических наук, доцент кафедры
Аудиовизуальные технологии ТУИТ им.
Мухаммада Ал-Хоразми
- Тайлакова Ш. - PhD, доц. Зав. каф. “Цифровые медиа и
Интернет”, УзЖОКУ.

ISBN 978-9910-03-112-0

© Бекназарова С.С., Жаумытбаева М.К., 2024.
© “METHODIST NASHRIYOTI”, 2024.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из первых известных нам теорий цвета изложена в коротком трактате «О цвете», написанном в древней Греции. Текст был первоначально приписан Аристотелю, но сегодня считается, что, скорее всего, текст написан перипатетиками — учениками Аристотеля. Базирующийся на наблюдениях за поведением цвета в природе, трактат утверждает, что все цвета существуют в спектре между светом и тьмой, и что четыре основных цвета происходят от четырех элементов: огня, воздуха, воды и земли. Сегодня такое утверждение кажется наивным, но, в общем, эти наблюдения не лишены смысла: растения зеленого цвета над поверхностью почвы, корни же их белые, значит, цвет исходит от солнца. Кроме того, цвет высохшего растения теряет яркость, таким образом, вода тоже определяет цвет. Несмотря на ошибочность теории, трактат «О цвете» содержит ряд важных наблюдений, таких как «темнота является не цветом, а отсутствием света» — открытие, на которое натолкнуло наблюдение за облаками, становящимися темнее по мере увеличения их толщины.

Как и в многих других областях науки, Исаак Ньютон полностью перевернул традиционные теории о поведении света, когда опубликовал первое издание «Оптики» в 1704 году. Ньютон открыл, что белый солнечный свет является комбинацией всех видимых цветов спектра, а не бесцветным, как считалось ранее. Основой его эксперимента было хорошо известное явление: когда белый свет проходит сквозь призму, он расщепляется на все цвета спектра. Ньютон обнаружил, что он может рекомбинировать эти цвета и снова получить белый свет.

Ньютоновский цветовой круг, основанный на музыкальной октаве.

Ньютон также обнаружил, что если смешать первый цвет видимого спектра (красный) и последний (фиолетовый), можно получить экстраспектральный пурпурный цвет, который вы не увидите в радуге. Смешение первого и последнего цветов побудило его развернуть цветовой спектр в круг, что положило начало традиции использования фигур для демонстрации цветовых моделей. Ньютону нравилось, что круг давал возможность легко предсказать результат смешения цветов, просто выбирая

пространство между ними. Размеры цветковых сегментов Ньютон сделал пропорциональными интенсивности каждого цвета в спектре, а количество основных цветов выбрал по аналогии с музыкальной октавой, имеющей семь интервалов.

В то время, как Ньютон был заинтересован в научном объяснении цвета, немецкий поэт, мыслитель и естествоиспытатель Вольфганг фон Гёте посвятил свою книгу «Теория цвета» (1810 г.) человекоориентированному анализу восприятия цвета. Проведя серию экспериментов, в которых он измерял реакцию глаза на определенные цвета, Гёте создал, пожалуй, самый известный цветовой круг. На круге расположены три основных цвета — пурпурный, желтый и синий — из которых, как он полагал, можно получить все остальные цвета.

Иоханнес Иттен — преподаватель Баухауза в начале прошлого века — очень много времени посвятил изучению цвета. Результатом многолетних исследований стала книга «Искусство цвета», в которой он детально рассматривает все аспекты теории цвета. О некоторых из них мы и поговорим в этом разделе.

Цвет, как таковой, не существует в природе. Он является продуктом обработки человеческим мозгом информации, которая поступает к нам через глаза в виде световой волны. Световые волны имеют различную длину, в зависимости от которой и формируется цвет.

В 1676 году Исаак Ньютон провёл эксперимент с расщеплением светового луча при помощи призмы, в результате которого он смог получить 7 чётко выраженных цветов: красный (длина волны 800-650 н/м), оранжевый (640-590 н/м), желтый (580-550 н/м), зелёный (530-490 н/м), голубой (480-460 н/м), синий (450-440 н/м), фиолетовый (430-390 н/м).

После этого учёный пропустил полученный спектр через собирающую линзу и получил белый цвет.

Своим экспериментом сер Ньютон смог доказать, что белый цвет состоит из всех цветов, отсутствие света ведёт к отсутствию цвета, а чёрный цвет — это полное отсутствие цвета. Также он выяснил, что у предметов нет цвета. Когда предмет освещается светом, он поглощает часть световых волн, а остальные отражает (в зависимости от своих физических свойств). Отраженные световые волны являются цветом предмета.

Есть несколько основных схем подбора цветов при помощи цветового круга:

Комплементарная схема — берутся цвета, расположенные на противоположных сторонах цветового круга. Сочетание таких цветов выглядит очень живо и энергично. Данную схему лучше не использовать для создания текстовых композиций. Лучше всего использовать данную схему, когда необходимо что-то выделить либо подчеркнуть.

Классическая триада — берутся три равноудалённых по кругу цвета. Цвета, подобранные по данной схеме смотрятся очень живо. Лучшие всего, брать один цвет за главный, а два других использовать для расстановки акцентов.

Аналоговая триада — берутся три расположенных по соседству цвета. Использовать такие цвета лучше всего в мягких композициях. Данная схема выглядит очень гармонично и приятно. Один цвет можно выбрать в качестве главного, второй — поддерживающий, а третий для расстановки акцентов.

Контрастная триада — принцип подбора цветов похож на комплементарную схему, но вместо противоположного цвета используются его соседи. Схема выглядит достаточно контрастно, но не вызывает сильного напряжения.

Прямоугольная схема — подбираются четыре цвета, каждые два из которых — комплементарные (находятся друг напротив друга). Лучшие всего смотрится, когда один цвет делается основным, а остальные вспомогательными. Данная схема имеет наибольшее количество возможных комбинаций.

Квадратная схема — точно такая же, как и прямоугольная, только цвета в ней равно удалены по цветовому кругу. Также, имеет смысл выбрать один основной цвет, а остальные использовать как вспомогательные.

Данные схемы подбора цветов помогут вам без проблем подобрать хорошо сочетающиеся цвета для вашего дизайна. Но не стоит забывать, что правила написаны, чтобы их нарушать.

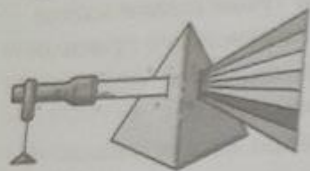
1.1. Физика цвета. Что такое свет и цвет?

План:

1. Понятие свет и цвет
2. История теории цвета
3. Категории цвета

1. Понятие свет и цвет.

Поскольку цвет — это способность объектов отражать или излучать световые волны отдельной части спектра, начнем с определения того, что же такое свет.



С древних времен люди пытались понять природу света. Так, например, древнегреческий философ Пифагор сформулировал теорию света, в которой утверждал, что непосредственно из глаз испускаются прямолинейные лучи

видимого света, которые, попадая на объект и осяпывая его, дают людям возможность видеть. Согласно Эмпедоклу, богиня любви Афродита поместила в наши глаза четыре элемента — огонь, воду, воздух и землю. Именно свет внутреннего огня, считал философ, помогает людям видеть объекты материального мира. Платон же предполагал, что существуют две формы света — внутренняя (огонь в глазах) и внешняя (свет внешнего мира) — и их смешение дает людям зрение¹.

По мере изобретения и развития различных оптических приборов представления о свете развивались и трансформировались. Так в конце XVII века возникли две основные теории света — корпускулярная теория Ньютона и волновая теория Гюйгенса.

Согласно корпускулярной теории, свет представлялся в виде потока частиц (корпускул), излучаемых светящимся объектом. Ньютон считал, что движение световых частиц подчинено законам механики, то есть, например, отражение света понималось как отражение упругого мячика от поверхности. Преломление света

ученый объяснял изменением скорости световых частиц при переходе между разными средами.

В волновой теории, в отличие от корпускулярной, свет рассматривался как волновой процесс, подобно механическим волнам. В основе теории лежит принцип Гюйгенса, по которому каждая точка, до которой доходит световая волна, становится центром вторичных волн. Теория Гюйгенса позволила объяснить такие световые явления, как отражение и преломление.

Таким образом, весь XVIII век стал веком борьбы двух теорий света. В первой трети XIX века, однако, корпускулярная теория Ньютона была отвергнута и восторжествовала волновая теория.

Важным открытием XIX века стала выдвинутая английским ученым Максвеллом электромагнитная теория света. Исследования привели его к выводу, что в природе должны существовать электромагнитные волны, скорость которых достигает скорости света в безвоздушном пространстве. Ученый считал, что световые волны имеют ту же природу, что и волны, возникающие вокруг провода с переменным электрическим током, и отличаются друг от друга лишь длиной.

В 1900 году Макс Планк выдвинул новую квантовую теорию света, согласно которой, свет является потоком определенных и неделимых порций энергии (кванты, фотоны). Развитая Эйнштейном, квантовая теория смогла объяснить не только фотоэлектрический эффект, но и закономерности химического действия света и ряд других явлений.

В настоящее время в науке преобладает корпускулярно-волновой дуализм, то есть свету приписывается двойственная природа. Так при распространении света проявляются его волновые свойства, в то время как при его испускании и поглощении — квантовые.

Но как из света получается цвет? В 1676 году Исаак Ньютон с помощью трёхгранной призмы разложил белый солнечный свет на цветовой спектр, который содержал все цвета, кроме пурпурного. Ученый проводил свой опыт следующим образом: белый солнечный свет проходил сквозь узкую щель и пропускался через призму, после чего направлялся на экран, где возникало изображение спектра. Непрерывная цветная полоса начиналась с красного и через оранжевый, желтый, зеленый и синий заканчивалась фиолетовым. Если же это изображение пропускалось через собирающую линзу, то

на выходе вновь получался белый свет. Таким образом, Ньютон открыл, что белый свет — это комбинация всех цветов.

Любопытным было и следующее наблюдение: если из цветового спектра убрать один из цветов, например, зеленый, а остальные пропустить через собирающую линзу, то полученный в итоге цвет окажется красным — дополнительным к удаленному цвету.

По сути, каждый цвет создается электромагнитными волнами определенной длины. Человеческий глаз способен видеть цвета с длиной волны в диапазоне от 400 до 700 миллимикрон, где наименьшая длина волны соответствует фиолетовому цвету, а наибольшая — красному.

Поскольку каждый цвет спектра характеризуется своей длиной волны, то он может быть точно задан длиной волны или частотой колебаний. Сами по себе световые волны бесцветны, цвет возникает лишь при восприятии волн человеческим глазом и мозгом. Однако механизм, по которому мы распознаем эти волны, до сих пор неизвестен.

Что касается цвета предметов, то он возникает, фактически, в процессе поглощения световых волн. То есть, если мы видим, что предмет зеленого цвета, по сути, это означает, что молекулярный состав его поверхности таков, что он поглощает все волны, кроме зеленых. Сами по себе предметы не имеют никакого цвета и обретают его лишь при освещении.

2. История теории цвета.

Одна из первых известных теорий цвета была изложена в трактате «О цвете», написанном в древней Греции. В нем утверждается, что все цвета существуют в спектре между светом и тьмой, а четыре основных цвета происходят из основных стихий: огня, воды, воздуха и земли. Несмотря на наивность и ошибочность взглядов, трактат содержал ряд важных наблюдений, например, о том, что тьма — это отсутствие света, а не цвет.

В 1704 году Исаак Ньютон опубликовал первое издание «Оптики», в котором впервые разложил цветовой спектр по кругу, рис.1. Это положило начало традиции применения геометрических фигур для изображения цветовых моделей.

Так как Ньютон открыл, что соотношение первого и последнего цветов в спектре приблизительно равно 1:2, то есть как в музыкальной октаве, имеющей семь интервалов, количество

основных цветов в круге он выбрал по аналогии, разделив круг на семь неравных сегментов в зависимости от интенсивности цвета в спектре.

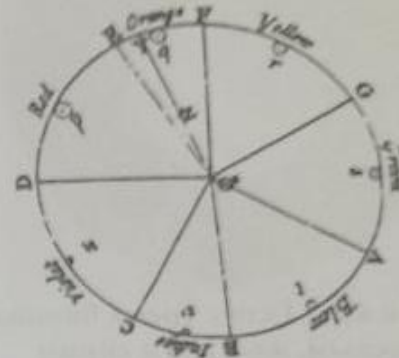


Рис. 1. Ньютоновский цветовой круг, основанный на музыкальной октаве

В 1810 году немецкий поэт, мыслитель и ученый Вольфганг фон Гёте издал свою книгу «Теория цвета», которую посвятил восприятию цвета человеком. Он провел множество экспериментов, в которых измерял реакцию глаза на определенные цвета. Гёте создал, пожалуй, самый известный цветовой круг, на котором расположил три основных цвета — красный, синий и желтый — и три дополнительных, созданных из основных — оранжевый, зеленый и фиолетовый. Гёте полагал, что из основных цветов можно составить все остальные цвета, рис. 2.

Пытаясь создать единую цветовую систему, художники начали изображать цветовой спектр в виде объемных фигур. Отличным примером могут послужить цветовые треугольники Тобиаса Майера, которые он опубликовал в своей книге «Комментарий о родстве цветов» в 1775 году. Он расположил в углах треугольника традиционные основные цвета — красный, желтый и синий — и заполнил внутреннее пространство, смешивая противоположные оттенки, рис. 3. Для создания объема он добавил измерение яркости цвета, располагая треугольники разной яркости друг над другом. Таким образом, конкретный цвет стал определяться положением в трехмерном пространстве, что используется и сегодня.

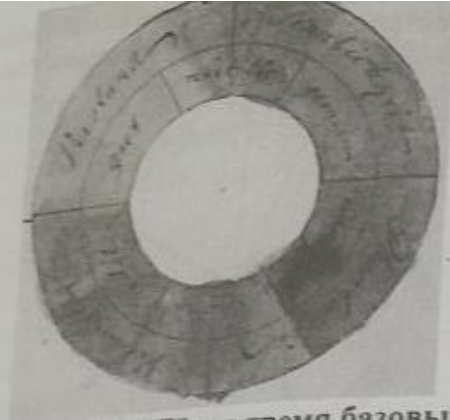


Рис. 2. Цветовой круг Гёте с тремя базовыми цветами — красным, желтым и синим

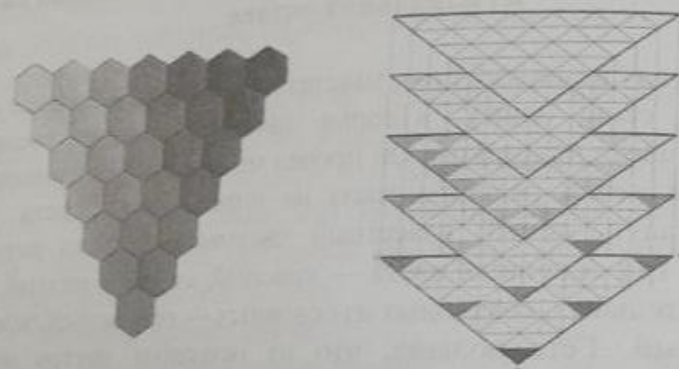


Рис. 3. Цветовые треугольники Тобиаса Майера

В 1810 году свою теорию цвета издал немецкий художник Филипп Отто Рунге. К основным цветам он причислил белый и черный, расположив их на полюсах своей цветовой сферы, между которыми разместились цветовые пояса, рис. 4. К сожалению, сфера не делала различия между яркостью и насыщенностью цвета и в результате представляла лишь небольшой градиент по интенсивности цвета². Тем не менее, его цветовая сфера послужила основой для последующих цветовых моделей.

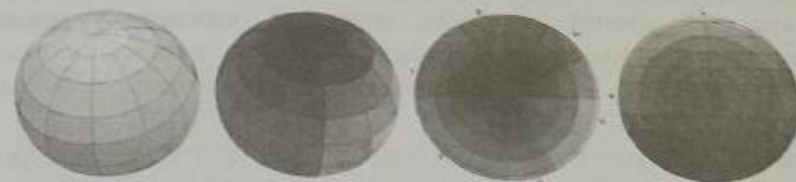


Рис. 4. Цветовая сфера Филиппа Отто Рунге

В 1839 году французский химик Мишель Эжен Шеврёль представил свою цветовую полусферу, рис. 5. Оттенки для своей модели он выбирал визуально, а не на основе количественного соотношения цветов в них. Для проверки правильности выбора дополнительных цветов в своей модели Шеврёль использовал метод остаточного изображения: если человек будет долго смотреть на зеленый квадрат, а затем переведет взгляд на белую стену, то он увидит красный цвет. Это происходит из-за того, что зеленые рецепторы в сетчатке глаза устают и им требуется дополнительный к зеленому цвет для равновесия.

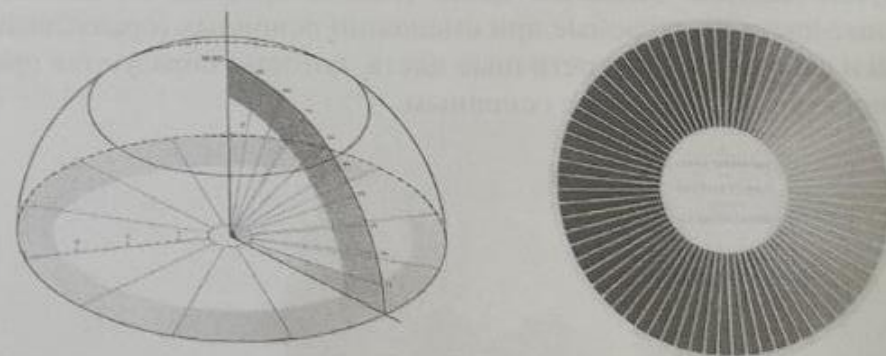


Рис. 5. Цветовая полусфера Мишеля Эжена Шеврёля

В начале XX века американский художник Альберт Генри Манселл создал одну из наиболее значимых в истории цветовых моделей, так называемое цветное дерево Манселла, рис. 6. Основная

особенность этой модели заключается в том, что Манселл по-новому обозначил пространственные координаты: оттенок определял тип цвета (красный, синий, желтый), значение определяло яркость (наличие белого в цвете) и цветность отвечала за насыщенность цвета (его чистоту). Эти обозначения используются и сегодня в цветовой модели HSV.

В настоящее время в дизайне, живописи и архитектуре широко используется цветовой круг швейцарского художника и педагога Иоханнеса Иттена, рис. 7. В его 12-частном круге изображена наиболее распространенная система распределения цветов и их взаимодействия.



Рис. 6. Визуализация цветового дерева Манселла

Иттен выделил основные цвета (синий, красный и желтый), вторичные цвета, получаемые при смешении основных (оранжевый, зеленый и фиолетовый) и третичные цвета, которые образуются при смешении вторичного цвета с основным.



Рис. 7. Цветовой круг Иттена

3. Категории цвета.
Цвета делятся на две категории: хроматические и ахроматические.



Рис. 8. Монохроматическое изображение

Ахроматические цвета различаются только по светлоте, от черного до белого, все, что между ними это оттенки серого. В разнообразных произведениях изобразительного искусства часто используются композиции, решенные в одной гамме, теплой или холодной, как правило, сдержанных оттенков, такие композиции тоже иногда называют ахроматическими, в данном случае больше подходит термин **монохроматическое изображение**, рис. 8. Формально ахроматические цвета это нейтральные черный, белый и все оттенки серого, что между этими крайними цветами. Еще встречается термин **Серая шкала**, рис. 9. Это такой инструмент, в виде таблицы составленной из оттенков серого, используемых в определенном произведении.

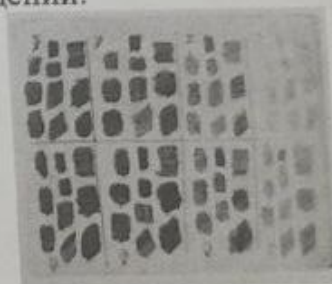


Рис. 9. Серая шкала

Используется для всевозможных тестов и других технологических процессов в разных областях визуальных искусств, например, в офорте шкала травления — это тоже серая шкала. Но

также, данный термин могут, применим как синоним термина ахроматические цвета.



Рис. 10. Хроматические цвета

Хроматические цвета это весь спектр цветов кроме нейтрально черного и нейтрально белого и нейтрально серых оттенков, хотя надо отметить, что в хроматической композиции вполне могут присутствовать ахроматические цвета, рис. 10.

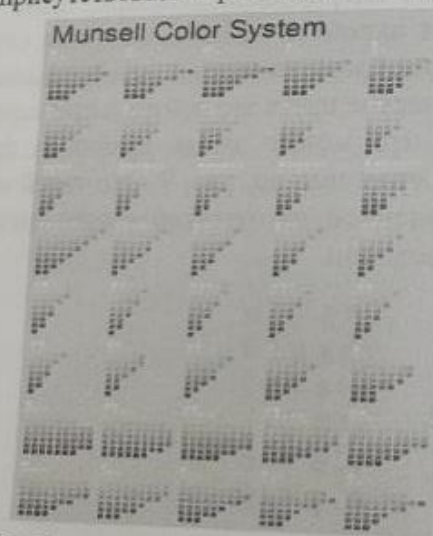


Рис. 11. Колориметрическая система Манселла

В данной группе различий больше:

Цветовой тон: основной признак хроматического цвета это красный, желтый, синий, и весь остальной спектр.

Светлота: все цвета различается по светлоте желтый самый светлый, фиолетовый самый темный. И также цвета могут приближаться к белому, в традиционной живописи это достигается либо разбеливанием краски белилами, и она постепенно утрачивает свой тон, приближаясь к чисто нейтральной белой, либо, например, в акварели приближение к белому, получается, по средствам прозрачности тонкого слоя краски, сквозь которую просвечивает белая бумага. В компьютерной графике данный параметр задается по средствам приближения цветовых координат на цветовой модели к белому цвету. То есть чем ближе заданные координаты на цветовом теле к белому, тем более он будет казаться разбеленным. Хотя в аппаратно-независимых моделях цвет не теряет в чистоте и интенсивности при приближении к белому значительно дольше по сравнению с аппаратно-зависимыми моделями и традиционными способами разбеливания. Например, в полиграфии используют цветовую модель СМУК, на таблицах или на мониторе, цвета могут выглядеть насыщенными, а на печати оказаться значительно более тусклыми.

Насыщенность: чем ближе цвета приближаются к ахроматическим, тем больше они теряют насыщенность, то есть чем больше в них черного, серого или белого, тем они менее насыщены. При смешивании некоторых хроматических цветов тоже происходит потеря насыщенности. Как уже отмечалось, в некоторых виртуальных цветовых моделях, процесс потери насыщенности не так ярко выражен. Насыщенность влияет на степень восприятия, эмоциональный настрой

Чистота: чистые цвета это, как правило, спектральные цвета, максимально удаленные от ахроматических. Тесно связано с понятием **грязные цвета**. В виртуальных цветовых моделях чистота может не теряться в достаточно большом диапазоне.

Интенсивность: сила светового потока, показатель мощности, например, в лампах освещения. Применительно к цвету это степень яркости цветового пятна, насколько интенсивно пятно излучает свет, окрашенный в определенный цветовой тон, отражая его от поверхности, или излучая, например, с монитора. Яркий оранжевый, считается одним из наиболее интенсивных цветов.

Если цветовой тон и светлота могут быть достаточно точно определены, то насыщенность и чистота, очень условные показатели, и точно не измеряются, и только в виртуальных

(аппаратно-независимых) цветовых моделях могут иметь неизменные показатели.

Как мы ранее отмечено, будем считать, что основные цвета это **желтый, синий, красный**. Их называют **первичными цветами**, потому что по средствам смешивания данных цветов можно получить все остальные. Многие художники не имеют в палитре большое разнообразие красок, а используют по паре оттенков основных тонов, плюс белила, и пишут таким набором все разнообразие оттенков. В цифровых технологиях все разнообразие оттенков уже заложено в цветовое пространство, в котором вам приходится работать, то есть программа сама генерирует те оттенки, которые вам нужны.

При смешивании первичных цветов получаются **вторичные цвета**. Смешивая **красный** с **желтым**, получаем **оранжевый**. Желтый с синим, выходит **зеленый**. Синий с красным, получается **фиолетовый**.

Если мы расположим цвета в определенном порядке, а именно **красный, оранжевый, зеленый, синий, фиолетовый**, и соединим, друг с другом противоположные концы, у нас получится шести частный цветовой круг.

Можно продолжить смешивание и получить **третичные цвета** и двенадцати частный цветовой круг, рис. 12.



Рис. 12. Двенадцати частный цветовой круг

Одним из самых востребованных считается восьми частный цветовой круг, помимо семи спектральных цвет в него добавлен пурпурный, основные цвета **красный, желтый, зеленый, синий**. Далее как в других кругах смешение соседних первичных цветов

дают, вторичные промежуточные цвета **оранжевый, голубой, фиолетовый и пурпурный**.

Цвета, которые на круге расположены друг напротив друга называются **комплементарными** или **дополнительными**, они неразрывно связаны на их связи часто строятся все возможные зрительные эффекты, которые используют в цветных композициях, например, **последовательный цветовой контраст**. О **комплементарных цветах** мы еще будем говорить в следующих статьях.

Круг, в основе которого лежат как первичные цвета **красный, желтый и синий** называют **RYB** цветовой круг. **RYB** это аббревиатура из начальных букв названия первичных цветов на английском. Такой круг получил широкое распространение его, широко используют художники, потому что он дает возможность предугадать, какой цвет получится при смешивании пигментных красок.

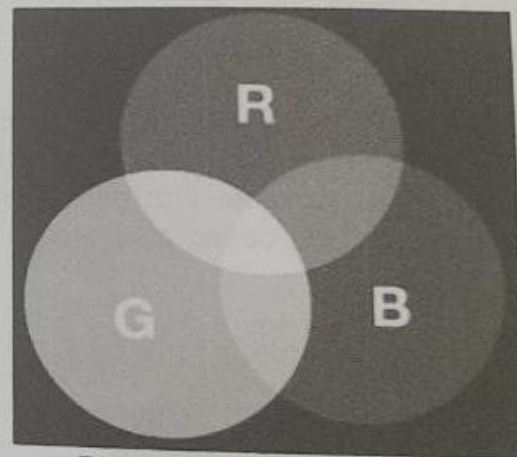


Рис. 13. Цветовой круг RGB

Также сейчас широко известен цветовой круг **RGB**, рис. 13, в котором первичными являются **красный, зелёный и синий**, используется в цифровых технологиях, получил популярность, потому что является составной частью одноимённой цветовой модели, которая является одной из самых востребованных на сегодняшний день. Почти каждая цветовая модель, или имеет свой цветовой круг, или ее можно частично описать в виде цветового круга.

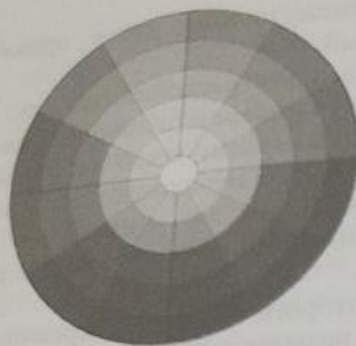


Рис. 14. Цветовой круг от белого до черного спектра

Цвета делятся на теплые и холодные.

Тёплые цвета: красный, оранжевый, жёлтый и промежуточные оттенки.

Холодные цвета: синий, голубой, зелёный, и переходные — сине-фиолетовый, сине-зелёный.

Таким образом, получается, что круг делится на две части, рис.

15.

Каждый цвет может быть более или менее теплым или холодным. Иногда говорят увести в теплые или холодные, то есть относительно какого ни буди условно нейтрального оттенка, или нескольких оттенков, сделать их более или менее теплыми или холодными.

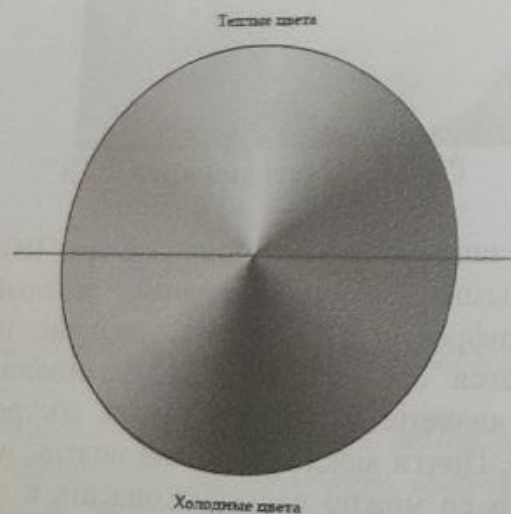


Рис. 15. Тёплые и холодные цвета

Существует такое понятие тепло холодность, как правило, им пользуются художники, им обозначают соотношение теплых и холодных оттенков в композиции. Тепло холодность связана со многими явлениями в цветовой композиции. Объем на картине можно строить за счет отношений между теплыми и холодными оттенками, например, предметы, освещенные лампой накаливания имеют теплые света и холодную тень, рис. 16. Пространство в композиции тоже можно строить за счет тепло холодности, например, старые европейские живописцы применяли такую схему они писали передний план теплым, например, красным, средний нейтральным, например, зеленым, а задний холодным, например, голубым, и до сих пор данный принцип построения воздушной перспективы актуален. В фотографии тепло холодность тоже востребована, хотя сам термин редко используется, чаще говорят о балансе белого, но не каждый фотограф знает, что правильные установки баланса белого, можно тестировать по средствам контроля баланса белого, то есть правильного соотношения теплых и холодных оттенков.



Рис. 16. Отношение между теплыми и холодными оттенками

Надо понимать, что цветовой круг — это полезный инструмент, который нужно уметь использовать, опытные художники держат его в голове, но на начальном этапе многие используют его как шпаргалку, существуют компьютерные программы, в основе которых лежит цветовой круг, в которых с помощью круга можно осуществлять все возможные задачи в основном подбор цветов и гармонизация палитры. Бывают механические цветковые круги, которых с помощью передвижения разных частей устройства тоже можно подобрать цвета по разным параметрам.

Контрольные вопросы и задания

1. Понятие хроматических цветов.
2. Понятие ахроматических цветов.
3. Классификация цветов. Физика цвета. Закон И. Ньютона.
4. Классификация цветов. Цветовая система Гете.
5. Классификация цветов. Цветовая система Освальда.
6. Классификация цветов. Цветовая система Манселла.
7. Классификация цветов. Цветовая система Роже де Пиль.
8. Классификация цветов. Цветовая система Шевреля.
9. Классификация цветов. Цветовая модель Ф.О. Рунге.
10. Классификация цветов. Цветовая модель И.Иттена.

Ключевые слова: свет и цвет, тёплые и холодные цвета, хроматические и ахроматические цвета, насыщенность, цветовой тон, RGB, цветовой круг, светлота, цветовые треугольники

1.1.1. Цветовые модели

План:

1. Модели RGB, HSV, LAB, CMYK
2. Настройка цвета в Adobe Photoshop
3. Цветовой охват и цветовые пространства

1. Модели RGB, HSV, LAB, CMYK.

Цветовая модель — это изображение цветового спектра в виде объемной фигуры. Поскольку большинство современных цветовых моделей имеют три измерения (как например модель RGB), то они могут быть изображены в виде трехмерных фигур.

По принципу действия цветовые модели бывают субтрактивными и аддитивными, они описывают поведение цвета в разных средах. Аддитивные модели (RGB) основаны на сложении цветов и характеризуются тем, что соединяя разные оттенки света, в результате получится белый свет. В основе субтрактивных моделей (CMYK) лежит принцип вычитания, характерный для пигментов, при смешении которых образуется черный цвет. Так, например, в принтерах используются краски трех цветов — голубой, пурпурный и желтый — из которых смешивается приемлемое количество

цветов. Черный цвет зачастую используется в целях экономии, так как не может быть эффективно получен из трех красок. В цифровых же устройствах, воспроизводящих изображение с помощью света, используется три основных цвета на пиксель — красный, зеленый и синий. Хотя обе эти модели основаны на разных цветах, дополняющие цвета у них одинаковые, рис. 17.

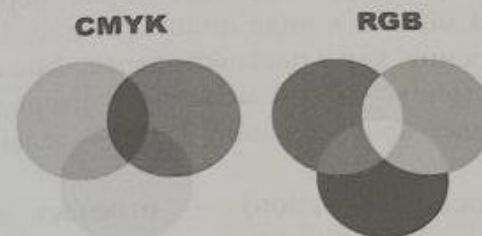


Рис. 17. Модели CMYK и RGB

Субтрактивная и аддитивная модели

Для корректной цветопередачи важно использовать правильную цветовую модель³. При подготовке макета для печати предпочтительной будет модель CMYK, что сократит искажения цвета и конечный результат будет максимально близок к оригинальному изображению.

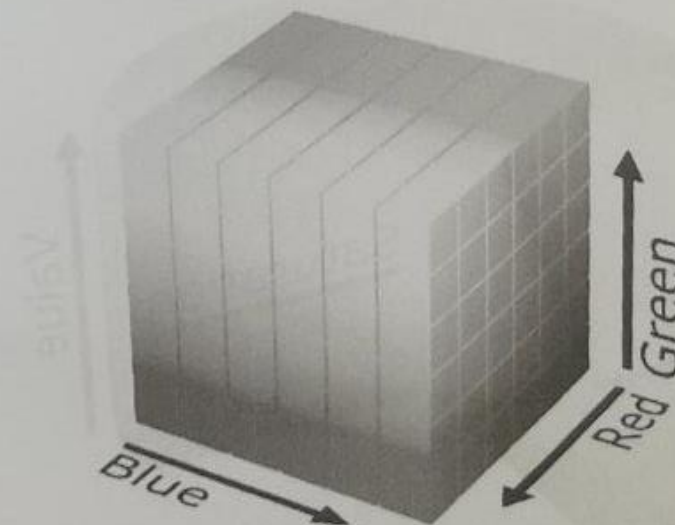


Рис. 18. Модель RGB

³ Нигиров Ш.А., Нуралиев Ф.М., Турсаев Б.З. Компьютер графикаси ва дизайн, Тошкент, 2015

RGB — цветовая модель, которая имеет три измерения: красное, зеленое и синее, рис. 18. Ее зачастую изображают в виде куба с красным, зеленым и синим цветами на осях x, y и z. Определяя конкретный цвет, мы задаем его координаты в трехмерном пространстве RGB, где 0% каждого цвета дадут черный, а 100% каждого из основных цветов дадут белый цвет.

HSV (HSB) — цветовая модель, которая перераспределяет основные цвета RGB модели в виде цилиндра, рис. 19. Эта модель имеет такие же измерения, как в цветовом дереве Манселла:

1. Оттенок (hue) — измерение, расположенное по окружности, где 0° дает красный цвет, 120° — зеленый и 240° — синий цвет.

2. Насыщенность (saturation) — отвечает за количество цвета, при этом 100% насыщенности даст самый чистый цвет, а 0% уйдет в шкалу серого.

3. Яркость (value или brightness) — отвечает за наличие белого в цвете. При этом 0% яркости даст черный цвет, а при 100% яркости цвет будет максимально ярким.

Следует учесть, что измерения в модели HSV взаимозависимы. То есть, если, например, яркость выставлена на 0%, то насыщенность и оттенок не будут иметь значения, так как 0% яркости дает черный цвет.



Рис. 19. Модель HSV (HSB)

HSL — цилиндрическая цветовая модель, похожая на HSV, но вместо яркости третье измерение в ней отвечает за светлоту цвета (количество белого), рис. 20.

1. Оттенок (hue) — так же как в модели HSV определяет положение цвета по окружности.

2. Насыщенность (saturation) — также отвечает за чистоту цвета

3. Светлота (lightness) — отвечает за количество белого в цвете. 100% светлоты дают белый цвет, 0% — черный, а 50% — наиболее чистый насыщенный цвет.

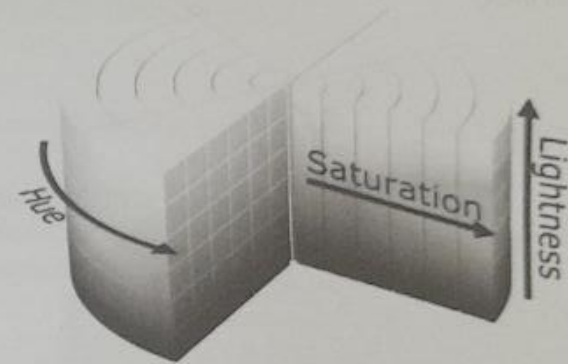


Рис. 20. Модель HSL

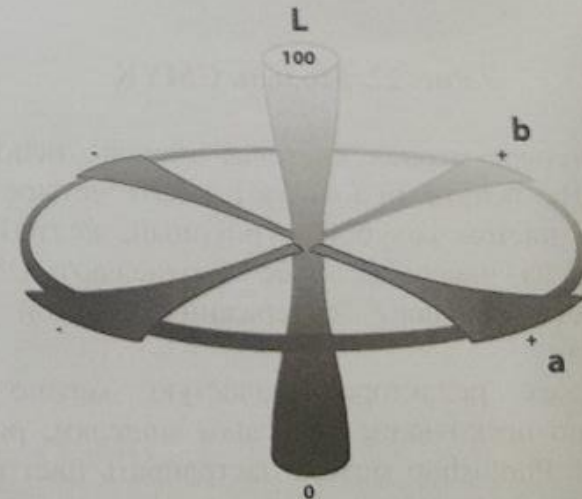


Рис. 21. Модель LAB

LAB — обладает самым широким цветовым диапазоном (охватом) за счет того, что в ней, хоть и не явно, используются не три, а четыре базовых цвета, рис. 21. Эта модель состоит из трех каналов:

1. **L** (lightness) — светлота, устанавливает координаты света (100) и тени (0)
2. **a** — спектр от зеленого через серый к пурпурному
3. **b** — спектр от синего через серый к желтому.

Параметры **a** и **b** имеют по 256 значений от -128 до 127. При этом их отрицательные значения соответствуют холодным цветам, а положительные — теплым. Нулевые значения каналов **a** и **b** дают ахроматическую гамму

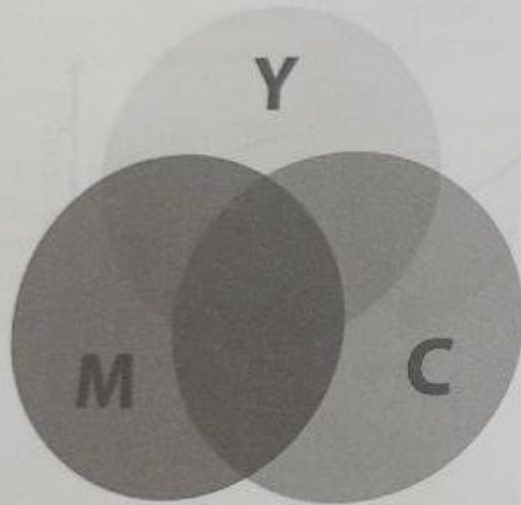


Рис. 22. Модель CMYK

CMYK — четырехмерная цветовая модель, используемая в печатном деле. На печати используют всего четыре цвета для получения других цветов: голубой, пурпурный, желтый и черный, рис. 22. Каждое из чисел, которые определяют CMYK цвет, представляет собой процент содержания каждой краски в определенном цвете.

В графических редакторах зачастую можно встретить настройки цвета по нескольким цветовым моделям, рис. 23. Так, например, в Adobe Photoshop можно настраивать цвет по моделям RGB, HSB, CMYK и LAB. Изменение параметров в одной из них влечет к изменению показателей в других моделях.

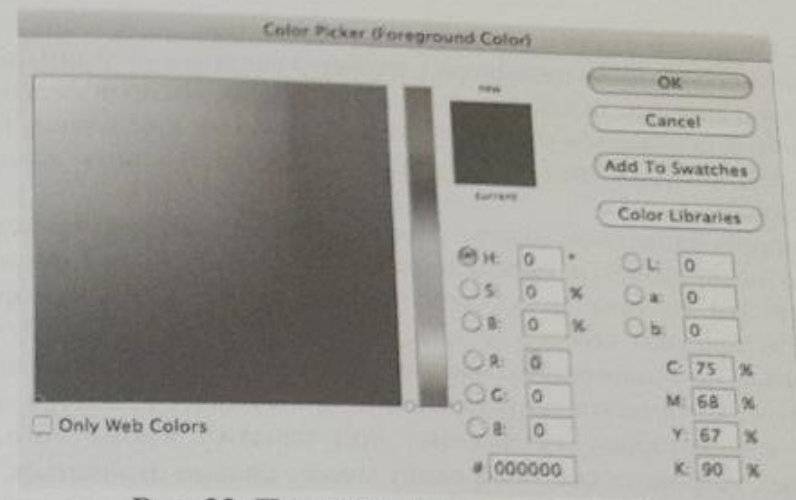


Рис. 23. Палитра цветов в Adobe Photoshop

2. Настройка цвета в Adobe Photoshop.

Приложение Colorizer позволяет настроить цвет по всем выше описанным моделям и нескольким дополнительным. При этом так же как в Photoshop легко проследить взаимосвязь всех цветовых моделей. К тому же Colorizer предоставляет целый набор гармоничных сочетаний с выбранным цветом: комплиментарные цвета, триадные, аналогичные и другие сочетания цветов, рис. 24.

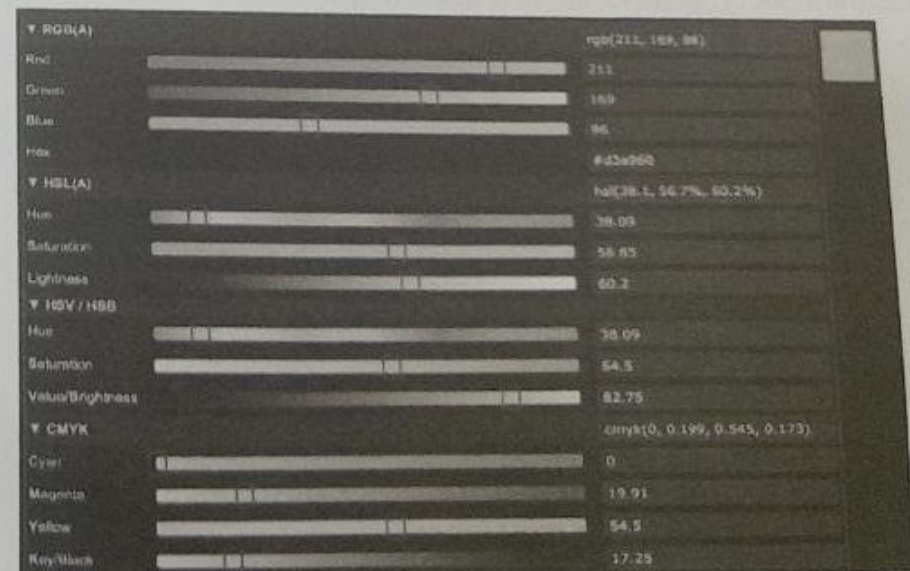


Рис. 24. Приложение Colorizer

3. Цветовой охват и цветовые пространства.

Поскольку работа дизайнера напрямую связана с цветами, рано или поздно каждый сталкивается с вопросом их воспроизведения. Цвета могут искажаться при загрузке изображения в интернет, при печати или отображении на другом устройстве. Почему же это происходит?

Причина в цветовом охвате. Дело в том, что каждое устройство способно воспроизвести определенный набор цветов, и у разных устройств эти наборы могут сильно различаться. Цвета, которые выходят за пределы общего охвата, на разных устройствах будут отображаться по-разному. Так, например, монитор может отобразить часть цветов, которые отсутствуют в цветовом охвате принтера, что приведет к некоторому искажению при печати⁴. Кроме того, у однотипных устройств цветовой охват может сильно отличаться, то есть один и тот же цвет не будет выглядеть одинаково на разных мониторах.

Проще и удобнее всего сравнить цветовой охват устройства с набором карандашей: у одних устройств это большие богатые наборы со множеством оттенков, у других — скромные наборы, состоящие из базовых цветов, рис. 25. Если в наборе нет нужного оттенка, он заменяется на тот, который доступен, изменяя итоговое изображение. Так же и с цветовым охватом: если устройство не способно воспроизвести определенный цвет, то он заменяется на ближайший доступный. Отсюда и искажения.



Рис. 25. Разные цветовые охваты как разные наборы карандашей

Для того, чтобы прояснить работу с цветом, были придуманы абстрактные, не привязанные к конкретному устройству, цветовые пространства. Существует три наиболее распространенных цветовых пространства: sRGB, Adobe RGB 1998 и ProPhoto RGB, рис. 26.

sRGB является самым часто используемым пространством. Оно довольно узкое (покрывает всего 35% видимых цветов), благодаря чему практически любой монитор может воспроизвести все его цвета без искажений. Именно поэтому при создании цифрового дизайна рекомендуется использовать именно sRGB пространство, так как конечный интерфейс будет отображаться корректно у максимального количества пользователей. Однако, с другой стороны, узость sRGB пространства приводит к тому, что его не достаточно для корректной цветопередачи при печати.

Пространство Adobe RGB 1998 было разработано компанией Adobe для того, чтобы покрыть большее количество цветов, достижимых на принтере CMYK, но используя первичные цвета RGB на цифровых устройствах. Оно шире чем, sRGB (покрывает примерно половину всех видимых цветов) и хорошо приспособлено для подготовки изображений для печати. Но стоит учитывать тот факт, что не многие мониторы способны воспроизвести цвета этого пространства.

Охват пространства ProPhoto RGB настолько велик, что включает цвета, которые человеческий глаз не способен воспринять, то есть оно выходит за рамки видимых цветов. Это цветовое пространство было разработано компанией Kodak и предназначено для использования в фотографии.

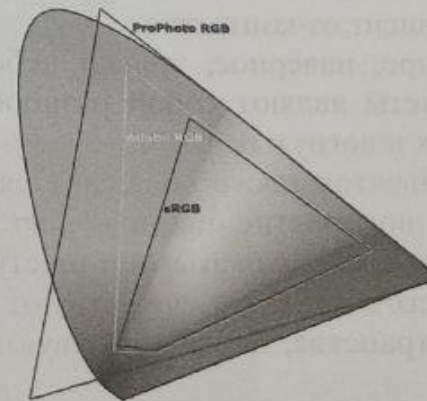


Рис. 26. Цветовые пространства sRGB, Adobe RGB и ProPhoto RGB, наложенные на область видимых цветов

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое цветовая модель?
2. Виды цветовых моделей
3. Что такое модель RGB?
4. Принципы действие цветовой модели
5. Понятие модель CMYK
6. Что такое модель HSL?
7. Что такое HSB?
8. Модель LAB
9. Почему цвета могут искажаться при загрузке изображения в интернет, при печати или отображении на другом устройстве?

Ключевые слова: цветовая модель, модель RGB, Adobe RGB, colorizer, насыщенность, светлота, оттенок, LAB, HSL, CMYK, HSB, градиент, adobe photoshop, adobe RGB, sRGB, prophoto RGB.

1.1.2. Восприятие цвета и цветовые иллюзии

План:

1. Особенности восприятие цвета
2. Эффекты цвета
3. Теории цвета
4. Иллюзия несуществующих цветов

1. Особенности восприятие цвета человеком способствуют возникновению цветовых эффектов. Человек способен различать три основные характеристики цвета - это оттенок, яркость и насыщенность. А вот восприятие цвета человеком всегда зависит от контекста.

В реальном мире, наверное, только небо не имеет границ, остальные же предметы являют собой разнообразие угловатых и изогнутых, выпуклых и вогнутых форм.

Поверхности объектов также обладают рядом характеристик, влияющих на наше восприятие цвета — предметы могут быть гладкими и блестящими, шероховатыми и текстурированными.

Предметы нашего мира не существуют обособленно, они организованы в пространстве, взаимодействуют и влияют друг на друга.

Цвет является неотъемлемой частью этого взаимодействия.

В зависимости от контекста — формы, поверхности и положения в пространстве, меняется и наше восприятие цвета.

Цвет может мутировать сам и менять объекты вокруг себя.

Одним словом, цвет — наиболее непредсказуемое явление среди прочих элементов визуальной коммуникации. Поэтому цвет, способен создавать зрительные эффекты, которые мы рассмотрим далее.

1. Эффекты цвета. Эффект -Движение цвета.

На примере взяты два цвета — красный и синий, рис. 27, причем, с равными

Рис. 27. Красный и синий цвет показателями яркости и насыщенности. При этом,

несмотря на равенство этих параметров, возникает ощущение того, что красный квадрат «тяжелее» и больше. Более того, в данном случае красный цвет выступает, движется по направлению к зрителю, в то время как синий цвет кажется уходящим на задний план, удаляющимся. Это соответствует распределению теплых и холодных оттенков цвета (цветов) в условиях естественной воздушной перспективы.

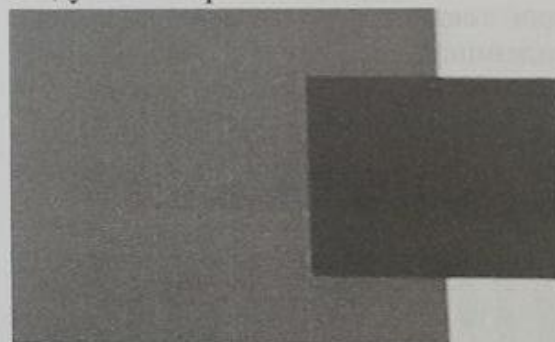
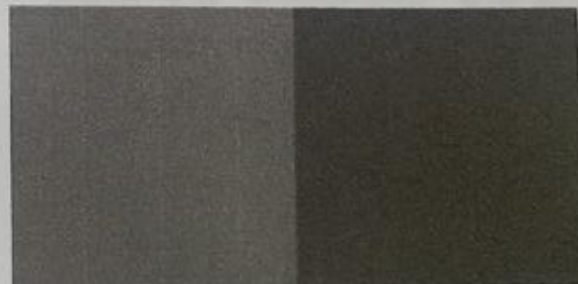


Рис. 28. Синий на переднем плане



Вместе с этим на следующем примере синий квадрат выходит на передний план, рис. 28, кажется ближе красной фигуры. Даже этот простой пример свидетельствует о бесконечных возможностях цвета к видоизменению, мутации.

Далее мы все же попробуем определить некоторые основные моменты пространственных эффектов цвета. Так, можно принять за правило: любая форма, перекрывающая другую, кажется зрителю более близкой.



Рис. 29. Пространственные характеристики цветов

Желтый лучше всего привлекает внимание, это наиболее видимый цвет. Его пространственной характеристикой является выраженное движение наружу, желтый сложно «удержать» внутри любой формы, рис. 29.

Красный — самый агрессивный цвет, обладающий способностью выступать вперед, двигаться по направлению к зрителю.

Синий — относительно стабильный цвет, который имеет тенденцию отступать, уходить на задний план.

Ключевое слово для зеленого — спокойствие, при этом зеленый в композиции стабилен с некоторой тенденцией движения к центру, если это холодный зеленый, и тенденцией расширения, движения от центра, если насыщенный, теплый зеленый, например, зеленый с желтизной.

Для сочетаний цветов можно определить следующие закономерности:

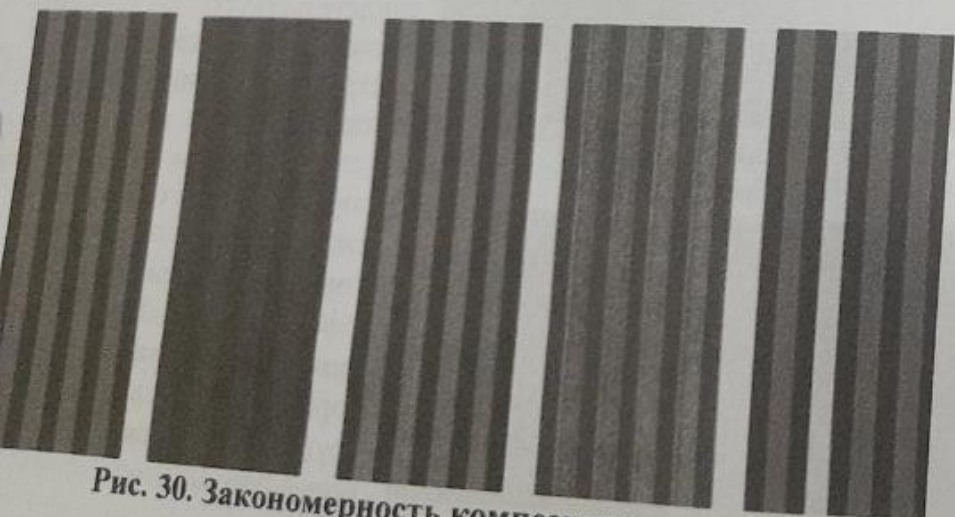


Рис. 30. Закономерность композиции цветов

Смотрите описание рисунков слева на право:

- Теплые цвета выступают, холодные отступают
- Более светлые по тону цвета выступают

Цвета с более высокими показателями насыщенности выступают, приглушенные отступают на задний план, более насыщенные оттенки холодных цветов все равно будут выступать, менее насыщенные теплые цвета будут уходить на задний план⁵.

В композиции области наиболее сильного контраста выступают, в то время как все остальное уходит на задний план, рис. 30.

Эффекты цвета - Цвет и композиция

Нижняя часть композиции воспринимается как форма, в то время как верхняя ее часть воспринимается как фон.

Цвет нижней части, вне зависимости от характеристик насыщенности, яркости и теплоты, будет выступать.

В основе этого эффекта лежит наш опыт визуального восприятия: небо всегда вверху и удаляется, а дома, деревья и прочие объекты находятся внизу и выступают на общем фоне, рис. 31.

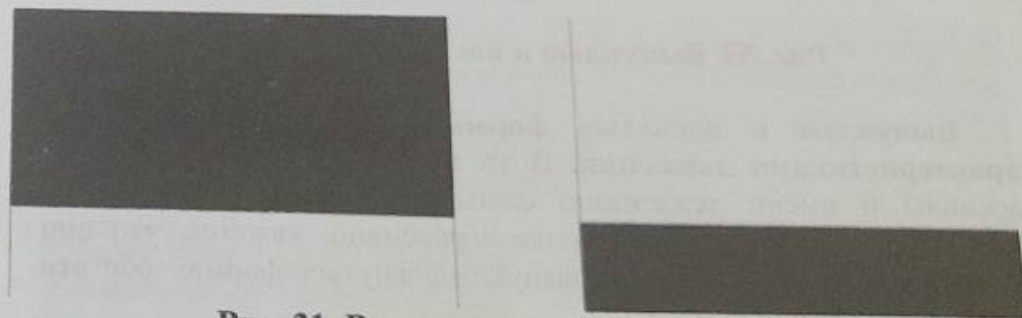


Рис. 31. Визуальное восприятие цвета

Эффекты цвета - Цвет и форма

Следует помнить, что дизайн в двух измерениях (в плоскости) во многом основан на отношениях «форма - фон».

Любая форма, вне зависимости от ее цвета, будет выступать, при этом наибольшей способностью к движению обладают угловатые геометрические формы: квадрат, ромб и т.д., а более граничные, изогнутые формы обладают этой способностью в меньшей мере.

⁵ Мухаммадиев А.Ш., Турсев Б.З. 3D моделлаштириш ва рақамли анимация, бакалаврият таълим йўналишлари талабалари учун ўқув қўлланма, Т.: 2017.

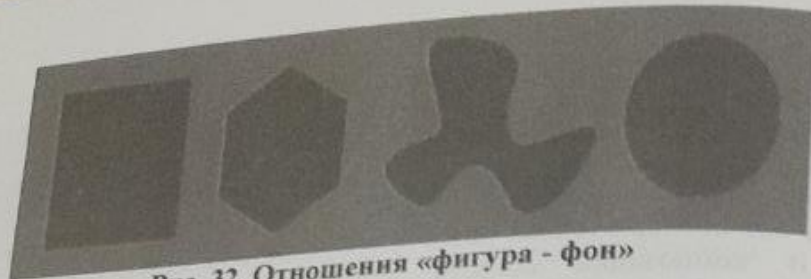


Рис. 32. Отношения «фигура - фон»

Фон данного изображения — насыщенный теплый цвет, а цвет фигур — холодный, правило «фигура - фон» все равно работает, рис. 32.

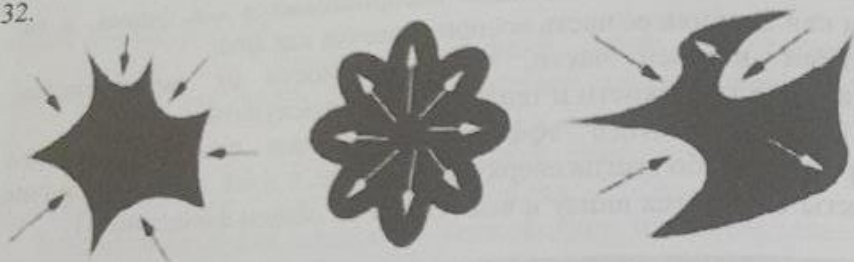


Рис. 33. Выпуклые и вогнутые формы

Выпуклые и вогнутые формы обладают различными характеристиками движения. В то время как вогнутые формы пассивны и имеют тенденцию сжиматься, двигаться вовнутрь, выпуклые формы смотрятся более агрессивно, кажется, что они движутся наружу, рис. 33. В выпукло-вогнутых формах обе эти особенности объединены.

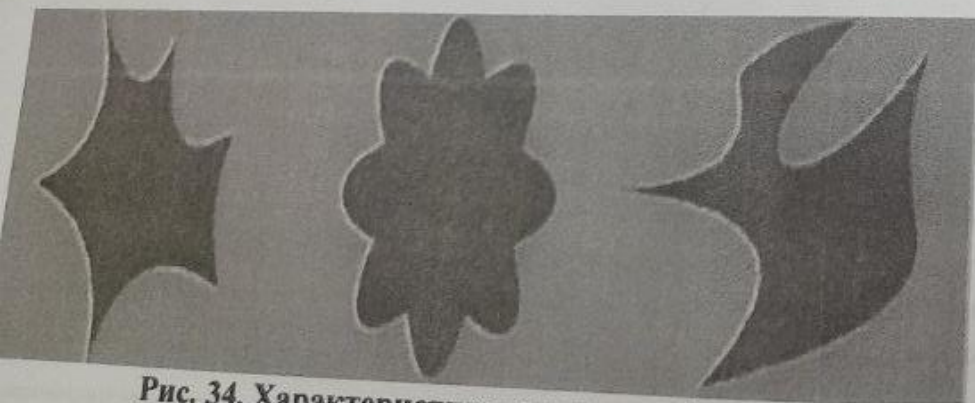


Рис. 34. Характеристики движения форм

Эффект сохраняется, даже если цвет формы приглушенный холодный голубой, а цвет фона — яркий насыщенный оранжевый, рис. 34.

Эффект прозрачности цвета

В данном примере эффект прозрачности был достигнут с помощью третьего цвета, который получен из двух основных цветов совмещаемых фигур, рис. 35. При этом цвет области совмещения содержит в себе информацию о пространственных взаимоотношениях данных фигур, создает третье измерение композиции — глубину.

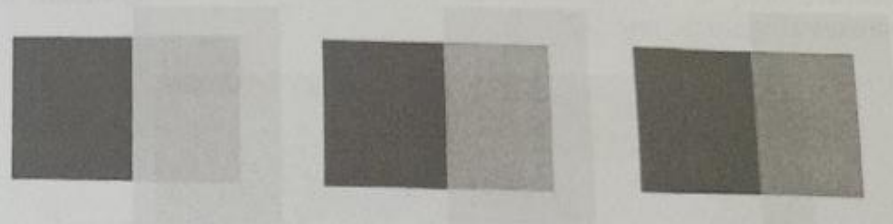


Рис. 35. Эффект прозрачности цвета

Хотя очевидно, что мы имеем дело всего лишь с двухмерной композицией. В первом случае кажется, что синяя полоска находится далеко внизу, во втором она уже кажется ближе, и в третьем желтый квадрат уже кажется лежащим на синей фигуре.

Эффекты цвета - Цвет и масса

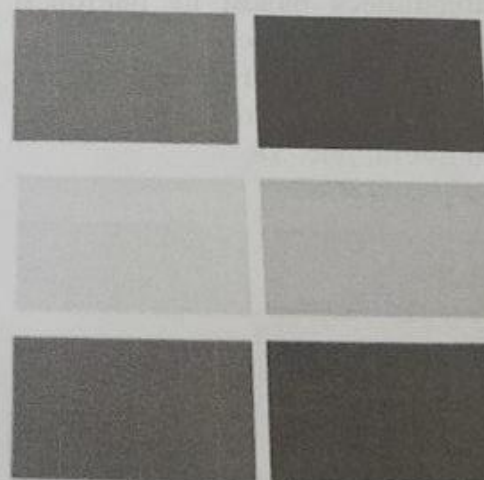


Рис. 36. Иллюзия массы цвета

Ясно, что цвет не имеет веса в прямом понимании этого слова. Но вот создать визуальную иллюзию веса цвет вполне способен. Давайте рассмотрим иллюзию массы цвета. Можно вывести три основных правила:

- ✓ Темные цвета тяжелее светлых;
- ✓ Насыщенные цвета тяжелее приглушенных;
- ✓ При равной насыщенности и яркости цвета из теплой гаммы тяжелее холодных цветов.

2. Теории про восприятие цвета человеком.

Цветовая теория Мишеля Шевреля (1786-1889)

Шеврель — директор фабрики по производству красок в Париже. Яркий пример ученого - производственника. Провел массу исследований, изучая на практике, восприятие цвета человеком.

Основные принципы теории Шевреля:

Яркие, контрастирующие цвета, взятые в правильных пропорциях, не меняют своего оттенка, а наоборот, делают друг друга более четкими, сочными. Когда же два таких же цвета взяты в небольших количествах и распространены по поверхности, в результате получается практически новый цвет — уже тусклый и непривлекательный, рис. 37.

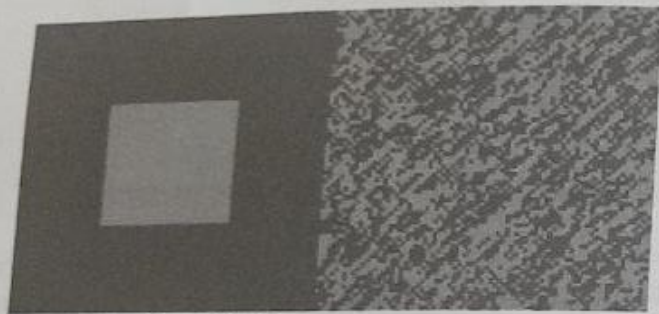


Рис. 37. Смешивание цветов

Если два цвета на цветовом круге немного удалены друг от друга, то есть не аналоговые (находящиеся рядом на цветовом круге), но и не комплементарные (дополняющие, расположены друг против друга на цветовом круге), то один из цветов слегка окрасит другой в цвет своего комплемента. На примере, желтый цвет придал зеленому легкий оттенок фиолетового цвета, рис. 38.

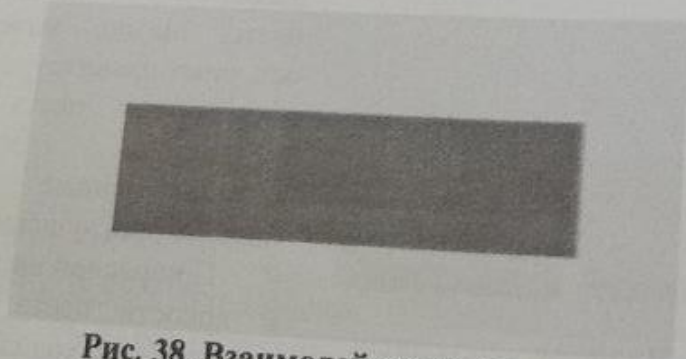


Рис. 38. Взаимодействие цветов

Аналоговые цвета (находящиеся рядом на цветовом круге) имеют тенденцию оптически смешиваться, «образуя» при этом новый цвет, рис. 39. Шеврель также отметил, что аналоговые сочетания лучше воспринимаются, если в качестве основного, ключевого оттенка взят первичный цвет (красный, желтый или голубой).

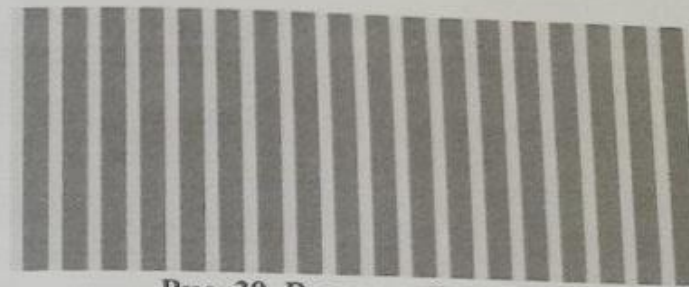


Рис. 39. Взаимодействие цветов

Теория цвета Вильгельма фон Безольда

Вильгельм фон Безольд, дизайнер тканей XIX века тоже изучал восприятие цвета человеком и доказал, что изменение всего одного цвета в цветовой схеме дизайна может изменить композицию до неузнаваемости.

Это правило больше всего применимо к сочетаниям доминантных цветов. На примере ярко-желтый цвет фона был изменен на черный. Все остальные цвета остались неизменными. В результате, одни оттенки, формы и узоры стали более заметными, доминантными, другие же, напротив, отошли на второй план, рис. 40.

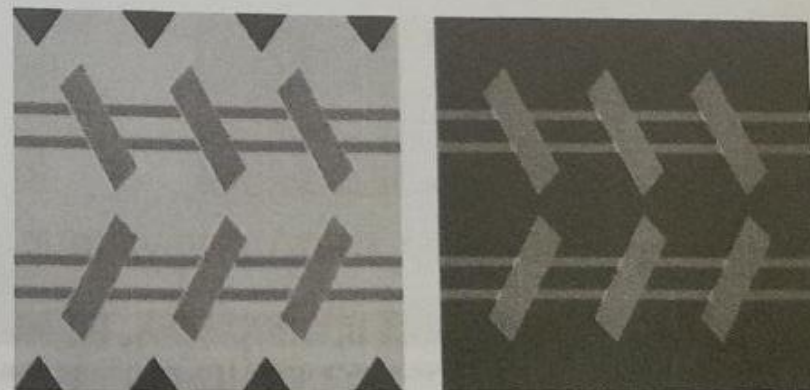


Рис. 40. Теория цвета Вильгельма фон Безольда

«Эффект Безольда» еще более ощутимо заметен на этих композициях. На обоих изображениях был изменен только цвет горизонтальных полос: на левом рисунке полосы синие на правом желтые. Восприятие цвета композиции изменилось кардинально, рис. 41.

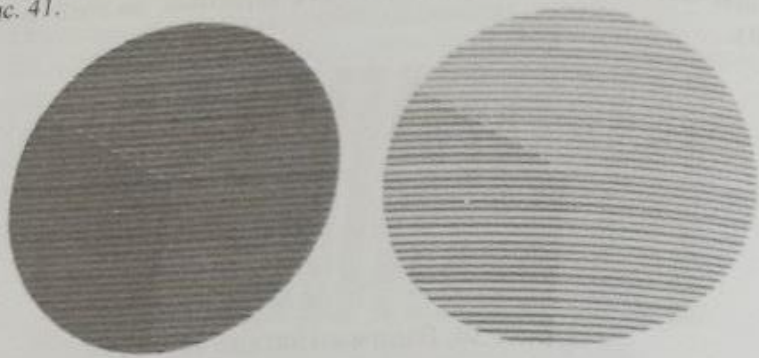


Рис. 41. Восприятие цвета композиции при изменении цвет горизонтальных полос

Теория цвета Джозефа Альберса (1888-1976)

Джозеф Альберс, член школы искусства и индустриального дизайна Бахаус, уделял особое внимание взаимодействию и относительности восприятия цвета человеком. Он обнаружил, что, в зависимости от определенных ситуаций, один и тот же цвет может восприниматься как два разных оттенка.



Рис. 42. Восприятие цвета человеком. Пример-цветовой эффект «вампира»

На этом рисунке наблюдаем пример рис. 43. На этот раз три цвета превращаются в два. Однако раз в основе лежит «эффект вампира».

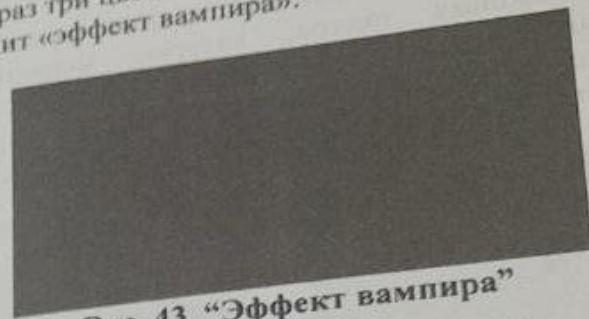


Рис. 43. «Эффект вампира»

Цветовая теория Иоганна Иттена (1889-1967)

Иоганн Иттен, еще один член школы Бахауса, изучавший восприятие цветов человеком, разработал теорию о цветовых контрастах. По теории Иттена, существуют такие виды цветовых контрастов:

- по оттенку,
- по яркости,
- по насыщенности,
- по теплоте,
- по комплементарности,
- по количеству

Восприятие цвета- цветовые контрасты по оттенку

Рассмотрим пример. В качестве испытуемого возьмем красный цвет. На черном фоне красный цвет выглядит наиболее четко и выразительно, на белом фоне красный цвет теряет свою яркость и четкость, а в сочетании с оранжевым и вовсе «пропадает».

Красный квадрат на черном фоне выглядит больше, чем на белом и оранжевом фонах, рис. 44.

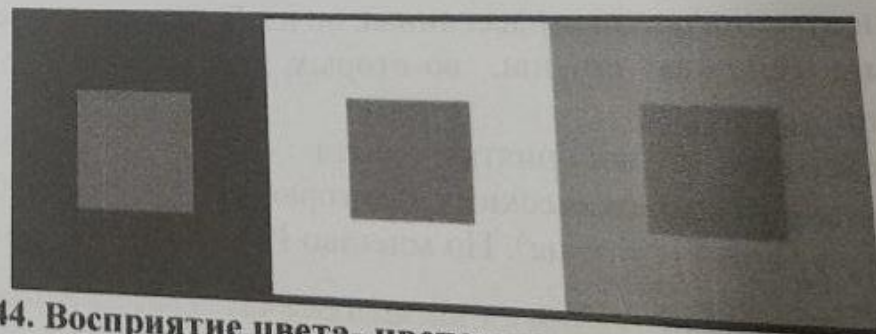


Рис. 44. Восприятие цвета- цветовые контрасты по оттенку

Посмотрите на рисунки, которые выполнены с использованием четырех одинаковых цветов, которые меняются лишь в распределении на плоскости композиции. Видно, как группируются цвета, схожие по тоновым характеристикам, и как разные формы становятся акцентными в зависимости от изменения цветового тона.

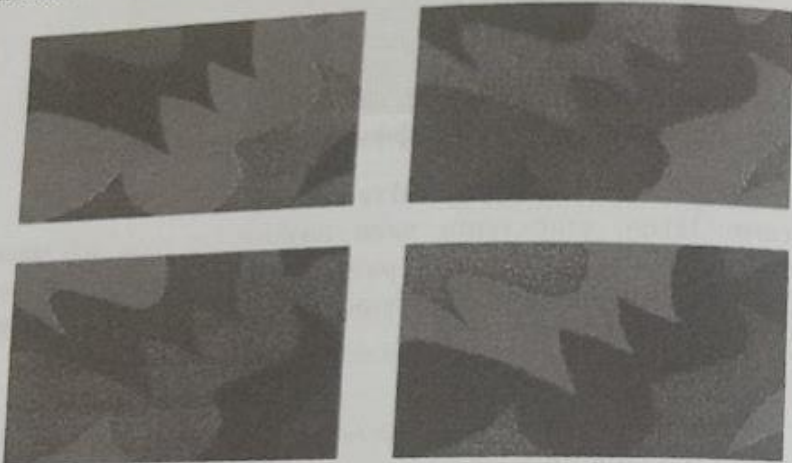


Рис. 45. Распределение цвета в пространстве композиции

Восприятие цвета человеком по количеству цвета

Важное значение имеет количество цвета в композиции. На рисунках видно, как отличается эффект концентрации цвета в одной области от впечатления при распределении цвета в небольших количествах по всей композиции, рис. 46. Красная форма на переднем плане привлекает внимание, во-первых, благодаря своим большим размерам, во-вторых, из-за характерной формы, где сочетание выпуклых и вогнутых линий создают динамический баланс композиции.

Точки красного цвета, рассеянные по изображению, во-первых, воспринимаются как группа, во-вторых, становятся визуальной частью фона.

Воздействие и восприятие цвета — сложный процесс, обусловленный психологическими факторами и базирующийся на физиологии нервной системы⁶. По мнению Йоханнеса Иттена, глаза

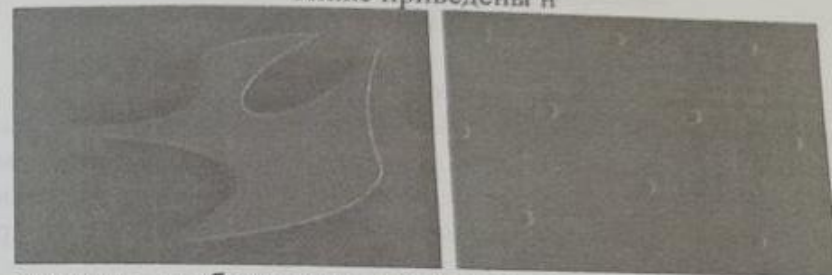
⁶ Мухамидов А.Ш., Бекназарова С.С., Каюмова Г.А. масс медиа коммуникация, бакалавриат таълим журналистлари талаблари учун ўқув қўлланма, Т.: 2018.

и мозг могут прийти к четкому различению цвета лишь с помощью контрастов и сравнений. Он утверждал, что сам цвет и цветовое воздействие совпадают лишь в случае гармонических сочетаний, а во всех остальных случаях цвет приобретает иное измененное качество.

Рис. 46. Восприятие цвета человеком по количеству цвета

На этой базе и создаются разнообразные цветовые иллюзии. Один и тот же цвет может выглядеть совершенно по-разному на разном фоне или в разных контекстах. Зачастую цвет искажается из-за соседства с другим цветом. Бывает и так, что мозг «видит» цвета, которых нет на изображении, дорисовывая его исходя из прошлого опыта.

Ниже приведены и



несколько любопытных цветовых иллюзий, в которых цвет играет с нашим восприятием реальности.

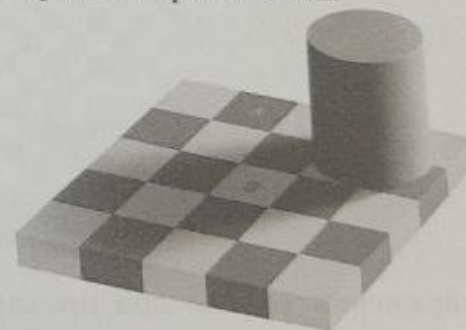


Рис. 47. Клетки А и В одного цвета

Шахматная доска

Поверите ли вы, что клетки А и В одного цвета? Это становится ясно, если открыть изображение в редакторе и проверить цвета с помощью «пипетки». Но из-за того, что мозг не хочет нарушать предложенный узор их темных и светлых квадратов, для нас они выглядят по-разному, рис. 47.

По похожему принципу работает и следующая иллюзия — нам кажется, что нижний квадрат светлее верхнего, однако, если закрыть линию их соединения, становится очевидно, что они одного серого цвета, рис. 48.

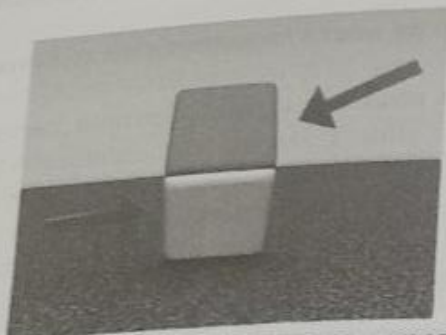


Рис. 48. Оба квадрата одного серого цвета

3. Иллюзия несуществующих цветов.

На изображении ниже кроме белого фона присутствуют только два цвета — салатовый и розовый, рис. 49. Они легко различимы, если между клетками разного цвета есть белый фон, но стоит только разместить их рядом, как они начинают усиливать и затемнять друг друга.

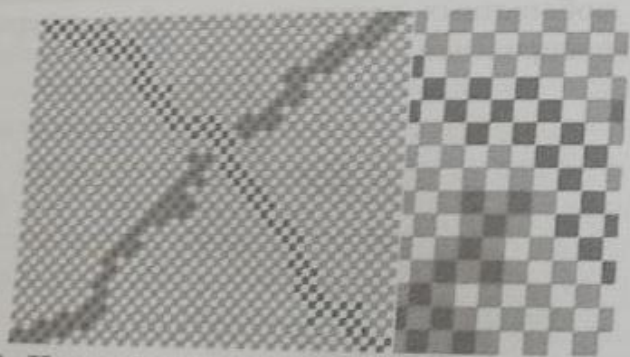


Рис. 49. На изображении только два цвета: салатовый и розовый

Следующая иллюзия работает благодаря эффекту прошлого. На изображении с клубникой нет ни одного красного пикселя, однако ягоды выглядят красными, рис. 50. Все потому, что, во-первых, мы привыкли видеть клубнику красной, и мозг не хочет изменять, что на изображении она серая. Во-вторых, хотя красного

цвета фактически нет, красный канал на изображении наиболее сильный, что способствует тому, что мы видим красный цвет. Как утверждает автор этого фото — японский психолог Акиеши Китаока — секрет в том, что все изображение имеет ярко выраженный голубоватый оттенок, из-за чего наш мозг делает “поправку” на фон и воспринимает различные серые оттенки как цвета, противоположные этому фону.



Рис. 50. На этом изображении нет ни одного красного пикселя

Иллюзия градиента

Замечено, что на темном фоне цвет выглядит светлее, в то время как на светлом фоне тот же цвет кажется значительно темнее. Этот эффект проиллюстрирован в следующей иллюзии. На самом деле изображения лошадей одного цвета, однако из-за разного фона они выглядят по-разному, рис. 51.



Рис. 51. Изображения лошадей одного цвета

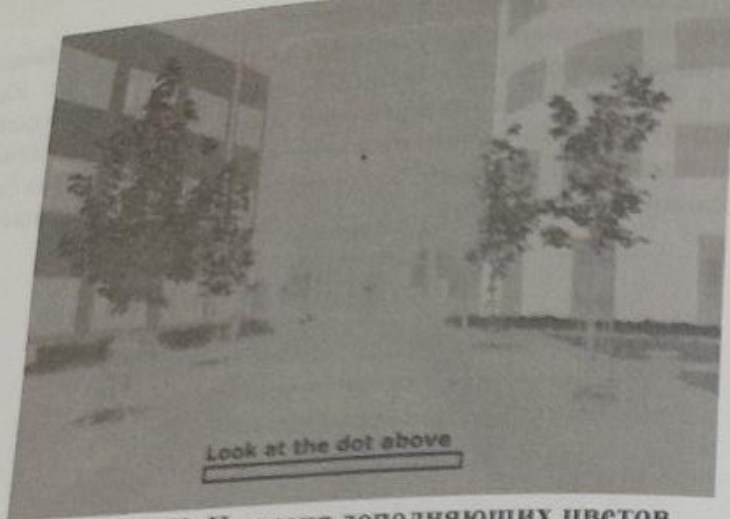


Рис. 52. Иллюзия дополняющих цветов

Иллюзия дополняющих цветов

В следующей иллюзии использован эффект остаточного изображения, применяемый еще Мишелем Эженом Шеврёлем при создании его цветовой полусферы. Если долго смотреть на какой-то цвет, это вызывает усталость глазных рецепторов. Для устранения напряжения и достижения гармонии требуется дополняющий цвет. В данном случае черно-белое изображение может на долю секунды показаться цветным, чтобы компенсировать усталость рецепторов после первого насыщенного изображения, рис. 52.

Иллюзия с платьем

И напоследок знаменитая иллюзия с платьем, взорвавшая интернет в 2015 году. По сути, это и не иллюзия, а лишь демонстрация того, насколько по-разному мы воспринимаем реальность. Изображение платья разделило интернет на два лагеря: одни утверждали, что платье белое с золотым, другие были уверены в том, что оно синее с черным, рис. 53. Истина же в том, где, по мнению наблюдателя, расположен источник света и как он освещает платье. Поскольку тени обычно окрашены в синие тона, то в уме мы считаем их из изображения, оставляя картинку в бело-золотых оттенках. С другой стороны, искусственный свет зачастую отдает фиолетовой, поэтому удаляя желтый оттенок, остается изображение в фиолетово-черных цветах.



Рис. 53. Знаменитая иллюзия с платьем

Цвет — мощнейший инструмент в руках дизайнера. Понимание его природы и свойств поможет использовать этот инструмент более осознанно и эффективно.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое Эффект -Движение цвета?
2. Цвет и пространство
3. Что такое Эффекты цвета-Цвет и композиция?
4. Эффект прозрачности цвета что это?
5. Цветовая теория Мишеля Шевреля
6. Теория цвета Вильгельма фон Безольда
7. Теория цвета Джозефа Альберса
8. Цветовая теория Иоганна Итена
9. Иллюзия градиента
10. Иллюзия дополняющих цветов

Ключевые слова: цвет, иллюзия, эффект, цветовая теория, цветовая композиция, цветовое пространство, движение цвета, градиент.

1.2. Взаимодействие цвета

План:

1. Индивидуальная объективность
2. Цветовая гармония
3. Взаимодействие. Эффект Безольда
4. Относительность цвета

1. Индивидуальная объективность

Совсем недавно мы познакомились с тем, что такое цвет, как развивалось представление о нём, как мы представляем его в разных цветовых моделях, и зачем это вообще нужно. В данной лекции мы затронем вопросы взаимодействия цветов и дадим несколько советов о том, как с ними работать и использовать.

То есть, речь пойдёт скорее про продвинутые методики, детали на острие ножа, которые не всегда будут заметны невооружённым взглядом, а тем более неподготовленным созерцателям ваших работ.

Согласно корпускулярно-волновой теории, цвет представляет собой пучок энергии с определённой длиной волны. Чистый белый свет представляет набор из всех цветов, то есть весь видимый спектр, собранный в одном луче. Но стоит этому лучу упасть на какой-то объект, часть энергии поглотится, а часть объект отразит блуждать во внешний мир. И вот мы уже видим вполне определённый цвет⁷. Есть тела, которые поглощают абсолютно весь свет, падающий на них — такие тела называют абсолютно чёрными. Как думаете, что это за объекты такие? Например, сажа или субстанция Vantablack, состоящая из параллельно ориентированных углеродных нанотрубок, — поглощает 99,965 % падающего на неё излучения.

Картинку никак не обрабатывали, это реальная фотография двух одинаковых медных бюстов, один из которых обработан Vantablack, рис. 54.

VANTABLACK



Рис. 54. Фотография двух одинаковых медных бюстов

Как вы можете видеть, эффект поразителен, мало того, что цвет пропал, так ещё и любые блики, и полутени, что влияет задуматься, а существует-ли здесь вообще пространство. Например, вот этот зелёный карандаш, рис. 55.

рова С.С. Цифровые медиа и телевизионные технологии 1- часть, бакалавриат таьлим
ари талабалари учун ўқув қўлланма, "Effect-D": 2021.



Рис. 55. Описание объекта

Вот свет из окна попал на него, и голодный карандаш поглотил все волны, кроме зелёных, которые мы и увидели. Да, так обстоят в объективной реальности, но на практике всё происходит иначе.

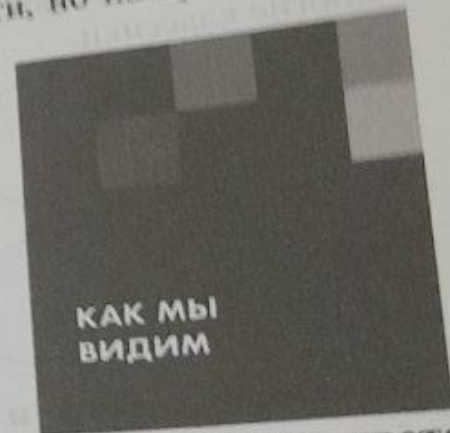


Рис. 56. Принципы восприятия цвета

Как мы видим цвет, чтобы понять, как каждый из нас л объективную модель мира. Отраженный свет этого карандаш 55, улавливается нашим зрачком, фокусируется и прони глазное дно. Ловушка захлопнулась, а внизу его ждёт сетчатка со своим набором цветочувствительных колб палочек: специальных рецепторов-интерпретаторов ци человека существует три вида: красно-оранжевые, зелёные (напоминает rgb). Важно, что всё изображение, попав сетчатку, анализируется нашими рецепторами с точки зрени и передаётся дальше в мозг для расшифровки. И, как вы, н уже могли догадаться, проблема субъективности и лежит этом механизме, рис. 56.

1. Индивидуальная объективность

Вспомним знания в классической колористике, которая рассматривает даже самые тонкие аспекты работы с цветом: математическое деление цветового круга на равные промежутки, подбор комплементарных пар, категоризация цветовых тонов, создание гармоничных палитр на основе характеристик цвета и т.д.

Каждый человек уникален и обладает своим собственным набором этих самых рецепторов, о которых речь шла выше, а значит, вполне возможно, что каждый увидел этот карандаш (рис. 55.), совершенно по-разному. То есть интерпретация цвета будет меняться от человека к человеку, что уже не даёт нам право говорить о объективизме, утверждая, что цвет одинаковый для всех и везде. Более того, одни рецепторы более чувствительны к одному цвету, в то время как другой тон мы видим очень узко. А значит не совсем правильно делить всё цветовое пространство в равных пропорциях, как это делают многие классики.

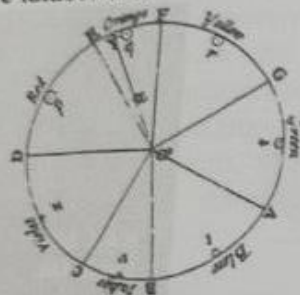


Рис. 57. Цветовой спектр и музыкальные октавы по Ньютону

В этом отношении самый первый цветовой круг Ньютона импонирует мне больше остальных, ведь он отражает пропорции видимого спектра, а не математически равно разделённого круга, рис. 57.

Цвета объектов зачастую рассматриваются в вакууме. То есть, карандаш поглотил весь свет, кроме зелёного, значит он зелёный. Но проблема в том, что мы видим его в среде, где на него воздействует ещё тысяча факторов, которые искажают наше восприятие. То есть классическая модель рассматривает цвет объекта вместо того, чтобы говорить о его восприятии, а ведь именно это для нас главное: работы, которые мы создаём, будут восприниматься такими же людьми, как и мы. Мы рассматриваем

картину целиком, со всеми её связями и взаимодействиями, потому использование реального цвета объектов будет ошибкой.

Выводы:

- математическая цветовая модель может передать реальный цвет объекта, но это будет отличаться от того, как зритель его видит;
- цвет, который мы видим, никогда не бывает один, он скорее находится в среде, которая его искажает;
- запоминайте правила поведения и взаимодействия цвета, а не коды или конкретные цвета в конкретных ситуациях.

2. Цветовая гармония

Когда вы слышали или увидели название «Цветовая гармония», что пришло вам в голову? Что вы вкладываете в это понятие? Термин немного исказился со временем, ведь по сути, любая палитра может быть гармоничной в том или ином контексте. Любимый пример Людвиг Бистроновского с «несочетаемыми красным и зелёным»: просто посмотрите на грядку с клубникой. То есть цветовая гармония — это лишь мера, сбалансированности цветовой палитры, которая служит определённой цели, вызывая необходимое эмоциональное переживание.

Если говорить о гармонии в целом, то её разновидностей бывает много: слушая музыку, мы попадаем в волшебный мир нот и переходов между ними, когда слух наполняют стройные созвучия; когда мы наблюдаем хореографию, нас зачаровывает безупречный язык тела, разговор, который затеял с нами танцовщик; ну а если нам довелось лицезреть гармонию архитектуры, то она, бесспорно, рождается из сложных взаимодействий света, пространства и формы, которая раскрывается с тем, как мы изучаем объект.

В этом смысле цветовая гармония — самый сложный вид гармонии, ведь музыка, архитектура и хореография могут быть строго описаны и распределены во времени — за счёт этого и достигается благородный эффект. В то время, как колористика создаёт динамику в статике. То есть здесь основным элементом, на котором строится гармония является не время, а сама цветовая палитра.

И в этом сложном уравнении каждая переменная влияет друг на друга. То есть добавляя новый цвет в палитру, все прежние цвета уже не будут восприниматься так же. С этой точки зрения, любая попытка систематизировать нахождение гармоничной палитры

обречена на провал. Конечно, сейчас многие сервисы предоставляют возможность воспользоваться классическими правилами создания гармоничных палитр, используя, например, комплементарные цвета или монохромное распределение, но ведь каждый цвет влияет на восприятие других, равно как и среда, рис. 58. Причём происходит это с разными цветами по-разному, потому не стоит полагаться только на автоматiku в этом вопросе, придётся мараить и ручки.

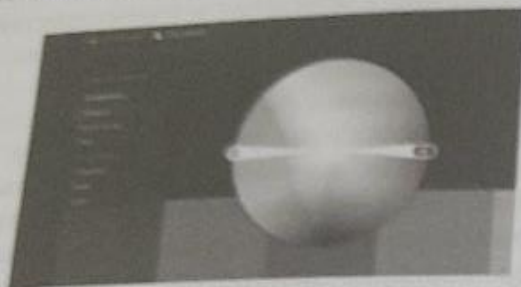


Рис. 58. Комплементарные цвета или монохромное распределение

Поговорим об автоматизации нахождения гармоничной палитры, в которой все алгоритмы оперируют составом самого цвета, но никак не соотношении самих цветов⁸. Они игнорируют восприятие, оставляя всё на откуп холодному расчёту.

А ведь помимо качеств тона, яркости и светлоты, стоит различать контекст и количество цвета, то есть меру, которая ему отведена в композиции, рис. 59.

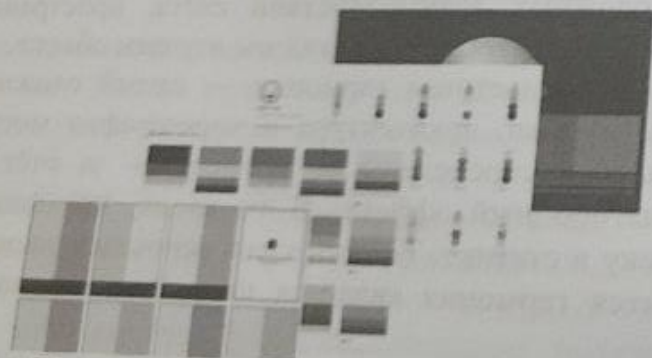


Рис. 59. Автоматизации нахождения гармоничной палитры.

зарова С.С. Цифровые медиа и телевизионные технологии 2- часть, бакалавриат тайлим
илари талабалари учун ўқув қўлланма, "ЕПест-D": 2021.

Вот, к примеру, сервисы по подбору цветовых палитр, даже курируемые умными людьми не принимают во внимание эти параметры и никоим образом не дают понять пропорциональные соотношения цвета в палитре и как её использовать. Они дают лишь основу, какой-то полуфабрикат, почти готовый к употреблению. И уже в вашей власти превратить эту заготовку в нечто поистине невероятное.

Все это можно сравнить с кулинарией, где основной рецепт не меняется, но повар чуть правит его для лучшего вкуса. И, как и в кулинарии, построение гармонии — это навык, которому можно и нужно обучиться упорно тренируясь.

Контраст

Один из основных способов достижения гармонии в цветовой палитре — это работа с контрастом. Как вы понимаете, под ним не подразумевается выкручивание кривых и уровней, а скорее высоким, мы создадим «гору», и вода бурным потоком потечёт сверху вниз. В то же время, если перепад высот будет небольшим, то и внимание будет растекаться по всей поверхности, создавая расслабленную гармонию. Таким образом, контраст влияет на внимание пользователя, его восприятие всей композиции. А значит, если вы хотите привлечь внимание к определённой детали, то вы должны сделать её контрастнее. И цвет как раз и может в этом помочь. Вот на какие критерии мы можем смотреть:

- цветовой тон,
- светлота,
- насыщенность,
- количество цвета и его форма.

Количество цвета, является константой для вашей палитры, той базой, от которой вы будете отталкиваться. Причём важно грамотно подготовить плацдарм для экспериментов.

Дело в том, что таким образом вы не принимаете во внимание взаимодействие цветов, то, в какой мере каждый из них будет влиять на восприятие. Вместо непересекающихся прямоугольников лучше использовать карту полноценного взаимодействия, как, например, вот эту. Вы можете править её, изменяя пропорциональное отношение элементов, в зависимости от возможного применения. В любом случае вы получите лучший результат, рис. 60.

С цветовым тоном всё обстоит довольно сложно, ибо даже малейший сдвиг может пагубно сказаться на результате: разная чувствительность рецепторов у разных людей. Так вот, мало того, что чувствительность отличается от человека к человеку, так ещё и она неравномерно распределена между рецепторами. Например, самым широким спектром восприятия будет обладать зелёный цветовой тон, потому и работать с ним так сложно, чего так боятся современные иллюстраторы.

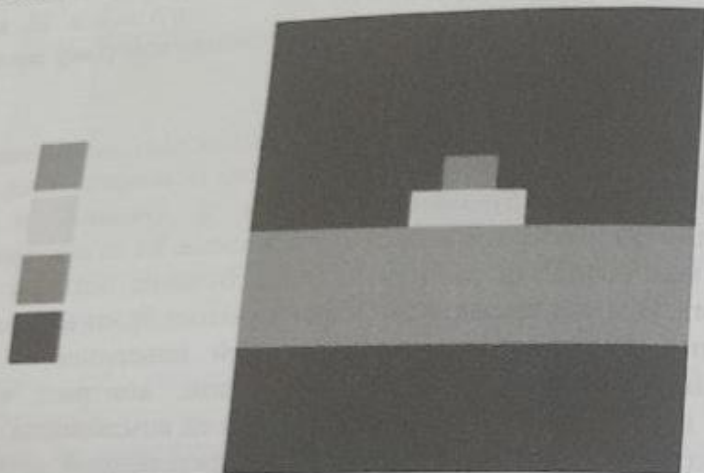


Рис. 60. Взаимодействие цветов

Потому рекомендуется начинать именно с выбора цветовых тонов, а уже после подгонять контраст насыщенности и светлоты, рис. 61.

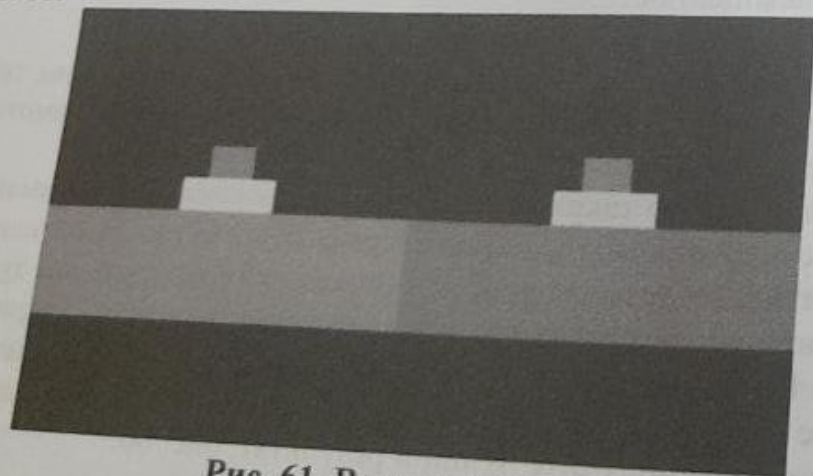


Рис. 61. Восприятие цвета

Если два цвета слишком сильно контрастируют между собой, вы можете добавить в каждый частичку партнёра, ну а если это набор цветов, или при разбавлении цветов друг другом получается грязь, то вы можете использовать третий цвет-партнёр, который привнесёт единство, рис. 62.



Рис. 62. Восприятие цвета

Как вы можете заметить эти полупрозрачные шарики радости обладают каждый своим цветовым тоном и все находятся в некоем разладе, но стоит добавить общий знаменатель, как например цвет среды, как вся ситуация меняется, рис. 63.



Рис. 63. Восприятие цвета

Насыщенность и светлота, наверное, одни из самых распространённых примеров использования контраста. Вы наверняка работали с ними и знаете, как это происходит. Довольно просто, главное, помнить одно правило: нельзя выделять всё сразу. Держа это в голове, мы запросто сможем выровнять восприятие палитры таким образом, чтобы у нас из глаз не по-

дым от перенапряжения. Двигайтесь итеративно, сперва грубыми наметками, а после уточняйте каждую из переменных. Выделите один цвет-солист, а остальные направьте на его поддержку.

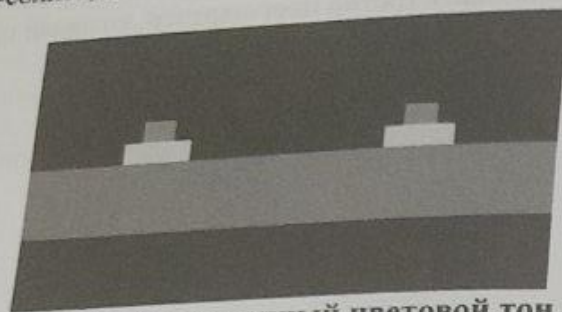


Рис. 64. Не измененный цветовой тон

На следующем рисунке цветовой тон не изменен, рис. 64, манипуляция исключительно насыщенностью и светлотой, что позволило немного снять соперничество малинового и персикового, оставив один доминантный цвет, а второй использовать в качестве помощника. Ну и теперь мы можем сравнить результат, рис. 65:

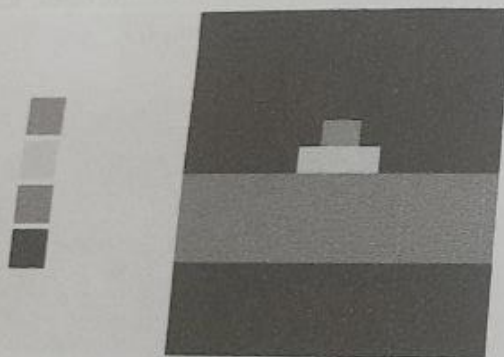
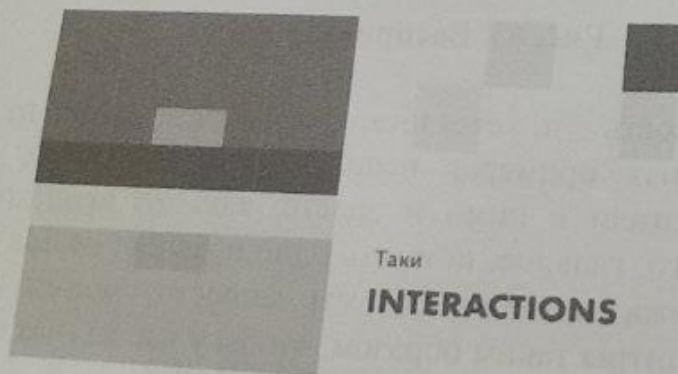


Рис. 65. Восприятие цвета

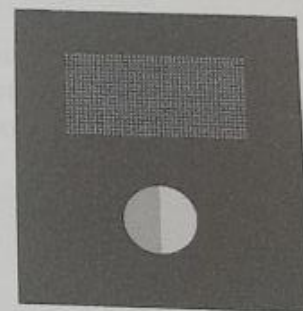


Таки

INTERACTIONS

3. Взаимодействие

Так чем-же вызвано взаимодействие цветов, точнее сказать, как это взаимодействие влияет на наше восприятие? Вернувшись к материалу всё объясняется довольно просто. Вспомним о рецепторах, которые возбуждаются при виде определённого цвета? Так вот, они работают чётко, как морские пехотинцы только в идеальных условиях, когда цвета не пересекаются, когда мы смотрим на них не так и долго или, когда между цветами выровнен контраст. В случае же реального мира это происходит далеко не всегда и восприятие начинает давать сбои. Примерами таких сбоев могут быть остаточные изображения, когда рецепторы не могут быстро остыть, и мы видим то, чего нет, и цветовая адаптация, когда при долгом лицезрении яркой палитры, чтобы не перегреться, рецепторы сами снижают интенсивность. Но и взаимодействие бывает разным.



ЭФФЕКТ
БЕЗОЛЬДА

Цвета взаимодействуют друг с другом — Эффект Безольда

Мы говорили про разные цветовые модели, о том, как получаются цвета, но не сказали о том, что чтобы получить нужный оттенок, цвета можно смешивать прямо в глазу. Если присмотреться к их картинам, сразу становится не по себе: цвета-то вовсе не те, коими мы их видим. Они похожи, скорее, на какие-то беспорядочные мазки, которые обретают смысл только в нашем восприятии, рис. 66

В этом и заключается эффект Безольда — когда порции разных цветов довольно малы и расположены достаточно близко друг другу, с большой долей вероятности они смешаются в наше восприятии. Например, в картинке с заголовком кружочки воспринимаются как поделённые на половинку, а скоро смешиваются в оранжевый.

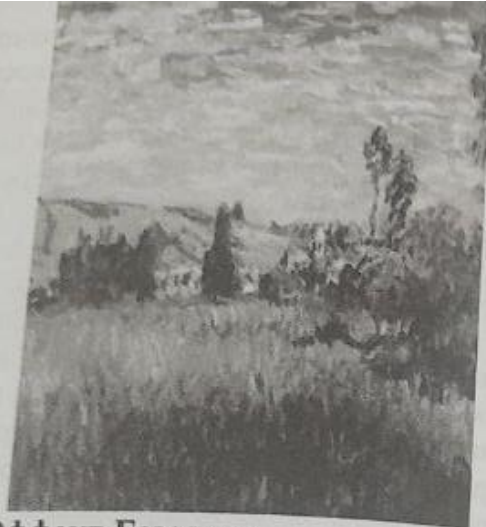


Рис. 66. Эффект Безольда

Эффект Безольда является лишь утрированным примером этой связи. На самом деле это самое смещение в восприятии будет происходить на всех уровнях. Возьмём конкретный пример.

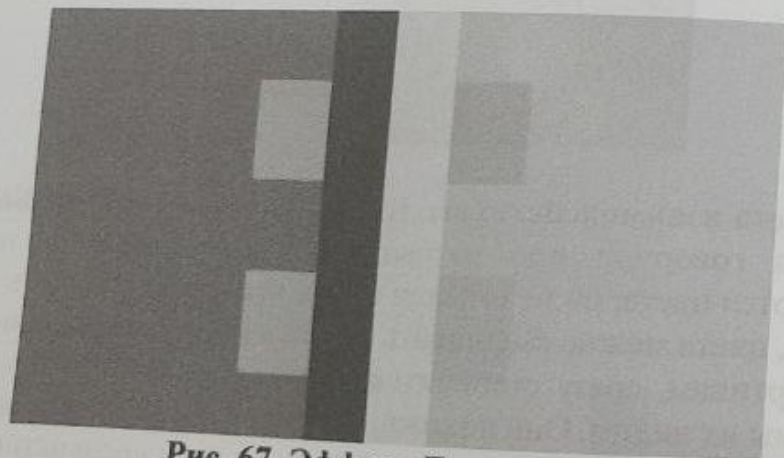
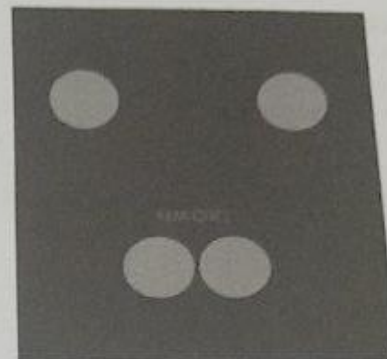


Рис. 67. Эффект Безольда

Как видите, оказавшись в разных контекстах цвет повёл себя совершенно по-разному, рис. 67. Всё потому, что наше зрение подвергается воздействию и среды, и объекта, искажая восприятие. Такой эффект Безольда в бета-версии, только цвета не мешиваются полностью, а изменяются.



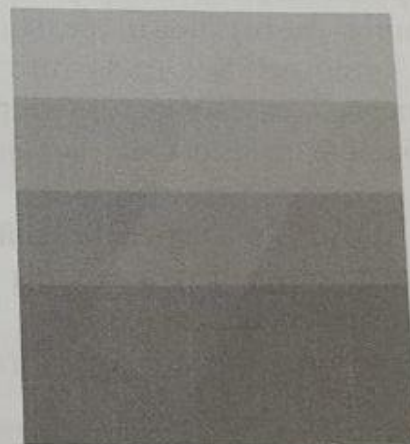
И ОБЪЕКТЫ...

Объекты взаимодействуют друг с другом

Мало того, что сами цвета в чистом виде вносят смуту в наше восприятие, так всё осложняется тем, что и объекты, обладающие этими цветами взаимодействуют между собой отражая свой цвет друг на друга. Так что если вы хотите прибавить реализма вашим творениям, вам стоит расширить свои представления о необходимой цветовой палитре.

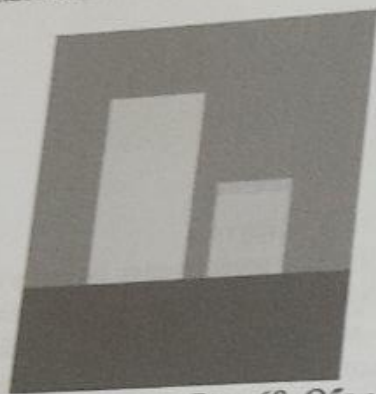
Это происходит из-за полноценного отражения, которое так часто встречается в нашем мире и зависит от текстуры объекта, на который отражается излучение: если объект глянцевый гладкий, то и отражение будет чётким и насыщенным, в то время как, если объект матовый — цвета смешаются мягко.

Но даже если вы уберёте все искажающие объекты, оставив лишь один предмет... он всё равно будет взаимодействовать, но уже со средой.



И СРЕДА

Объекты взаимодействуют со средой. Подобное взаимодействие может носить разный характер, например, среда может добавлять на объекты пленочный цвет — это супер тонкое отражение основного цвета среды, если текстура объекта предполагает отражения (ну то есть не покрыто сажей или Vantablack).



ОБЪЕМ ЦВЕТА

Рис. 68. Объем цвета

Также, среда может накладывать свой отпечаток и через объем цвета, то есть его плотность. Как вы, наверное, поняли, речь идет о прозрачных или полупрозрачных объектах, которые меняют этот параметр в зависимости от условий. Например, лимонад будет казаться прозрачным в узком стакане, но в графине через него уже не посмотреть, рис. 68.

Но не только объекты обладают этим качеством, но и сама среда, просто она гораздо разреженнее плотных объектов и набирает массу медленнее. Речь идет о непрозрачности атмосферы, рис. 68. Почему вы думаете солнце в зените светит почти белым, а на рассвете или закате оранжевым и красным? Все из-за того, что в первом случае лучи падают на нас перпендикулярно, а во втором им приходится преодолеть больший объем атмосферы, что вносит свои искажения в восприятие цвета.

Этот приём актуален для работ с перспективой или несколькими планами, создавая реалистичную глубину. Для этого, нужно смещать цветовую палитру объекта ближе к цвету атмосферы, уменьшая контраст, так чтобы казалось, что он утончается в туман.

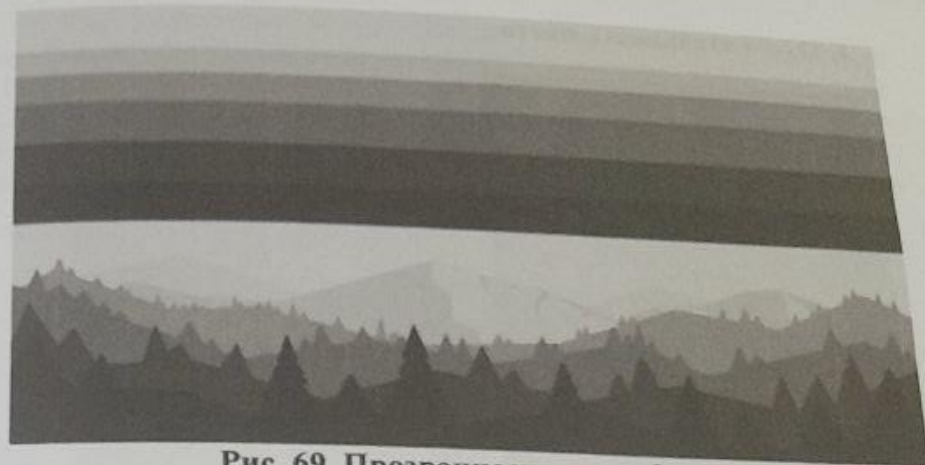
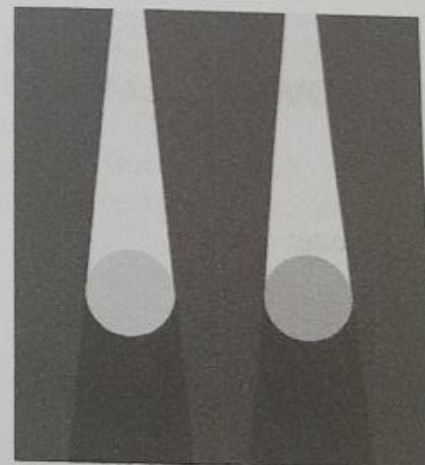


Рис. 69. Прозрачность атмосферы

Источник света тоже вносит свои коррективы, например, он может делать тени синее, если сама его температура низкая, рис. 70. То есть, если лампа ламповая и светит приятным жёлтым светом, то тени, отбрасываемые освещённым предметом, становятся синее. И наоборот.

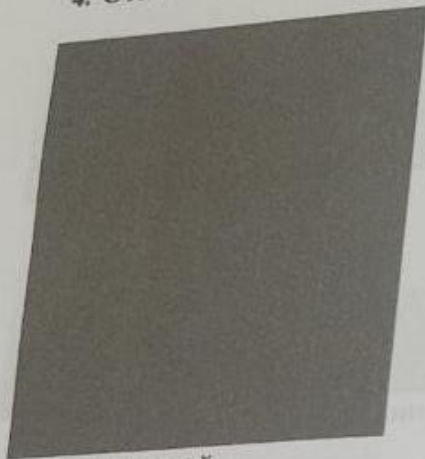


ИСТОЧНИК СВЕТА

Рис. 70. Коррективы источники цвета

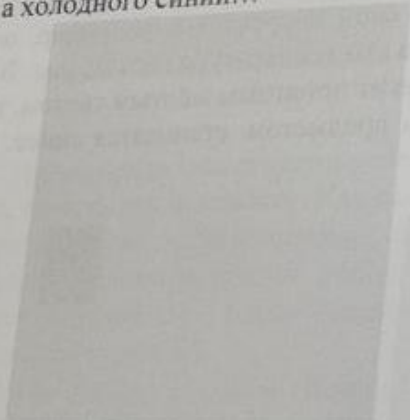
Но и это ещё не всё, температура света, это не единственный параметр, который может исказить восприятие, но и сам цвет свет (световые фильтры). Этим пользуются продавцы фруктов, своим цветными крышками.

4. Относительность цвета



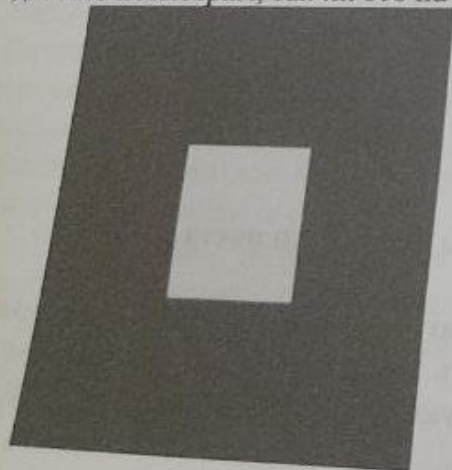
HOT LIKE HELL

... а холодного синий...



WOW, CHILLY

давайте посмотрим, так-ли это на самом деле:



HOT OR NOT?

Как видите, не всегда тёплый цвет тёплый, а холодный холодный. Но относительность не останавливается на этом. Поразительно, но в жизни бывают случаи, когда белый становится чернее черного. Нет, фактически, конечно, такого не происходит. Земля всё ещё вертится и физика работает. Дело в восприятии, порой мы можем воспринять чёрный, как белый.

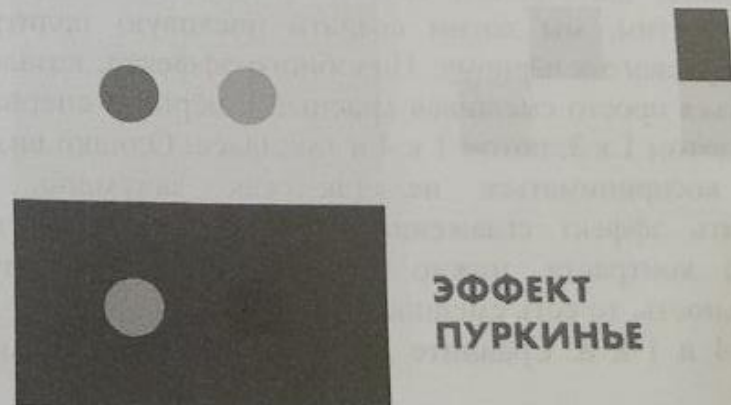


**DARKER
THEN BLACK**

Рис. 71. Темнее, чем чёрнее

На самом деле левый чёрный цвет — это цвет белой газеты, взятый из загиба, а светло-серый справа — это цвет с правого плеча пиджака, рис. 71.

Цвет относительный, а потому какая-либо классификация вряд ли представляется возможной без контекста.



**ЭФФЕКТ
ПУРКИНЬЕ**

всё равно наши цвета будут искажены столькими параметрами? На самом деле, всё не так плохо, ведь в цифровой среде средством отображения будет монитор, который сам по себе излучает свет, а значит и искажения, вызванные недостатком освещённости, будут минимальны. Другое дело, что ваша палитра, в сумерках и ночью может неплохо давить на зрение пользователя.



ВЕБЕР-
ФЕХНЕР

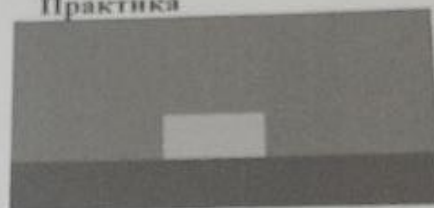
Эффект Вебера-Фехнера

Ещё одним удачным примером того, как математика не соотносится с реальностью, будет как раз эффект Вебера-Фехнера, гласящий, что простое равномерное распределение в рамках цветового тона не будет восприниматься как равномерный цветовой ряд.

Для пушей наглядности давайте говорить о конкретном примере. Допустим, мы хотим создать цветовую палитру или градиент от красного к чёрному. Подобного эффекта, казалось бы, можно добиться просто смешивая красный с чёрным сперва 1 к 1, потом 1 к 2, потом 1 к 3, потом 1 к 4 и так далее. Однако визуально это будет восприниматься не так как задумано. Чтобы компенсировать эффект сглаженного восприятия и достигнуть необходимого контраста, нужно использовать геометрическую последовательность, то есть смешивать красный с чёрным 1 к 1, 1 к 2, 1 к 4 и 1 к 8. Сравните два ряда (справа выровненный ряд).

Это всё к тому, что геометрическая прогрессия цветового тона воспринимается мозгом как арифметическая. То есть, чтобы скорректировать восприятие, нам нужно сделать шаг между темными тонами больше. Актуально для создания унифицированных палитр типа Material Color.

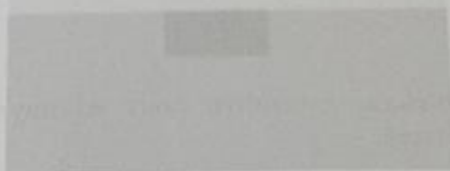
Практика



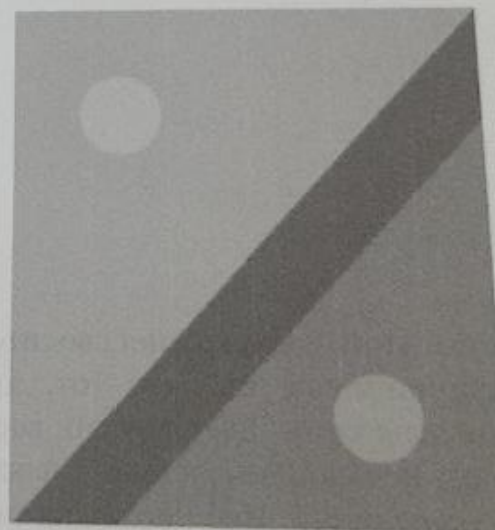
1.

One like two

Используя цвета-помощники и цвет среды, попробуйте сделать так, чтобы один и тот же цвет выглядел бы по-разному.



Один цвет, как два: используя цвета-помощники и цвет среды попробуйте сделать так, чтобы один и тот же цвет выглядел бы по-разному.

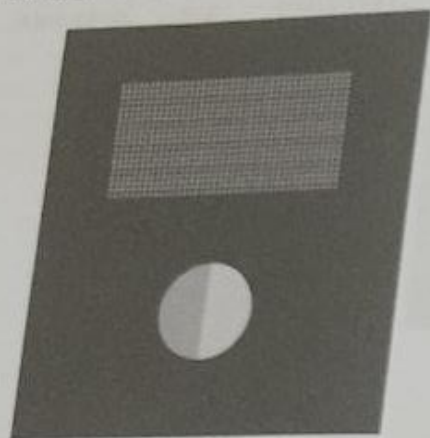


2.

Two like one

Аналогично, но более сложное упражнение, где вам нужно так изменить два цвета, чтобы они выглядели одинаково.

Два разных цвета, как о... аналогичное, но более сложное упражнение, где вам нужно так изменить два цвета, чтобы они выглядели одинаково.



3. Bezold effect

Создайте цвет из двух составляющих цветов в виде полушария.

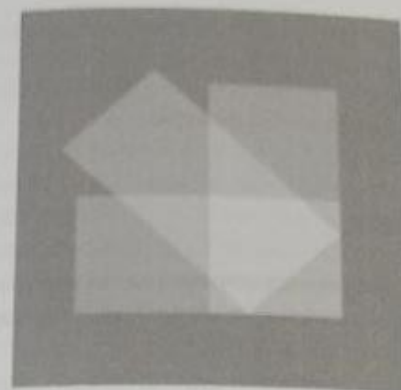
Использование эффекта Безольда: создайте цвет из двух составляющих прямо в глазу созерцателя.



4. Child tone

Суть этого упражнения сводится к нахождению цвета, который воспринимался бы, как тот, что находится ровно между двумя родительскими цветами по всем основным параметрам. Все осложняется индивидуальными особенностями восприятия цвета. Слева и справа цвета будут разные.

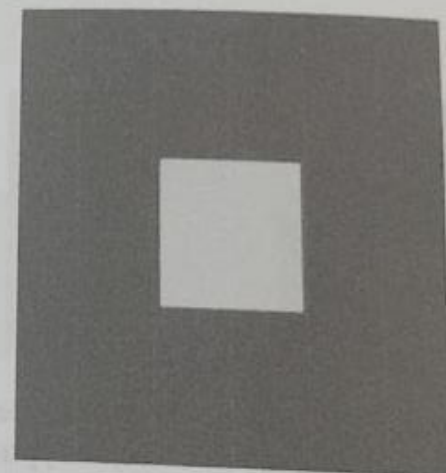
Нахождение среднего цвета: суть этого упражнения сводится к нахождению цвета, который воспринимался бы, как тот, что находится ровно между двумя родительскими цветами по всем основным параметрам. Как если бы вы построили градиент между двумя значениями и пикнули в середину. Всё осложняется кажением восприятия средой.



5. Transparency

Создайте цвет, который воспринимается в качестве эффекта наложения нескольких полупрозрачных элементов. Помните про эффект Вебера-Фехнера.

Эффект прозрачности: более сложный вызов, который заключается в создании эффекта наложения нескольких полупрозрачных элементов. Помните про эффект Вебера-Фехнера.



6. Cold hot or hot cold *

Задача по нахождению цвета, который воспринимается в качестве эффекта наложения нескольких полупрозрачных элементов. Помните про эффект Вебера-Фехнера.

Тёплый, как холодный, а холодный, как тёплый*: задание со звёздочкой, здесь мы можете поэкспериментировать с другими цветовыми тонами, для постижения этого эффекта.

Контрольные вопросы и задания

1. Как мы видим цвет?
2. Что такое цветовая гармония?
3. Эффект Безольда

5. Влияние источник света на цвет
6. Смещение цветового зрения - Эффект Пуркинье
7. Эффект Вебера-Фехнера
8. Эффект прозрачности
9. Использование эффекта Безоляда

Ключевые слова: цвет, эффект, цветовая гармония, источник цвета, цветовое зрение, относительность цвета, контраст, цветовые взаимодействия.

1.3. Базовые понятия в колористике

План:

1. Наука о цвете
2. Характеристика цветов
3. Свойства цветов. Оттенок, тень, тональность

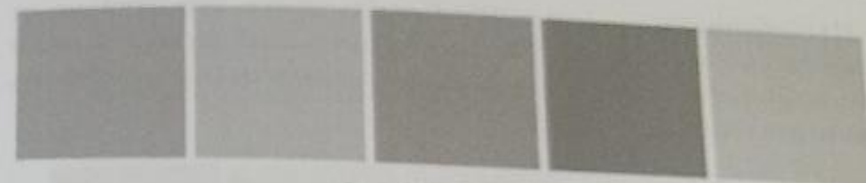


1. Колористика — это наука о цвете, которая включает в себя изучение его природы, характеристик, значения, а также культурных особенностей и практического применения. Трудно переоценить значимость колористики в работе любого профессионала, так или иначе связанного с цветом. Безусловно, колористика — необходимый инструмент художников. Не менее важна она и для дизайнеров и парикмахеров. В арсенале дизайнера цвет и знания о нем могут стать мощнейшим инструментом для создания ярких, визуально приятных дизайнов⁹. Цветом дизайнер может создать общее настроение продукта, сообщить пользователям

⁹ Е.М. К проблеме цвета в современном кино// М.: ВГИК, 1971. — 314 с.

об угрозе или возможной ошибке, направить внимание и выстроить иерархию элементов на странице. Изучение возможностей цвета — необходимое условие профессионального роста дизайнера.

Начнем изучение базовой терминологии с понятия «Цветовой тон». **Цветовой тон** — это характеристика цвета, отвечающая за его положение в видимом спектре. Как вы, наверняка, знаете, люди видят цвета в диапазоне от красного до фиолетового, это и есть видимый спектр. Так вот цветовой тон говорит нам, к какой части спектра относится цвет: синий он или красный или, может быть, зеленый. Просто называя цвет мы, по сути, указываем его цветовой тон, рис. 72. Различные тона создаются светом с разной длиной волны, а сама эта характеристика цвета обычно довольно легко распознается.



Разные цветовые тона

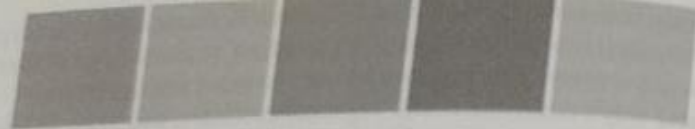


Один цветовой тон

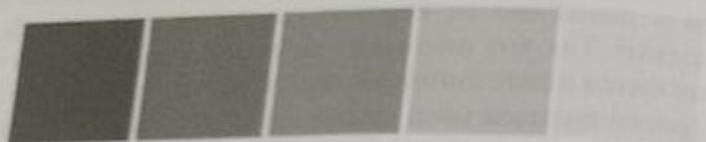
Рис. 72. Цветовой тон

Следующим рассмотрим понятие хроматичности/ахроматичности цвета, рис.73.

Хроматичность — это свойство цвета, которое говорит о его чистоте и отсутствии в цвете примесей белого, серого или черного. По сути, все цвета являются хроматическими, так как в той или иной степени в них присутствует определенный оттенок. **Ахроматические цвета** не имеют никакого оттенка и не принадлежат ни к одной из частей спектра. Белый, черный и вся серая шкала являются ахроматическими цветами.



Хроматические цвета



Ахроматические цвета

Рис. 73. Хроматичности и Ахроматичности цвета

Насыщенность — это интенсивность цвета, его отличие от равного по светлоте серого. Чем дальше цвет находится от шкалы серого, тем он насыщеннее; чем более цвет похож на оттенок серого, тем он менее насыщен, рис. 74.

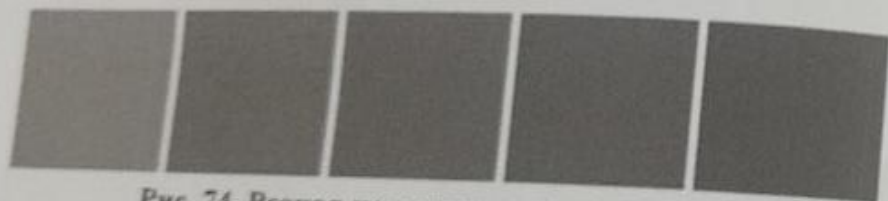


Рис. 74. Разная насыщенность одного цвета

Яркость — это понятие, которое в повседневной жизни часто путают с насыщенностью. На самом деле, яркость — это количество белого света, излучаемого цветом. Чем ближе цвет к белому, тем он, соответственно, ярче. Ну и самым ярким является белый цвет, рис. 75. Поэтому неправильно говорить о красном платье, которое ярче розового: все как раз наоборот.

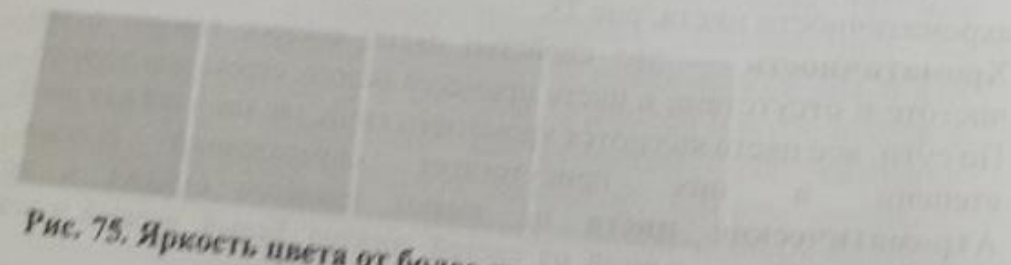
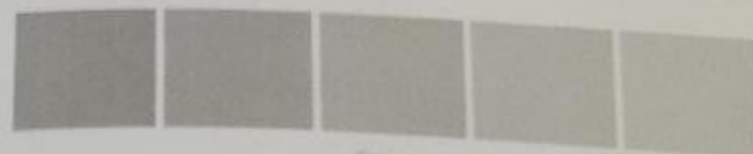


Рис. 75. Яркость цвета от более низкой к более высокой

В завершение рассмотрим три очень похожих термина, которые так легко перепутать: оттенок, тень и тональность¹⁰. Оттенок — это цвет с добавлением белого, тень и тональность — это цвет с добавлением черного, то есть более светлая темный вариант. А тональность — это цвет, в который добавлен серый, рис. 76.



Оттенок



Тень



Тональность

Рис. 76. Оттенок, тень, тональность

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое Колористика?
2. Расскажите о характеристике цвета, отвечающая за его положение в видимом спектре?
3. Опишите свойство цвета, которое говорит о его чистоте и отсутствии в цвете примесей белого, серого или черного?
4. Какие цвета не имеют никакого оттенка и не принадлежат ни к одной из частей спектра?
5. Какой параметр отвечает за интенсивность цвета, его отличие от равного по светлоте серого?

¹⁰ Железняков, В. Цвет и контраст. Технология и творческий выбор [Текст]: учебное пособие. — М.: ВГИК, 2010. — 157 с.

6. Расскажите о параметре цвета, определяющий количество белого света, излучаемого цветом?

7. Чем отличаются понятия оттенок, тень и тональность?

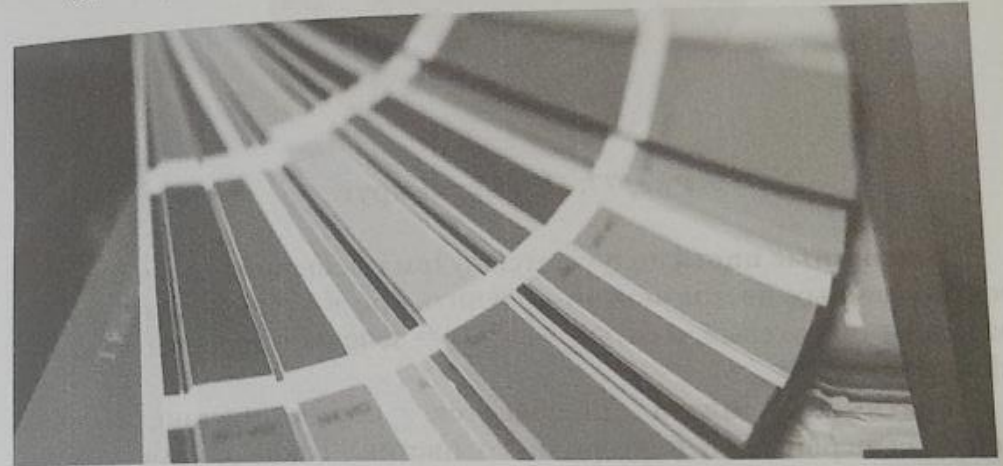
Ключевые слова: цвет, яркость, колористика, оттенок, тональность, тень, цветовой тон, яркость, насыщенность, хроматичность, ахроматичность

ГЛАВА II. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТА. ЦИФРОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦВЕТА

2.1. Цветовой круг, гармонии и колориты

План:

1. Этапы получения цвета
2. Гармонии цветовых круг
3. Цветовые гаммы



1. Этапы получения цвета.

Цветовой круг — это способ представления видимого спектра в условной форме, обозначающей различные цветовые модели. Сектора круга представляют собой определенные цвета, размещенные в порядке, близком к тому, в котором они находятся в спектре. В круг также был добавлен пурпурный цвет, который связывает крайние спектральные цвета, рис. 77.

В базовом цветовом круге, состоящем из 12 секторов, можно легко выделить первичные, вторичные и третичные цвета.

Первичные цвета палитры — это цвета, из которых можно получить другие, путем смешения между собой, но их невозможно получить из других цветов. Если говорить о цветовом круге, то первичными цветами будут красный, синий и желтый. В цифровом же пространстве первичными будут красный, синий и зеленый, что связано с механизмом восприятия цвета человеческим глазом¹¹.

¹¹ Кравченко А. Что такое цвет? [Электронный ресурс] / А. Кравченко. – Режим доступа: <http://elhow.ru/ucheba/opredelenija/c/cto-takoe-cvet> (1 стр.)

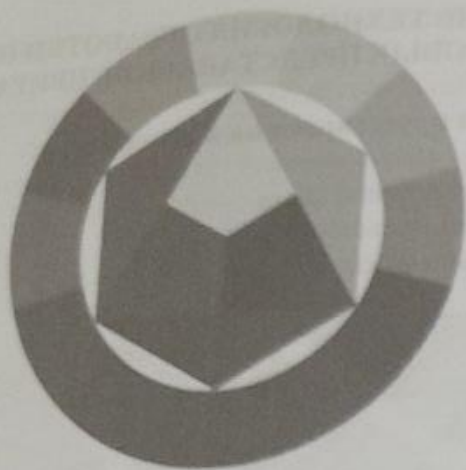


Рис. 77. Цветовой круг

Вторичные цвета получаются путем смешения первичных. Из трех первичных цветов можно получить три вторичных: желтый + красный = оранжевый, желтый + синий = зеленый, красный + синий = фиолетовый.

Третичные цвета получаются, соответственно, путем смешения первичного и вторичного цветов. Таких цветов можно получить уже шесть и называться они будут соответственно исходным цветам, например, сине-фиолетовый, красно-фиолетовый, красно-оранжевый или сине-зеленый.

2. Цветовые гармонии

Цветовой круг — это простейший и самый удобный инструмент для построения цветовых гармоний, ведь в нем наглядно можно подобрать необходимое количество цветов, которые будут наиболее выигрышно смотреться вместе.

В зависимости от того, сколько цветов необходимо подобрать, можно выделить следующие цветовые гармонии, рис. 78:

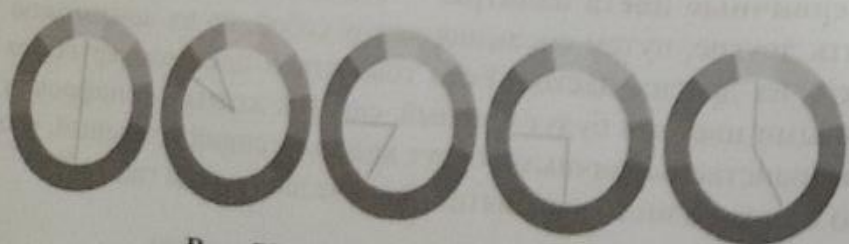


Рис. 78. Гармонии двух цветов

Дополнительные цвета — расположены друг напротив друга в круге

Смежные цвета — расположены рядом в цветовом круге и находятся в одной части спектра (например, зеленой)

Похожие цвета — расположены через один цвет друг от друга, но все еще из одной части видимого спектра (например, синей)

Промежуточные цвета — расположены под прямым углом друг к другу в цветовом круге

Несовместимые цвета — второй цвет расположен рядом с дополнительным к первому цветом.

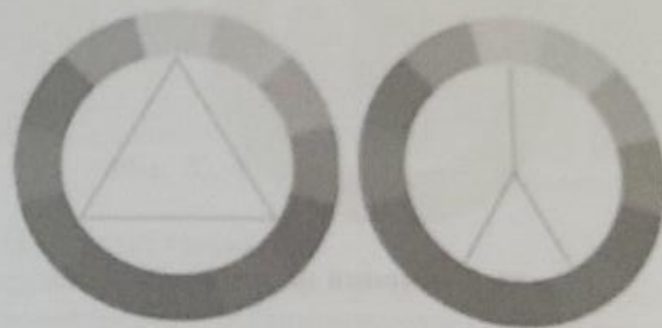


Рис. 79. Гармонии трех цветов

3-цветная гармония — цвета расположены на вершинах равностороннего треугольника, вписанного в цветовой круг, рис. 79:

Разделенная гармония — выбирается первый основной цвет, после чего к нему подбираются еще два цвета, близкие к его дополнительному (то есть противоположному в круге).



Рис. 80. Гармонии четырех цветов

4-цветная гармония — цвета расположены на вершинах квадрата, вписанного в цветовой круг, рис. 80:

Прямоугольная гармония — в равных пропорциях на сторонах прямоугольника, вписанного в круг.
 Аналоговая гармония — все четыре цвета расположены рядом в цветовом круге;
 Альтернативная гармония — дополнительная гармония, дополненная двумя цветами, близкими к одному из противоположных.

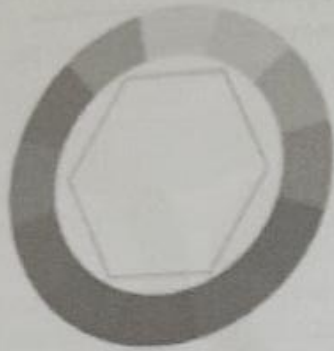


Рис. 81. Гармония шести цветов

6-цветная гармония — цвета расположены на вершинах шестиугольника, вписанного в цветовой круг, рис. 81.

Колориты

Подобрав цветовую гармонию, также важно определиться с колоритом: каким по настроению будет цветовое сочетание, для какой аудитории оно предназначено и какой посыл должно донести. Именно эти вопросы решает цветовой колорит.

Существует четыре типа колорита: насыщенный, разбелённый, зачерненный и ломаный, рис. 82.

Насыщенный колорит характеризуется использованием насыщенных цветов красного, синего, зеленого, оранжевого, зачастую также используются белый и черный цвета. Такой колорит используется в детских проектах, ведь дети реагируют именно на насыщенные чистые цвета, он прост и понятен.

Разбелённый колорит использует цвета, смешанные с белым цветом, так называемые оттенки. Такой колорит более нежный, приглушенный, спокойный и используется в там, где нет накала страстей и никакой внутренней борьбы.

Зачерненный колорит использует цвета, смешанные с черным, то есть тени. Этот колорит используют в дорогах статусных проектах, чтобы подчеркнуть их исключительность.

Ломаный колорит использует тональности, то есть цвета, смешанные с серым. Это, пожалуй, самый сложный колорит, он встречается реже других. Такой колорит характерен для сложных глубоких проектов для творческих людей с богатым воображением и развитой фантазией.



Рис. 82. Разные цветовые колориты

3. Цветовые гаммы.

В завершение, давайте разберемся с понятием цветовая гамма. Цветовая гамма — это ряд гармонически взаимосвязанных оттенков цвета, используемых при создании художественных произведений. Существует три типа цветовых гамм: холодная, теплая и нейтральная или смешанная¹².

В холодной гамме преобладают холодные цвета: синий, зеленый, фиолетовый. В теплой, соответственно, теплые цвета используются в большинстве: красный, желтый, оранжевый. В нейтральной или смешанной гамме нет перевеса ни теплых ни холодных цветов, они используются пропорционально, рис. 83.

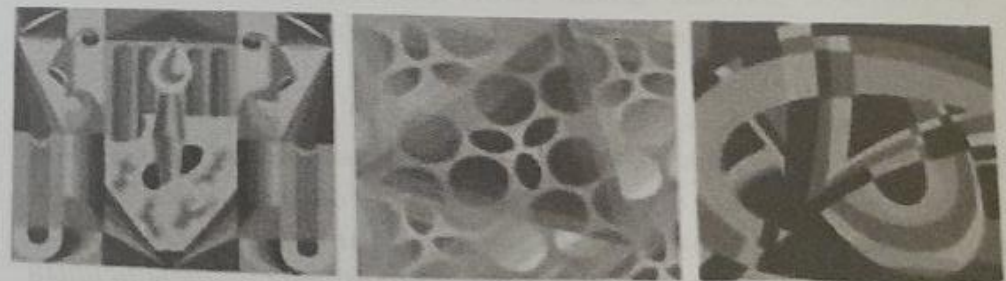


Рис. 83. Разные цветовые гаммы

¹² Шергова К. А. Монтаж как способ моделирования мышления [Текст] / Изд. «Вестник», 2014. – 13 с.

Обладая прочными знаниями о цветовом круге и навыком его использования, можно легко составлять цветовые гармонии невероятной красоты и создавать проекты, потрясающие воображение.

«Цвет — это та точка, где наш мозг соприкасается со вселенной» (Поль Сезанн).

Цвет — это иной мир, существующий рядом с нами, но так до конца и не изученный. Конечно, невозможно охватить все аспекты работы с цветом в рамках короткого курса. Однако владение основами и понимание базовых терминов и принципов колористики намного упростит взаимодействие с этим прекрасным и таинственным миром цвета.

Надеюсь, та малая часть информации о цвете, которую вы почерпнули из нашего курса, вдохновит вас на исследование и изучение других вопросов в области цветоведения и работы с цветом: психология цвета, семантика цвета и цвет в различных культурах мира.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое цветовой круг?
2. Каких цветов называют первичным цветом?
3. Из каких цветов получают вторичные цвета?
4. Каким образом цветовые объекты взаимодействуют друг с другом?
5. Третичные цвета получаются путем смешения каких цветов?
6. Виды цветовых гармоний?
7. Что такое гармония шести цветов?
8. Типы колорита
9. Что такое цветовая гамма? Типы цветовых гамм
10. Какие цвета преобладают в холодной гамме?

Ключевые слова: цвет, цветовой круг, первичные цвета, вторичные цвета, третичные цвета, цветовые гармонии, дополнительные цвета, смежные цвета, несовместимые цвета, прямоугольная гармония, аналоговая гармония, разделенная гармония, альтернативная гармония, колориты, насыщенный колорит, ломанный колорит, цветовые гаммы.

2.2. Технология цвета, контраст

План:

1. Контраст по цвету
2. Роль цвета в дизайне
3. Основные характеристики дизайнерских цветов
1. **Контраст по цвету.**

Многие говорят, что цвет — это чисто субъективная вещь и в ней нет каких-то правил или принципов. На самом же деле, как и в любой науке, здесь есть место и теории. Цвет помогает дополнить тот смысл и идею, которые вы хотите вложить в свою работу, и правильное его использование помогает сделать ваш продукт более заметным и профессионально выглядящим.

Многие исследователи занимались вопросами цвета, и одним из самых заметных, несомненно, был Иоханнес Иттен, автор книги «Искусство цвета». В своей работе автор рассматривает множество аспектов колористики: психологическое воздействие цвета, «вес» каждого оттенка, сочетание цвета и формы и многое другое.

Начнём с самого понятного — сочетания цветов. Именно работа цветов в паре или группе оказывает самое непосредственное влияние на первое впечатление от рисунка. Для этого используется термин «контраст» — то есть, сопоставление двух и более цветов таким образом, чтобы их можно было эффективно сравнить и показать различия. Контраст помогает выявить динамику рисунка, его настроение, характер, цель. Иттен выделяет семь основных групп контраста:

Контраст по цвету — одна из наиболее простых схем работы. Как говорится в книге Иттена, «Он выражается во взаимодействии предельной насыщенности чистых цветов. Как белый и чёрный являют самый сильный контраст светлого и тёмного, так и первичные цвета, жёлтый, синий и красный, наделены свойством наиболее сильного цветового контраста, создающего впечатление простоты, силы и решительности. Интенсивность цветового контраста ослабевает от первичных — к цветам третьего порядка».

Проще говоря, если вы для своей работы выберете сочетание двух (желательно противоположных) цветов, причём в их насыщенной форме, и поставите рядом, у вас получится очень звучный и насыщенный контраст. Но главное знать меру, уметь «приглушать» такие сочетания и правильно распределять массы.

Иначе вы рискуете получить очень яркую картинку без акцента на какую-либо деталь.

Как пример: на картинке со стикером вы можете увидеть несколько видов контраста, но ведущий в нём — контраст по цвету, рис. 84. Противопоставление красного и синего цветов даёт очень звучное сочетание, но чтобы оно смотрелось более спокойно, использованы приглушённые тона. Синего на картинке больше — это создаёт обрамление для тех небольших красных насыщенных пятен, которые можно увидеть на лице девушки.

Второй пример: постер из игры Prey, рис. 85. Как видите, тут используется контраст предельно насыщенных цветов, но за счёт распределения масс, этот контраст выглядит гармонично и в нём чётко расставлены акценты.



Рис. 84. Контраст по цвету

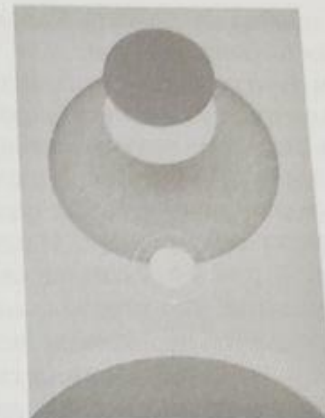


Рис. 85. Контраст насыщенных цветов

Контраст светлого и темного. Кажется, данная сочетаемость цветов является самой понятной. Она основана на использовании цветов различной светлоты и тоновых градаций цвета. Светлое пятно будет выделяться в тёмном окружении, как и тёмное пятно будет выделяться на светлом фоне.

Все цвета могут быть осветлены белым или затемнены чёрным. У каждого цвета есть свой тон — это очень легко проверить, просто попробуйте сделать цвета на цветовом круге чёрно-белыми. Но вот здесь и кроется главная проблема. Не все цвета могут планомерно становиться светлыми или тёмными. Некоторые из них, если их начать осветлять или затемнять, начинают терять насыщенность, и это может стать проблемой — особенно в рамках мобильного арта. Лучше всего это решить использованием другого цвета, а не затемнением оригинального — это поможет избежать примешивания в картинку «грязи».

Иттен говорит следующее: «Чистый жёлтый цвет соответствует третьей ступени серого цвета, оранжевый — пятой, красный — шестой, синий — восьмой, а фиолетовый — десятой. Насыщенный жёлтый цвет является самым светлым из чистых цветов, а фиолетовый — самым тёмным. Так что жёлтый цвет, чтобы совпасть с тёмными тонами серой шкалы, должен приглушаться, начиная уже с четвёртой ступени. Чистые красный и синий цвета расположены более глубоко, на расстоянии всего нескольких

ступеней от чёрного и далеко от белого. Каждая примесь чёрного или белого уменьшает их насыщенность».

Итак, при создании контраста светлого и темного необходимо учитывать две вещи — контраст цветов и контраст тона этих цветов. И это даёт вам контроль над тем, какую глубину изображению вы хотите задать, и какие элементы хотите выделить или задвинуть (хотя и здесь есть свои исключения — о них чуть позже).

Разберем всё на конкретном примере. Взгляните на скриншот карты из игры Cut the Rope 2, рис. 86. Если перевести картинку в ч/б и проанализировать её, то видно, что главная сюжетная дорожка — самый светлый и яркий элемент на экране, лежащей на лужайке среднего тона. Так же ярко выделяются монетки в верхней части экрана, так как они лежат на тёмном фоне деревьев и создают хороший контраст. Сами деревья (сверху и снизу) слиты по тону в одно темное пятно с небольшой вариацией цвета — это сделано намеренно, чтобы создать нужный фокус на экране, но при этом не делать его скучным. Кнопки хоть и не сильно контрастируют с фоном по тону, но они выделяются по цвету.



Рис. 86. Игра Cut the Rope 2

Контраст тёплых и холодных цветов. Можно сказать, что этот контраст — самый простой. Обычно жёлтый, жёлто-оранжевый, оранжевый, красно-оранжевый, красный и красно-фиолетовый принято называть «тёплыми цветами», а жёлто-зелёный, зелёный, сине-зелёный, синий, сине-фиолетовый и

фиолетовый — «холодными». И в принципе, эта формула прекрасно работает.

Но, как и везде, здесь тоже есть свои нюансы. Например, стоит уделить внимание тому, какой именно оттенок цвета используется и в каком окружении используется этот цвет.

На картинке ниже вы видите очень простой стикер в технике flat colors, рис. 87. Кожа у обеих девушек одного оттенка, но волосы — разные оттенки одного цвета. Что получается в итоге? Во-первых, волосы слева смотрятся теплее тех, что справа (то есть, один и тот же цвет может казаться теплее или холоднее). Во-вторых, кожа в окружении разных тонов фиолетового смотрится по-разному. Кожа девушки слева кажется темнее и теплее, чем кожа девушки справа.

Это подтверждает общую теорию: оттенок и окружение могут сильно повлиять на впечатление от цвета. Это инструмент, который важно понимать и уметь им пользоваться. Порой кажущийся холодным цвет — это всего лишь более «серая» версия цвета тёплого, но при взаимодействии друг с другом они образуют пару тёплый/холодный.

Также не стоит забывать о воздействии тёплых и холодных тонов на изображение в целом. Из книги Иттена: «В природе более удалённые предметы в силу отделяющего их от нас воздушного слоя всегда кажутся более холодными. Контраст холодного и тёплого обладает свойством влиять на ощущение приближённости и удалённости изображения. И это качество делает его важнейшим изобразительным средством в передаче перспективы и пластических ощущений».

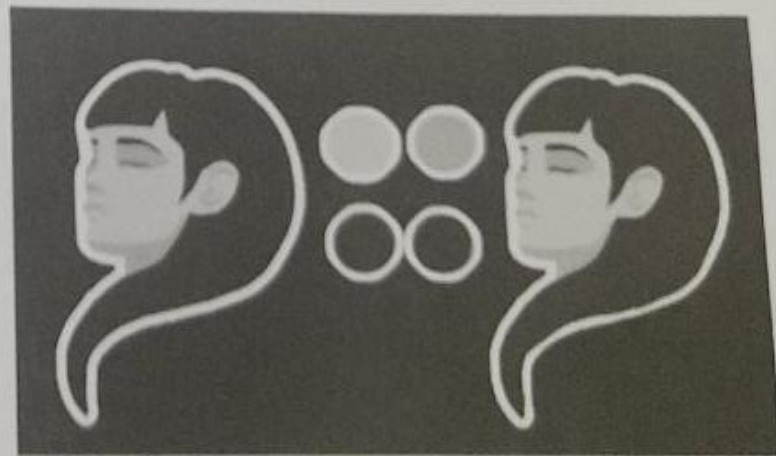


Рис. 87. Контраст тёплых и холодных цветов

Если кратко — холодные тона отдаляют предмет, тёплые — приближают. Если вам важно отбить какой-то элемент от фона — сделайте фон холодным, а элемент (кнопку, например) тёплым. Это очень эффективный прием, используемый в мобильных играх. Как пример, посмотрите на скриншот из игры Cut the Rope 2, рис. 88.

Контраст дополнительных (комплементарных) цветов. Из книги Иттена: «Мы называем два цвета дополнительными, если их пигменты, будучи смешанными, дают нейтральный серо-чёрный цвет.

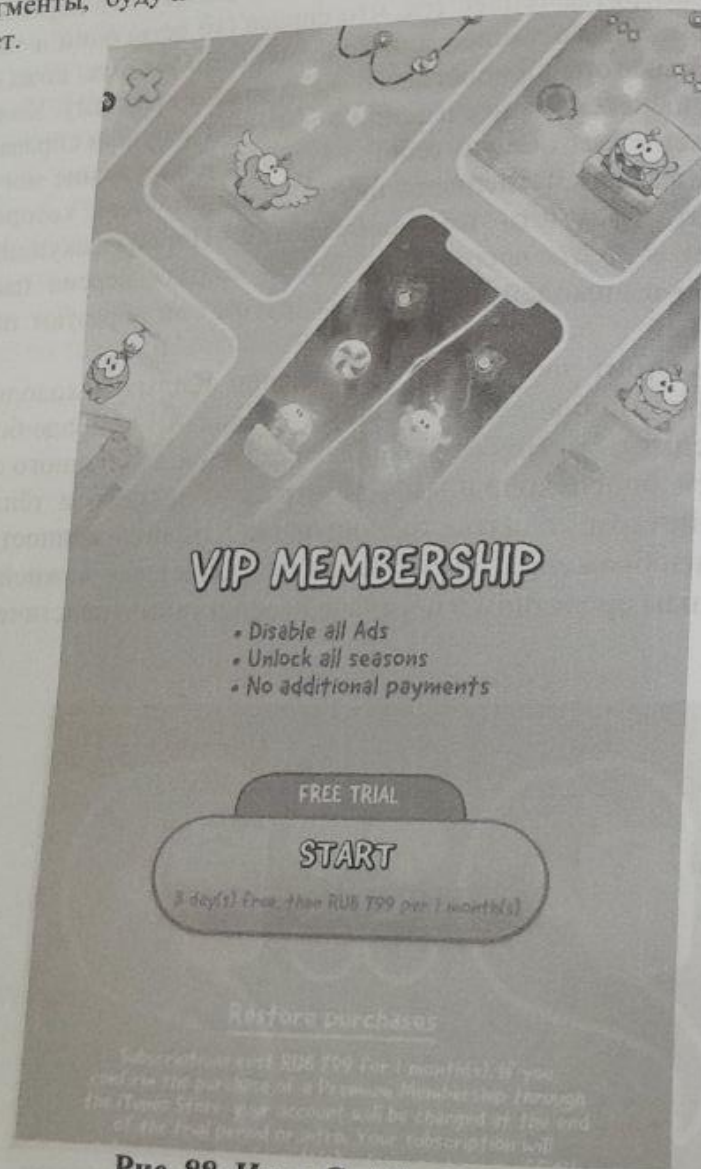


Рис. 88. Игра Cut the Rope 2

В физике два хроматических света, которые при смешивании дают белый свет, также считаются дополнительными. Два дополнительных цвета образуют странную пару. Они противоположны друг другу, но нуждаются один в другом. Расположенные рядом, они максимально возбуждают друг друга и взаимоуничтожаются при смешивании, образуя серо-чёрный тон, как огонь и вода. Каждый цвет имеет лишь один-единственный цвет, который является по отношению к нему дополнительным».

Что мы можем вынести из этого определения? Первое: дополнительные цвета — это цвета, расположенные друг напротив друга на цветовом круге. Если смешать два таких цвета, получится нейтральный серый. Ну а если поставить два таких цвета рядом друг с другом, они будут создавать очень яркий контраст.

В качестве наглядного примера можно взять несколько пар, которые подходят под данное определение. Это жёлтый и фиолетовый, жёлто-оранжевый и сине-фиолетовый, оранжевый и синий, красно-оранжевый и сине-зелёный, красный и зелёный, красно-фиолетовый и жёлто-зелёный.

Дополнительные цвета придают картине особую уверенность и звучность. При этом, что немаловажно, оба таких цвета сохраняют свою интенсивность в картине, поэтому крайне важно уметь балансировать их по массе, чтобы один цвет не «задавил» другой.

Ещё один немаловажный момент — каждая пара дополнительных цветов обладает другими характеристиками. Так, пара жёлтый и фиолетовый представляет собой не только контраст дополнительных цветов, но и сильный контраст светлого и тёмного. Красно-оранжевый и сине-зелёный — это не только пара дополнительных цветов, но одновременно и чрезвычайно сильный контраст холодного и тёплого. Именно поэтому важно грамотно подбирать пару таких цветов в соответствии с темой вашей картины, чтобы цвет усиливал смысл, а не давил его своей яркостью.

Проанализируем пример. За основу взята пара «красно-оранжевый и сине-зелёный» — пара, которая подчеркивает тему природы, связанной с феей, рис. 89.

Обратите внимание, как зелёные крылья выделяются на фоне красно-оранжевых волос и красноватой кожи. Всё это помогает создать нужный образ и поддерживать его.

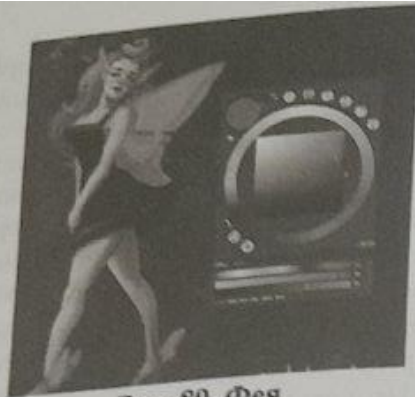


Рис. 89. Фея

Симультанный контраст. Из книги Иттена: «Понятие 'симультанный контраст' обозначает явление, при котором наш глаз при восприятии какого-либо цвета тотчас же требует появления его дополнительного цвета, и если такового нет, то симультанно (то есть, одновременно) порождает его сам. Этот факт означает, что основной закон цветовой гармонии базируется на законе о дополнительных цветах. Симультанно порождённые цвета возникают лишь как ощущение и объективно не существуют. Они не могут быть сфотографированы. Симультанный контраст, как и последовательный контраст, по всей вероятности, возникает по одной и той же причине».

Если говорить проще, то симультанным контрастом называют такое сочетание цветов, при котором в наших глазах происходит искажение реальной цветовой информации и порождение нового цвета (или искажение текущего), которого нет на рисунке. Это эффект проявляется при использовании двух не прямо дополнительных цветов¹³.

Этот эффект сложно объяснить, так как его невозможно зафиксировать, но давайте попробуем рассмотреть его на примере. Обратите внимание на кожу девушки, рис. 90, особенно на цвет кожи в теневой части лица, прямо у волос. Как вы думаете, какой это цвет? Если вы думаете, что это какой-то оттенок зелёного, то вы ошибаетесь — это совершенно не так. Это средненасыщенный оттенок оранжевого. А вот те зеленоватые пряди на волосах на макушке? Это тёмный вариант жёлтого. Голова идет кругом, правда?

Безменова, Б.А. Психология цвета: теория и практика. СПб.: Речь, 2005. - 205 с.

Это контраст, создаваемый окружением. Серый на фоне тёплой кожи будет казаться либо синеватым, либо зеленоватым, приглушённый оранжевый на фоне красного будет казаться зеленоватым и т.д. Импрессионисты как никто другой понимали ценность этого контраста, и активно использовали его в своих работах. Так что будьте аккуратны, наблюдательны, и пробуйте изучать воздействие цветов друг на друга через рисунок.



Рис. 90. Симультанный контраст

Контраст по насыщенности. Из книги Иттена: «Слова 'контраст по насыщенности' фиксируют противоположность между цветами насыщенными, чистыми и блеклыми, приглушенными. Спектральные цвета, полученные путём преломления белого света, являются цветами максимальной насыщенности или максимальной чистоты. Среди пигментных цветов мы также имеем цвета максимальной насыщенности. Едва только чистые цвета затемняются или осветляются, они теряют свою насыщенность».

То есть, контраст по насыщенности — это контраст цветов, отличающихся по степени чистоты. Например, можно использовать пару ярко-красного и средненасыщенного жёлтого, и это будет считаться контрастом по насыщенности. Либо можно приглушить всю гамму рисунка, держа его в рамках средненасыщенных цветов, и выделить какие-то особо интересные элементы ярким насыщенным цветом. Такой тип контраста особо хорош для выделения определённых точек интереса.

Как можно приглушить цвета? В традиционной живописи сделать это можно путём добавления чёрного, белого, серого и дополнительного цвета в основную смесь. В цифровой живописи (в частности, в Photoshop) есть много других полезных инструментов — Vibrance, Photo filter, Hue/saturation, Exposure и тому подобное.

Но спрашивается, зачем вообще приглушать цвета? Дело в том, что когда на картинке всё равнонасыщенно, бывает сложно увидеть

иерархию объектов на картинке, и глаз зрителя разбегается. Взгляните на картинку ниже, рис. 91.

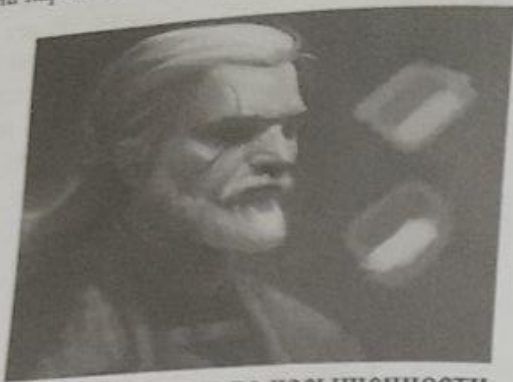


Рис. 91. Контраст по насыщенности

На данном очень сдержанном в плане цвета скетче персонажа мы видим, как на фоне ненасыщенной в свете бороды выделяется цветная насыщенная тень этой же бороды. Или как на фоне средненасыщенной тени глаз выделяются желтоватые более насыщенные зрачки. Более насыщенный шрам на лице так же выделяется на фоне средненасыщенной кожи. Всё это помогает правильно расставить акценты на картинке и донести важные для описания персонажа детали.

Контраст по площади цветowych пятен. Из книги Иттена: «Контраст по площади цветowych пятен характеризует размерные соотношения между двумя или несколькими цветowymi пятнами. Его сущность — противопоставление между 'много' и 'мало', 'большой' и 'маленький'».

Иттен так же говорит, что у каждого цвета есть свой «вес», и если измерять цвета по шкале от 1 (самый тёмный) до 10 (самый светлый), то мы получим вот такую таблицу: желтый — 9, оранжевый — 8, красный — 6, фиолетовый — 3, синий — 4, зеленый — 6. Чтобы правильно выстроить взаимоотношения цветов на картине, нужно грамотно распределять эти массы. Если мы берём фиолетовый и жёлтый, то видим, что фиолетовый — 3, а жёлтый — 9. Чтобы массы смотрелись гармонично и не перевешивали друг друга, нужно привести их к правильному соотношению — из 3/9 мы

получим 1/3, а это значит, что на одну часть фиолетового приходится три части жёлтого, рис. 92.

Сгармонизованные в своих размерах цветowe пятна производят впечатление спокойствия и устойчивости. Контраст по площади цветowych пятен в этом случае нейтрализуется благодаря гармонично составленным цветowymi пятнами.

Если же нужно нарушить гармонию и создать резкий контраст, придётся использовать другие соотношения. Главное, чтобы выбор соответствовал настроению и характеру картины.

Представленная система количественных соотношений имеет силу только при использовании цветов в их максимальной насыщенности. При её изменении меняются и соответствующие размеры цветowych пятен. Оба фактора — и насыщенность, и размер цветowego пятна — самым тесным образом связаны между собой.



Рис. 92. Контраст по площади цветowych пятен

Главное, о чём ни в коем случае нельзя забывать — это важность понимания того, что знание о цвете нужно подкреплять и анализом чужих работ, и чтением теории, и практикой. Без этого очень сложно понять суть явления цвета и начать грамотно его использовать.

2. Роль цвета в дизайне

СИНИЙ ЦВЕТ

Цвет — это мощный инструмент в руках дизайнера. Умелое использование цвета может вывести любой проект на качественно новый уровень в глазах пользователей, в то время как неуместное

использование цвета может оттолкнуть и разочаровать аудиторию. Понимание особенностей каждого цвета поможет подбирать цветовые сочетания для ваших проектов более осознанно и осмысленно. Начнем знакомство с колористикой с синего цвета.



Первое упоминание синего цвета относится к временам Древнего Египта. Египетский синий был изобретен еще в III тысячелетии до нашей эры и изготавливался из песка и меди, перемолотых в порошок. Этот цвет символизировал в Древнем Египте истину, а также небо — жилище Ра, верховного бога Солнца.

В античные времена синий цвет не любили и избегали, так как он ассоциировался с черным, то есть трауром, смертью, уродством. Ни в греческом ни в латинском языках не было точного термина для определения синего цвета. Именно поэтому в “Одиссее” Гомера вы не встретите его упоминания, а цвет моря он сравнивает с цветом темного вина.

В раннем Средневековье синий цвет также игнорировался, так как церковь не могла вписать его в устоявшуюся триаду цветов (белый-красный-черный), используемых в богослужениях.

Начиная с XII века отношение к синему цвету в западноевропейской культуре меняется на противоположное, он становится модным и аристократическим. За несколько десятилетий его ценность многократно возросла, его стали использовать в одежде и художественном творчестве.

В эпоху Возрождения появился термин для наиболее ценного на тот момент пигмента — лазурита. Ультрамариновая краска, изготавливаемая из ляпис-лазури, который добывали в Афганистане, попадая на европейский рынок становилась предметом роскоши и была доступна только богатым покровителям и преуспевающим художникам.

В максимальной полноте все достоинства синего цвета раскрываются в конце XIX — начале XX века. Голубой считается самым красивым оттенком синего, который наделяется даже некоторым религиозным смыслом. Несмотря на меланхоличность, с которой синий цвет запечатлен в современном искусстве, он также ассоциируется с близостью к истине, духовностью и остается любимым цветом у многих авторов.

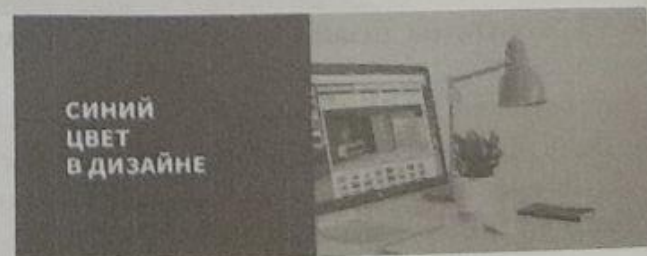
Синий — цвет неба, покоя, релаксации, он по праву считается одним из наиболее благородных. Синий является цветом чистоты тела и духа, устремленности ввысь, духовности. Однако у него есть и негативная сторона — пуританство и чопорность, откуда и появились такие выражения как “синий чулок” и “синяя борода”.

Основные характеристики синего цвета с точки зрения психологии следующие:

- Уверенность в себе, решительность, целеустремленность, дипломатический подход для решения конфликтов;
- Непреклонность, внутренний стержень, качества наиболее характерные для людей, обладающих аналитическим складом ума;
- Перфекционизм, склонность все идеализировать;
- Сила духа, волевые лидерские качества;
- Организованность и ответственность — синие тона подсознательно помогают человеку концентрироваться на важных целях, структурировать полученную информацию.

В психологии отношений синий цвет означает верность, стабильность, чувство долга, приверженность традициям.

По статистике, синий цвет наиболее часто используется в рекламе, и особенно это касается информационных технологий. Психологи считают, что таким образом пользователей убеждают в надежности и престижности сервиса, а также в том, что их данные надежно защищены.



Какие бренды, сервисы и продукты вы вспоминаете в первую очередь, когда думаете о синем цвете? По статистике, синий цвет является любимым у большинства людей, причем предпочитают его мужчины. Этот цвет вызывает чувство спокойствия и безмятежности, считается безопасным и упорядоченным.

Влияние синего цвета сильно зависит от его оттенка. Все оттенки синего одинаково универсальны в плане расслабления и безопасности, но светлые тона больше ассоциируются с дружелюбием, в то время как темные — с печалью. Социальные сети, такие как Twitter и Facebook, используют более легкие оттенки синего, а корпоративные сайты предпочитают более темные тона, олицетворяющие надежность и силу.

Как я уже упоминала выше, синий цвет часто используется в области информационных технологий, а также в банковской отрасли, медицине и сфере государственной власти.

Давайте рассмотрим несколько примеров использования синего цвета в дизайне.

Сайт агентства событийного дизайна Van Vliet & Trap, рис. 93, использует изображение темно-синих цветов в качестве фона. Таким образом, они визуально намекают на свои богатые знания и умения в области флористики, а также создают ощущение надежности и доверия.



Рис. 93. Агентства дизайна «Van Vliet & Trap»

На сайте fork-cms.com, рис. 94, обыгрывается морская тема, которая не могла быть представлена ни в каком другом цвете, кроме синего. Здесь он вызывает ощущение чистоты и доверия, а иллюстрации добавляют дизайну игривости.



Рис. 94. Сайт fork-cms.com

Мессенджер Signal, рис. 95, использует синий цвет, чтобы показать, что данные пользователей, и их переписка находятся под надежной защитой.



Рис. 95. Мессенджер «Signal»



Существуют ли универсальные рекомендации о том, где можно использовать синий цвет, а в каких случаях его лучше избегать? Если обратиться к символике синего цвета в психологии, то можно сделать следующие выводы:



Где использовать? Используйте синий цвет, особенно его темные оттенки, если вам нужно транслировать идею стабильности, надежности, безопасности. Этот цвет отлично подойдет для проектов, связанных со страхованием, хранением данных, цифровыми технологиями, банковским делом и юриспруденцией.

Небесно-голубой и светло-синий отлично подойдут для проектов, направленных на молодежь. Они создадут легкую непринужденную атмосферу и сделают дизайн современным и ярким, особенно если будут дополнены контрастными акцентами.

Синий станет отличным решением для проектов, целевой аудиторией которых являются мужчины, так как, по статистике, является предпочитаемым цветом у мужской половины человечества.

Синий цвет подойдет для всевозможных планеров, календарей, трекеров дел и т.д., так как, по мнению психологов, он способствует концентрации на конкретной задаче.

Где избегать:

Избегайте синего цвета, если ваш проект, так или иначе связан с едой. Синий цвет считается одним из самых неаппетитных, а рядом с едой создает ощущение порчи и яда. Именно поэтому некоторые диетологи даже рекомендуют кушать из синей посуды — так минимизируется риск переедания.

Не стоит использовать синий цвет в проектах, связанных с развлечениями и весельем. Особенно в таких случаях стоит избегать темных оттенков синего, которые могут навевать грусть.

В основном синий сочетается по принципу контраста теплого и холодного цветов, что вносит в такую пару особенный колорит и гармонию.



Рис. 96. Сочетание синего и розового цвета

Синий + розовый: свежее, мягкое, контрастное сочетание, рис. 96. Нежно-розовые оттенки придают этой паре свежести, в то время как яркие — дерзости.

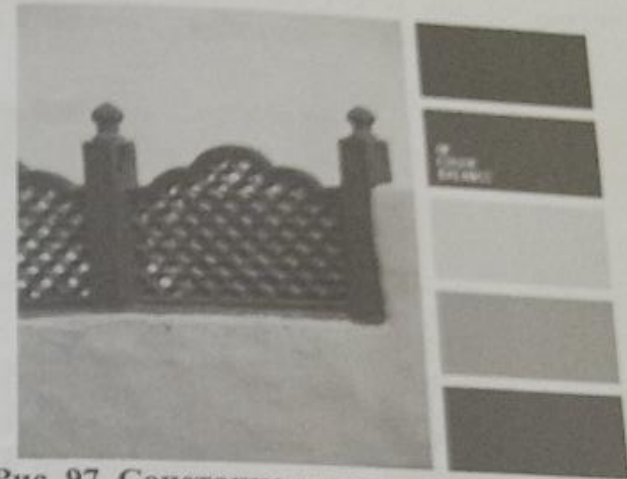


Рис. 97. Сочетание синего и красного цвета

Синий + красный: мощное, дерзкое, сильное цветовое сочетание, рис. 97. Для большей выразительности красный должен быть светлее либо темнее синего.



Рис. 98. Сочетание синего и оранжевого

Синий + оранжевый: самое выразительное сочетание, рис. 98, так как эти два цвета являются комплементарными (то есть находятся на противоположных сторонах цветового круга). Сочетание чистых цветов может быть несколько вызывающим, поэтому более выгодным вариантом станет сочетание приглушенных оттенков.



Рис. 99. Сочетание синего и зеленого

Синий + зеленый: в зависимости от температуры зеленого цвета получается либо приятное гармоничное сочетание с легким тепло-холодным резонансом, либо прохладная морская гамма, рис. 99.



Рис. 100. Сочетание двух синих цветов

Синий + другой синий: свежее, чистое, ненавязчивое сочетание, которое отлично подойдет для использования в качестве фона, рис. 100. Такое сочетание придает глубину и объем.

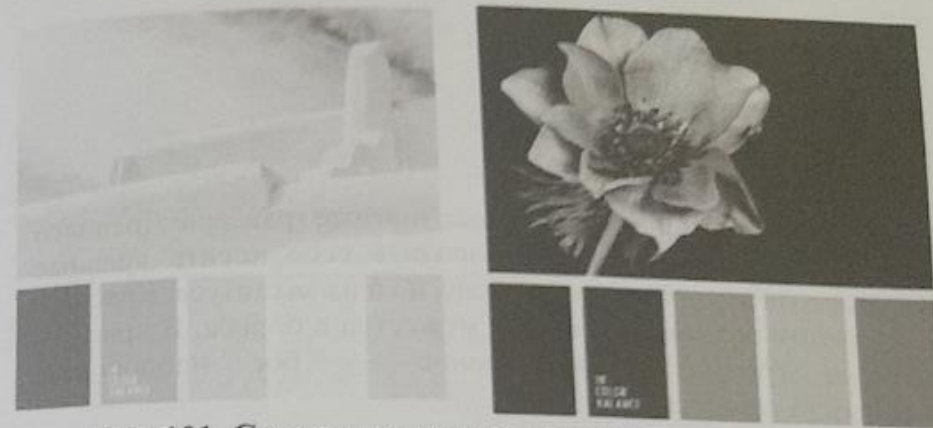


Рис. 101. Сочетание синего и ахроматических цветов

Синий + ахроматические цвета: в сочетании с белым цветом синий становится воздушным, свежим; рядом с серым синий выглядит строгим, а черный делает синий цвет сияющим, рис. 101.

Если цвет вашего настроения синий, знайте, что вам необходимы стабильность и надежность. Используйте синий цвет со знанием дела и вызывайте у пользователей только правильные эмоции и ассоциации¹⁴.

ЦВЕТ КРАСНЫЙ

Цвет войны, мужества, власти, страданий, огня, магии, крови и страсти. Красный можно любить или ненавидеть, но совершенно точно невозможно остаться равнодушным к нему. Это первый цвет, который младенец начинает различать через несколько недель после рождения. Сегодняшняя моя статья о короле цветов и цвете королей — красном. В Древнем Египте красный цвет изготавливался из окиси железа и охры. Он противопоставлялся зеленому и ассоциировался с огнем и кровью. Красный цвет символизировал как жизнь и возрождение, так и опасные магические силы, воплощенные в обитателях красных песков пустыни. Так, например,

¹⁴ Ворсобиц, В.Н., Жидкин, В.Н. Изучение выбора цвета при переживании положительных и отрицательных эмоций дошкольниками // Вопросы психологии. 1980. №3. - с. 121-124.

бог хаоса и разрушения Сет имел красные глаза и волосы. В то же время красной была корона Нижнего Египта.

ИСТОРИЯ КРАСНОГО ЦВЕТА



В Античные времена только самые знатные граждане Древнего Рима и Древней Греции могли позволить себе носить красные тунники. И дело не только в высокой цене, но и из-за статуса. Красный считался цветом воинов, смелости и мужества в борьбе. В красном изображался греческий бог Дионис — бог плодородия, растительности и виноделия.

В Средние века красный цвет ассоциировался с силой и властью, считался цветом королей. В церковной традиции этот цвет символизировал кровь Христа, мученичество, распятие, христианское милосердие.

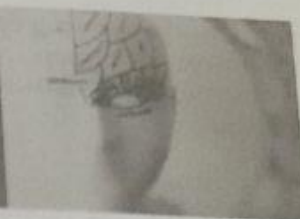
В эпоху Возрождения приходит настоящее царство красного. Правители династии Тюдоров отдавали должное этому истинно королевскому цвету: в красном бархате короновались английские короли и коронуются до сих пор.

До изобретения химического красителя красный цвет считался символом роскоши, достатка. Только во второй половине XIX века с появлением более доступных красящих веществ, красный цвет вошел в обиход простых людей — наконец и они смогли позволить себе красную одежду.

В современном мире красный цвет стал одним из самых используемых в рекламе и искусстве. Он неизменно притягивает внимание публики, провоцирует и будоражит. Красный символизирует силу, энергию, творчество и даже бунтарство — нужно иметь немало смелости, чтобы позволить себе красный цвет.

Современные исследования в области психологии цветов показывают, что красный цвет — это любимый цвет детей. Поэтому этот цвет обязательно используется в цветотерапии с детьми. С возрастом, однако, цветовые предпочтения меняются, что связано с созреванием центральной нервной системы.

ПСИХОЛОГИЯ КРАСНОГО ЦВЕТА



Красный цвет действует активно, он ускоряет сердцебиение и дыхание, повышает кровяное давление и мышечный тонус. Он также действует и на психологическом уровне: дарит энергию, желание бороться и достигать целей, создает хорошее настроение и бодрость.

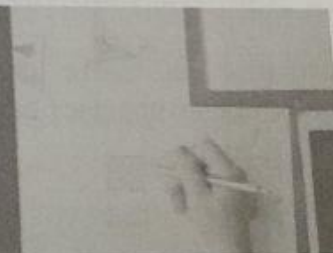
Основные характеристики красного цвета в психологии следующие:

- Лидерство, настойчивость и упорство, свойственные целеустремленным и уверенным в себе людям;
- Жесткость, нетерпимость, упрямство и разрушение. Часто красный цвет выбирают люди не всегда готовые признавать свои ошибки, иногда недостаточно гибкие и не склонные уступать;
- Физическое насилие, агрессия, жестокость.

Красный цвет свойственен людям активным и энергичным, экстравертам.

Так как красный цвет располагает к решительным действиям, его часто используют в рекламе: он побуждает совершить покупку, обратить внимание, действовать прямо сейчас не задумываясь.

КРАСНЫЙ ЦВЕТ В ДИЗАЙНЕ



Давайте попробуем вспомнить красные бренды, сервисы и сайты. Первым делом на ум приходит красная банка Coca Cola, символизирующая молодость и позитив, Red Bull, пробуждающий энергию и силу, и смелый логотип британских бунтарей Rolling Stones.

Красный часто используется в брендинге ресторанов быстрого питания — вспомните, например, логотипы McDonalds и KFC. Диваны красного цвета в кафе намекают на то, что гость должен быстро поесть и покинуть заведение, в дорогих ресторанах красная мебель неуместна.

Будучи символом творчества, свободы и креатива, красный цвет популярен у площадок для творческих людей. Так, например, знаменитая кнопка YouTube именно красного цвета, как и логотип сервиса для талантливых и креативных людей Pinterest.

В web дизайне красный цвет служит прекрасным акцентом. Небольшое его количество на сайте может сообщить об ошибке или угрозе. Однако избыток красного цвета может привести к подавленности пользователей.

А вот несколько примеров использования красного цвета в дизайне интерфейсов:

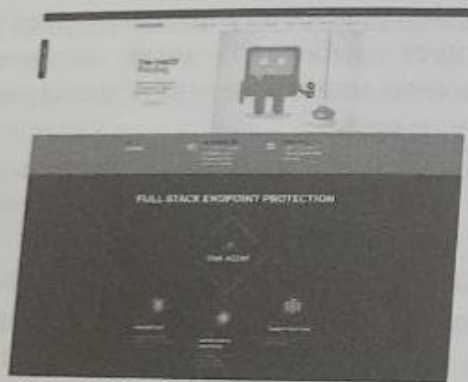


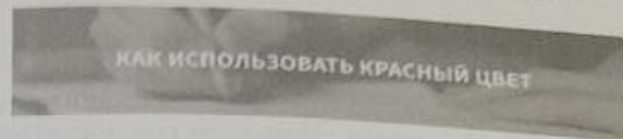
Рис. 102. Сайт endgame.com

Красные акценты на сайте endgame.com напоминают об опасностях, которые предотвращает сервис.



Рис. 103. Сайт агентства Cherry Play

Использование красного цвета на сайте агентства Cherry Play обусловлено креативной направленностью их работы.



Динамичный красный на сайте фестиваля Lollapalooza пробуждает эмоции, символизирует молодость и яркую насыщенную жизнь.

Исходя из символики красного цвета и его воздействия на людей на психическом и физиологическом уровнях можно сделать следующие выводы по его использованию.

Где использовать:

Используйте насыщенный красный цвет в проектах, создаваемых для детей. Дети реагируют положительно на все яркие цвета, но красный является для них самым любимым.

Красный цвет хорошо работает для молодежных брендов и сервисов, он транслирует идею бунтарства, непокорности, уникальности.

На сайтах, посвященных продуктам питания, кафе и ресторанам быстрого обслуживания красный цвет, с одной стороны, сделает пищу более привлекательной, а с другой, будет намекать на скорость выполнения заказов.

В небольших количествах красный цвет можно использовать в любом дизайне для предупреждения пользователей об угрозе, сообщения об ошибке или предотвращения нежелательного действия.

Где избегать:

Красный цвет плохо подойдет для серьезного бизнеса, банковского сектора, промышленности, где необходимо транслировать идеи надежности, защищенности и доверия.

Красный не всегда уместен для проектов, связанных с медициной, так как может ассоциироваться с кровью.

Не стоит злоупотреблять красным и в образовательных сервисах, где он зачастую ассоциируется с ошибкой. К тому же он мешает концентрации внимания и мешает сосредоточиться.

СОЧЕТАНИЯ С КРАСНЫМ ЦВЕТОМ

Красный цвет очень активный и в сочетаниях зачастую перетягивает на себя все внимание. При этом его достаточно легко сочетать как в родственных, так и в контрастных композициях.



Рис. 104. Сочетание красного и розового

Красный + розовый: так как розовый — это красный с добавлением белого или синего, но отличающийся от него по тону, их сочетаемость стоит под вопросом. Тусклые розовые оттенки и насыщенный красный почти не находят ничего общего. Для более выразительной композиции с красным стоит обратить внимание на чистые тона нежно-розового, малинового, фуксии и брусничного, рис. 104.



Рис. 105. Сочетание красного и оранжевого цветов

Красный + оранжевый: оранжевый ближе к красному чем розовый, он такой же теплый и выразительный, рис. 105. Такое сочетание цветов будет полно энергии и страсти.

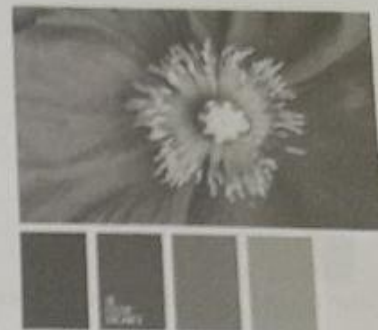


Рис. 106. Сочетание красного и желтого цветов

Красный + желтый: это, пожалуй, самое яркое и теплое сочетание, оно может разжечь настоящий огонь скандала или украсить и оживить праздник, рис. 106. Сгладить остроту этого сочетания смогут более приглушенные оттенки желтого: шафрановый, песочный, розово-желтый.

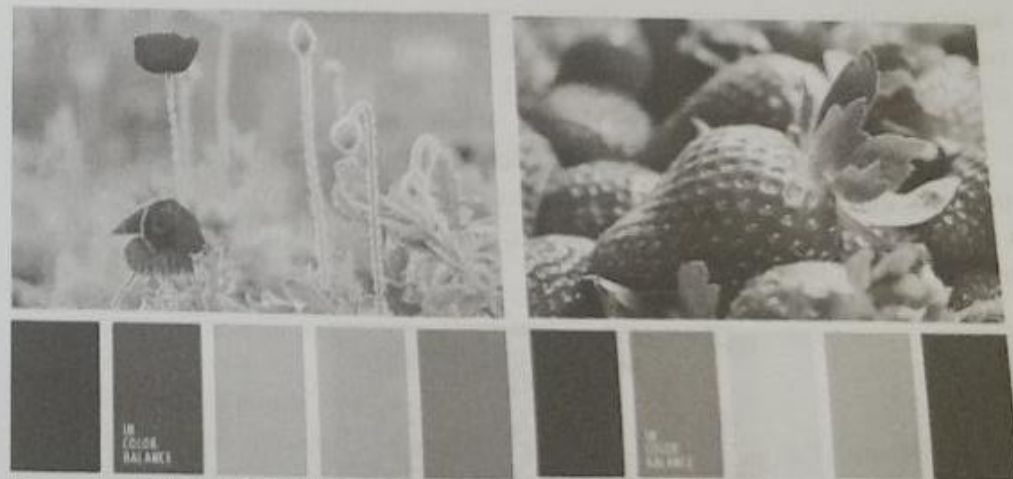


Рис. 107. Сочетание красного и зеленого цветов

Красный + зеленый: зеленый является дополнительный цветом к красному, что означает, что их сочетание будет самым выразительным и драматичным, рис. 107. В зависимости от температуры зеленого цвета, сочетание может быть более или менее контрастным, ведь в комбинации с холодным зеленым вступает в силу еще и тепловой контраст.

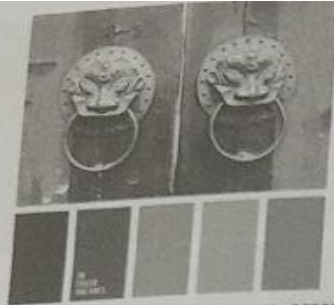


Рис. 108. Сочетание красного и синего цветов

Красный + синий: так как красный — самый теплый цвет, а синий — самый холодный, вместе они создают гармоничное и привлекательное сочетание, уравнивая друг друга, рис. 108.

Красный + фиолетовый: поскольку в фиолетовом присутствует доля красного, такое сочетание будет приятно для глаз, рис. 109. Красный усиливает влияние сиренево-фиолетовых оттенков.

Красный + нейтральные оттенки: умирив красный цвет нейтральными оттенками, можно создать классическое сочетание, полное строгости и элегантности. Для этого хорошо подойдут оттенки серого и бежевого, рис. 110.

Красный цвет

С самых незапамятных времен этот цвет означает страсть, любовь, вспыхнувшее внезапно чувство, поэтому тот, кто получает в подарок два десятка ярко алых роз, знает, что они говорят на языке цветов: «Я люблю тебя».

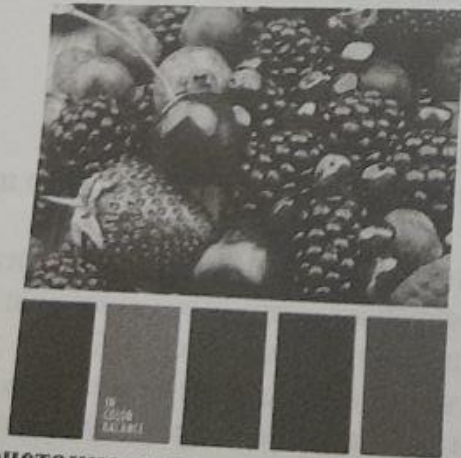


Рис. 109. Сочетание красного и фиолетового цветов

Поэтому люди, которые равнодушны ко всем оттенкам красного, используют в интерьере предметы и поверхности такого цвета, как правило, оптимистичны, жизнерадостны и целеустремлены. Дизайн в красном цвете динамичен, в нем присутствует дух современного города.



Рис. 110. Сочетание красного и нейтрального цветов

3. Основные характеристики дизайнерских цветов.

Синий цвет

Любовь к оттенкам синего говорит о спокойной и сострадательной натуре, такой человек движется постоянным курсом по жизни. Можно сравнить с течением реки или движением облаков на небе: стабильность, твердость, решительность. Например, в сочетании бежевого и голубого стоит выбрать для потолка и пола как раз — такой голубой цвет: светлый потолок и ковер на полу.

Зеленый цвет

Окрасить стены в цвет молодого шалфея или ароматного зеленого чая? Оттенков великое множество, но все они расскажут о владельце комнаты, как о человеке, ищущем равновесия и гармонии. Зеленый цвет настраивает на единение с природой, интерьер в таком стиле может быть либо очень модным, либо «зеленым», то есть экологичным. Что опять же невероятно модно сейчас.

Желтый цвет

Устоявшееся мнение, что желтый это солнечный цвет. И, поэтому те, кто выбирают оттенки этого цвета для декора их жилища, тоже люди веселые, радостные и позитивные. Но

психологи советуют смотреть глубже: хозяева лимонных диванов и канареечных портьер интеллектуальные и предприимчивые, высоко ценящие личную свободу.

Фиолетовый цвет

От лаванды до баклажана, сливы и темного королевского фиолетового – это все оттенки, полученные сочетанием синего и красного цветов, добавляют драмы и глубины, тонкого шарма любому интерьеру. Ценители дизайна в фиолетовых тонах драматичные и царственные особы, они обладают художественным вкусом и весьма нетрадиционным видением искусства.

Черный цвет

Этот цвет характеризуют как сильный, поэтому использовать его следует очень осторожно и в небольших количествах: преследуя цель подчеркнуть идею и разбить пространство. Любители черного немногословны, и производят впечатление скромных людей, хотя идеи их и мысли бывают очень даже пикантными, что находит свое отражение в интерьере.

Белый цвет

Это основной цвет интерьера в стиле минимализм. Использование его в оформлении дома говорит о мудрости и терпеливости хозяев. «Чистый как снег» такой человек находит утешение в простоте и видит мир без его недостатков и изъянов.

Серый цвет

Тот, кто украшает свой дом оттенками серого, стремится к миру и спокойствию. Серый очень актуальный цвет в современном дизайне интерьера. А люди, предпочитающие использовать его в декоре своего дома, склонны к компромиссам.

Бежевый цвет

Теплый нейтральный цвет, используя его в интерьере, владельцы приносят в свой дом изысканность и эстетическую привлекательность. Это характеризует их, как легких в общении и интеллектуально развитых личностей.

Коричневый цвет

Люди, которые любят коричневый цвет, предпочитают стабильность и желают быть надежной опорой для своих близких и друзей, они упрямо идут к намеченной цели. Все оттенки коричневого символизируют единение с матушкой Землей, поэтому обязательно необходимо сочетать этот цвет со светлыми голубыми, серыми, желтыми и кофейно – молочными оттенками.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое контраст?
2. Приведите пример на контраст теплых и холодных цветов?
3. Что такое нейтральные цвета?
4. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст по цвету.
5. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст светлого и темного.
6. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст холодного и теплого.
7. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст дополнительных цветов.
8. Понятие контраста. Виды контрастов. Симультанный контраст.
9. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст по насыщенности.
10. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст по площади цветowych пятен.
11. Цветовые термины, названия и характеристики цветов.
12. Цветовые термины, основные характеристики цветов.

Ключевые слова: синий цвет, черный, красный, белый, розовый, коричневый, серый, фиолетовый, зеленый, желтый, бежевый, контраст, холодные и теплые цвета, насыщенность.

2.2.1. Контрастные противопоставления

План:

1. Контраст цветовых сопоставлений
2. Контраст светлого и темного
3. Контраст дополнительных цветов

Все знают пословицу «Встречают по одежке, провожают по уму». В случае с дизайном и вообще всем, где есть визуальная составляющая, «одежка» – это цвет и композиция, первое впечатление от проекта. С цветами сейчас нет проблем – цифровые инструменты подарили миллионы оттенков и вариаций, Pantone выпускает новые цвета без остановки.

Создать правильную палитру цветов для проекта гораздо сложнее, чем кажется. Нужно учесть массу нюансов, о которых часто многие даже не задумываются. Понять, какие цвета

сочетаются, а какие лучше никогда не объединять, поможет теория цвета. Она включает в себя множество определений, концепций и дизайнерских приложений — достаточно, чтобы заполнить несколько энциклопедий. Чтобы вы не запутались, мы разберем самые важные понятия. В этом поможет книга «Искусство цвета» Иттена Иоханнеса.

Глаза и мозг способны чётко различать цвета только благодаря контексту — то есть контрастам и сравнениям. Цвет очень легко может обрести новые характеристики, измениться, стать не чистым, стопроцентным цветом. Не секрет, что на чёрном фоне белый квадрат выглядит крупнее, чем такой же квадрат на белом. Белый цвет имеет способность расширяться, выходить за рамки, между тем как чёрный сокращает размеры.

Для постижения азов цветового конструирования автор советует создать двенадцатичастный цветовой круг, рис. 111, опорными точками которого являются жёлтый, синий и красный цвета. Это — цвета первого порядка, и располагаются они по определенным законам. Иттен помещает их в равностороннем треугольнике таким образом, чтобы жёлтый цвет занимал крайнюю верхнюю позицию, синий — внизу слева, а красный — внизу справа.

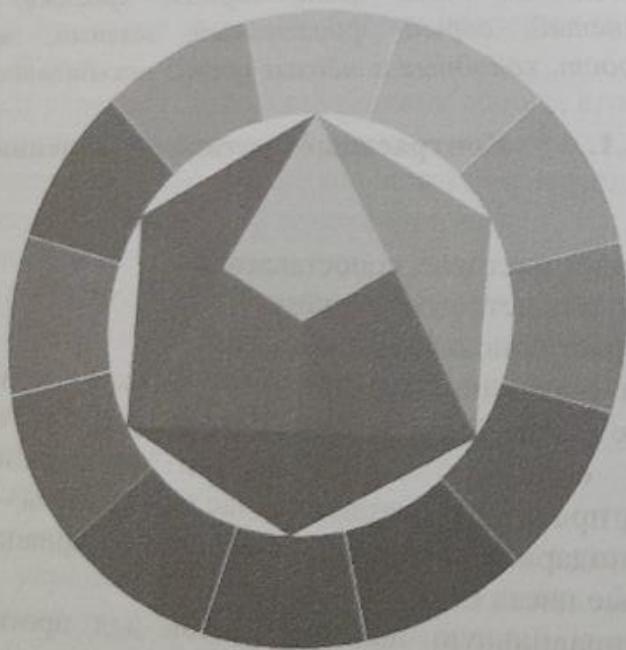


Рис. 111. Двенадцатичастный цветовой круг

На следующем этапе треугольник вмещается в круг и на основе последнего строится шестиугольник¹⁵. Для того чтобы получить цвета второго порядка, нужно вписать в треугольники три смешанных цвета, которые мы получаем с помощью взаимодействия двух основных цветов. Таким образом, получаем уравнение:

- жёлтый + красный = оранжевый
- жёлтый + синий = зелёный
- красный + синий = фиолетовый

Цвета третьего уровня можно воссоздать совмещением в свободных «коморках» тонов соответственно первого и второго уровней:

- жёлтый + оранжевый = жёлто-оранжевый
- красный + оранжевый = красно-оранжевый
- красный + фиолетовый = красно-фиолетовый и т.д.

Итак, благодаря нехитрым манипуляциям создается правильный цветовой круг из двенадцати цветов, рис. 111, в котором царствует четкая иерархия. Каждый элемент занимает постоянное место, а их соединение имеет тот же вид, что и естественный спектр.

Кроме того, следуя автору, стоит обратить внимание на шесть видов контрастных противопоставлений, которые помогут лучше понять природу влияния цвета:

1. Контраст цветовых сопоставлений

Конечно же, белый и чёрный цвета обладают самым выраженным контрастом светлого и тёмного. Но не только они. Красный, синий и жёлтый цвета также образуют сильные контрастные пары. Нужно помнить, что экспрессивный потенциал каждого цвета проявляется по-разному. Это выражение и глубокой тоски, и неудержимого веселья, и экзистенциональной универсальности. Творчество участников художественной группы «Синий всадник» В. Кандинского, Ф. Марка и А. Маке, по крайней мере, на раннем этапе строится исключительно на цветовом контрасте. Контраст цветовых сопоставлений демонстрируют следующие работы: «Церковь в Эфесе», рис. 112, в Апокалипсисе Сен Севера, XI век, Париж; «Коронация Марии» Е. Шаронтона, XV век.

¹⁵ Гете, И.В. Трактат о цвете // Избран. сочинения по естествознанию. М.: 1957. - 261 с.



Рис. 112. «Церковь в Эфесе»

2. Контраст светлого и тёмного

Если переходить из крайности в крайность, строгую бинарную пару контраста светлого и тёмного выстраивают белый и чёрный цвета. Но кроме них, существует множественное число разных более светлых и более тёмных оттенков, которые занимают переходное место. Количество таких оттенков, которые может различить глаз человека, зависит от индивидуальных характеристик: чувствительность глаза и предел восприятия. Из множества примеров использования этого типа контраста можно привести картины Франсиско Сурбарана «Лимоны, апельсины и розы», рис. 115, Рембрандта «Мужчина с золотым шлемом», рис. 113, Пабло Пикассо «Гитара на камине», рис. 114.



Рис. 113. «Мужчина с золотым шлемом»

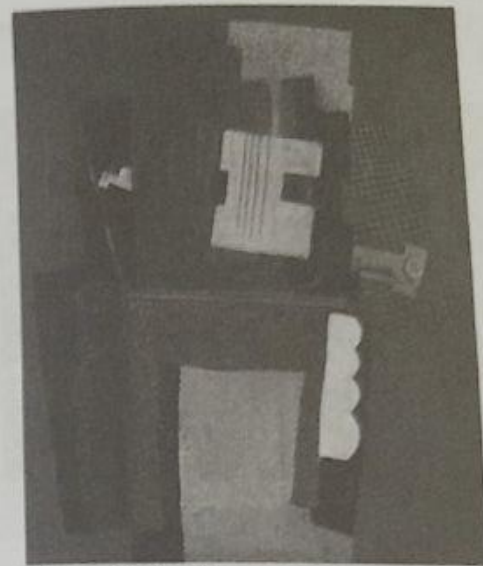


Рис. 114. «Гитара на камине»



Рис. 115. «Лимоны, апельсины и розы»

3. Контраст холодного и тёплого

В большинстве случаев, к тёплым цветам относят жёлтый, оранжевый, красный, рубиновый и их оттенки. Зелёный, синезелёный, синий и фиолетовый принято, напротив, называть холодными. Правда, классификация такого типа не всегда оправдывает себя, так как важную роль в восприятии цвета отыгрывает его окружение – мы уже говорили о контексте. В данном контексте можно вспомнить творчество Огюста Ренуара («Мулен де

ля Галетт», рис. 116) и Клода Моне («Лондонский парламент в тумане», рис. 117).



Рис. 116. «Мулен де ля Галетт»

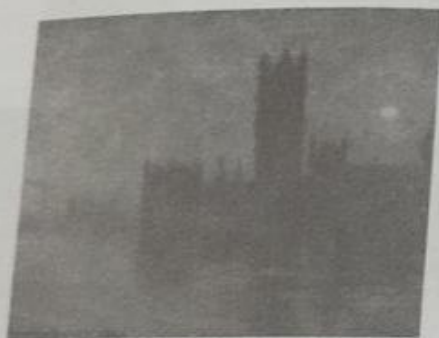


Рис. 117. «Лондонский парламент в тумане»

4. Контраст дополнительных цветов

Понятие «дополнительный цвет» не менее важно, но не так уж знакомо, по крайней мере, непрофессиональной аудитории. Два цвета можно назвать дополнительными, если в результате их смешивания получается нейтральный серо-чёрный цвет¹⁶. Таким образом, эти цвета диаметрально друг другу, но в то же время связаны между собой. При недалёком размещении они стимулируют друг друга к максимальной яркости, но при непосредственном размещении убивают друг друга, превращаясь в тёмно-серый или серый тон, рис. 118:

¹⁶ Айвазовский, Ч.А., Соколов, Е.Н., Сухретниа, Л.П., Шехтер, Л.М. Семантическое пространство
визуальных цветовых названий // Вест. МГУ. Сер. лингв. 1992. №1. - с. 3-14.

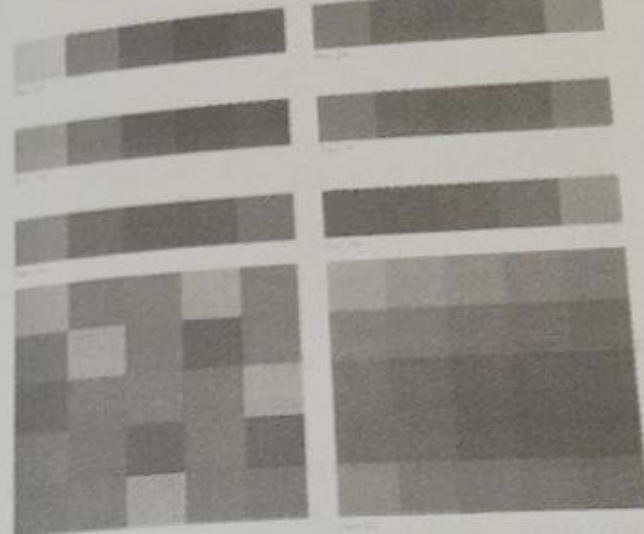


Рис. 118. дополнительные цвета

жёлтый — фиолетовый
жёлто-оранжевый — сине-фиолетовый
оранжевый — синий
красно-оранжевый — сине-зелёный

Примерами использования контраста дополнительных цветов могут служить следующие картины: «Мадонна канцлера Ролена» Ян ван Эйка, рис. 119, «Гора Сен-Виктор» Поля Сезанна, рис. 120.



Рис. 119. Картина «Мадонна канцлера Ролена»

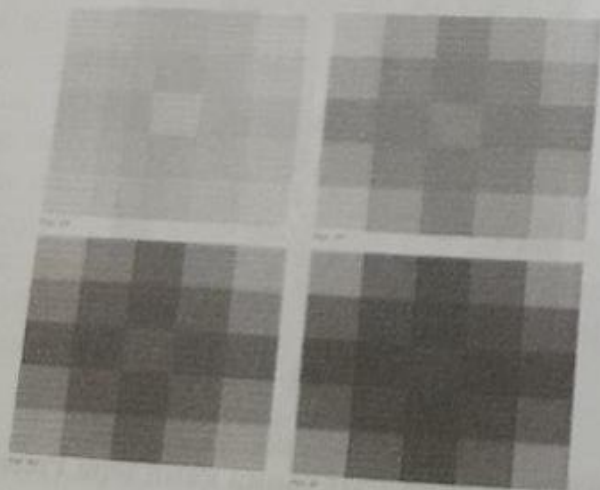


Рис. 120. Картина «Гора Сен-Виктор»

5. Симультанный контраст

Понятие «симультанный контраст» подразумевает появление дополнительного цвета во время рецепции какого-то основного цвета. Если такого нету, то он синхронно, то есть в то же время, создает его сам. Симультанно возникающие цвета это, по сути, впечатление и ощущение, говорить об их объективном существовании нельзя. Для того, чтобы проверить действие симультанного контраста, нужно сделать следующее: расположить на большой плоскости яркой окраски чёрный квадрат меньшего размера, а на него положить папиросную бумагу. Если поверхность — красного цвета, чёрная фигура покажется зелёной, а если зелёного, то возникает иллюзия красного квадрата, который на самом деле все же черный.

6. Контраст цветового насыщения



Под «контрастом насыщения» имеют в виду противоположность между насыщенностью, яркостью и тусклостью, затемненностью. Чистые цвета, которые образуются с помощью преломления белого света, это и есть цвета максимальной яркости (насыщения). Такой интенсивный цвет можно смягчить с помощью чёрного и белого цветов. Э. Делакруа не любил серый цвет в живописи и старался не обращаться к нему из-за нейтрализации серым цветом чистых тонов. Говоря о контрасте насыщения, вспоминаем картины Жоржа де ла Тура «Новорожденный» и Анри Матисса «Пион».



Рис. 121. Картина «Пион»

Контрольные вопросы и задания

1. Понятие контраста. Виды контрастов. Контраст по цвету
2. Какие цвета называются цвета второго порядка?
3. Какие цвета требуются если переходить из крайности в крайность, строгую бинарную пару контраста светлого и тёмного?
4. Сколько цветов можно называть дополнительным?
5. Под каким терминам имеют в виду противоположность между насыщенностью, яркостью и тусклостью, затемнённости?
6. Какое понятие подразумевает появление дополнительного цвета во время рецепции какого-то основного цвета?
7. Какие цвета образуются с помощью преломления белого света, это и есть цвета максимальной яркости?

Ключевые слова: контраст, симультанный контраст, контраст холодного и теплого, контраст по цвету, контраст светлого и темного.

План:

1. Понятия цветовых модели
2. Методы ресайза в madVR
3. Эффект Бартлесона — Бренемана
4. Кодирование
5. Коррекция коэффициентов
6. Цветоделение

1. Понятия цветовых модели.

Цвет — это очень субъективное понятие. В природе существуют световые волны разной частоты. Исследования показали, что определённый диапазон частот (видимый свет) воспринимается человеческим глазом. Но воспринимается не каждая волна по отдельности, а их совокупность. Причём есть три основных частоты, «смешивая» которые можно получить почти все воспринимаемые человеком цвета. Если эти частоты излучаются отдельно (например, лазером), то воспринимаются они как красный, зелёный и синий цвета. Отсюда родилась модель **RGB**. Она очень удобна для технической реализации в устройствах, которые свет излучают (мониторы и проекторы). Так как там из одной точки можно «посветить» тремя цветами разной интенсивности и таким образом, используя только 3 основных цвета, получать почти весь видимый спектр.

Надо понимать разницу между возможностью контролировать свет излучаемый и поглощаемый.

Если на белую стену посветить красным, зелёным и синим проекторами, то на пересечении областей мы получим участки, которые «излучают» сразу два цвета: красный + зелёный = *yellow*, зелёный + синий = *cyan*, синий + красный = *magenta*. В данном случае мы контролируем излучаемый свет, тем самым добавляя основные цвета друг к другу в нужных пропорциях (аддитивная модель).

Но представим ситуацию, когда мы не можем излучать свет самостоятельно. Это случай журналов и картин. В природе естественным является белый свет — смесь волн разной частоты, но примерно одинаковой энергии (тепловое излучение). Когда этот свет падает на поверхность, покрытую определённым веществом,

волны одних частот от неё отражаются, волны других частот поглощаются веществом. Тогда можно взять три основных вещества (краски), которые по отдельности отражают только цвета *cyan*, *magenta* и *yellow*, и, смешивая их в определённой пропорции, получить почти все существующие цвета. Таким образом мы контролируем поглощаемый свет, вычитая из белого ненужные нам цвета (субтрактивная модель).

Например, смешивая *cyan* (голубой; поглощает красный, отражает зелёный и синий) и *magenta* (розовый; поглощает зелёный, отражает красный и синий) мы получаем поверхность, которая поглощает красный и зелёный и, соответственно, отражает только синий. Отсюда появилась цветовая схема **CMYK**, которая используется при печати. «K» означает четвёртую, чёрную, краску. Её используют по техническим соображениям.

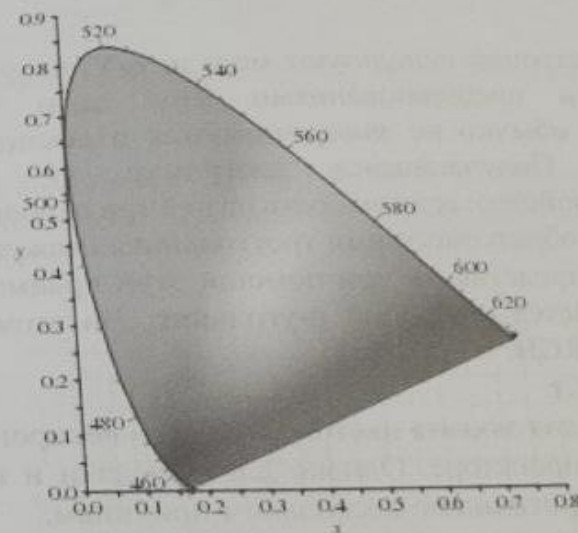


Рис. 122. Гистограмма цветового диапазона

Плоскость *xy* (отмечена на изображении *XYZ* синим срезом) На краю, обведённом чёрным, находятся монохроматические цвета. Соответствующая им длина волны подписана синим¹⁷.

XYZ — теоретическая модель, созданная CIE (Commission internationale de l'éclairage) на основе исследований человеческого

¹⁷ Копинова, В.Н., Глубинная невербальная проективная методика Г.Фрилинга «Цветовое зеркало» в исследовании личностных особенностей летчиков-испытателей // Вест. МГУ. Сер. псих. 1995. №3. - с. 5.

цветовосприятия. Эта модель вмещает все видимые человеку цвета. Она разработана таким образом, что два компонента представляют цвет, а третий — яркость (Y).

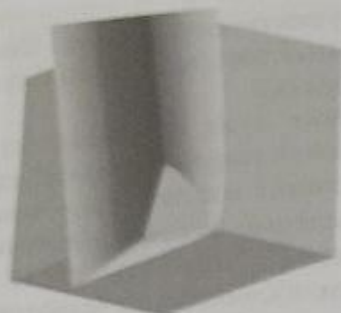


Рис. 123. XYZ

xyY

Для иллюстраций используют модель xyY , получающуюся из XYZ простыми преобразованиями. При этом трёхмерными изображениями обычно не замораживаются и компонент яркости отбрасывается. Получающаяся диаграмма xy имеет одно замечательное свойство: если выбрать на ней три основных (primary) цвета, то внутри образуемого ими треугольника окажутся все цвета, которые можно представить при помощи этих праймари. Вообще, это распространяется на любой n-угольник. На этом свойстве и основана модель RGB.

RGB и YCbCr

RGB удобна для захвата цветов камерой и воспроизведения их на мониторе или проекторе. Однако для передачи и кодирования сигнала она мало пригодна по нескольким причинам:

1. Считается, что человеческий глаз больше замечает изменения яркости, чем цветности. Модель RGB не позволяет это использовать.

2. Когда появилось цветное телевидение, необходимо было сохранить совместимость с чёрно-белыми телевизорами.

Поэтому для передачи цветного сигнала была разработана модель YUV, которая использовала один компонент (Y) для передачи яркости (чёрно-белое телевидение) и два дополнительных

компонента (UV) для передачи цвета. В цифровом кодировании схожая модель зовётся YCbCr.

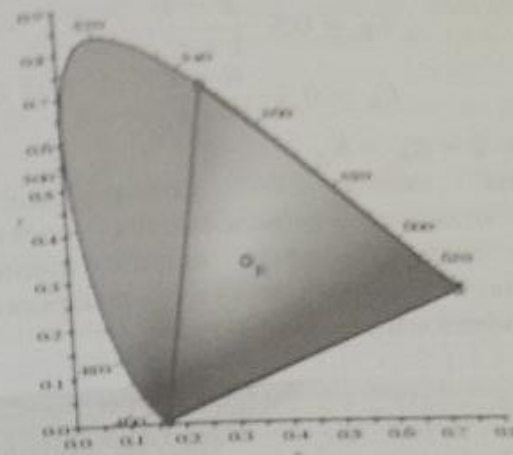


Рис. 124. CIE Color Space, Gernot Hoffman

sRGB

Стандарт, созданный HP и Microsoft в 1996 году. Данный стандарт применяется повсеместно: компьютерные мониторы, интернет, принтеры.

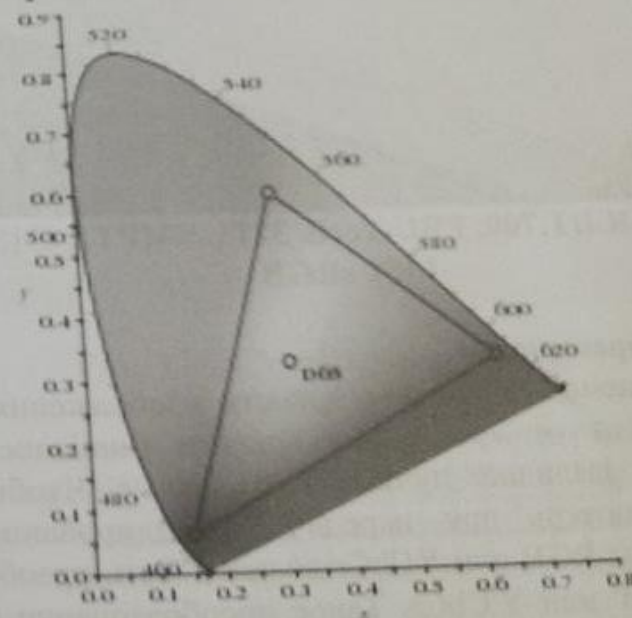


Рис. 125. Преобразование RGB → YCbCr

Преобразование из RGB в YCbCr выполняется по формуле:

$$Y = K_R \cdot R + K_G \cdot G + K_B \cdot B$$

$$C_B = 0.5 \cdot \frac{B - Y}{1 - K_B}$$

$$C_R = 0.5 \cdot \frac{R - Y}{1 - K_R}$$

Причём, $K_G = 1 - K_R - K_B$

Коэффициенты зависят от используемого цветового пространства и отдельно определяются соответствующими стандартами. При этом стандарты, использующие одинаковые праймари и точку белого, могут декларировать разные коэффициенты преобразования, и наоборот.

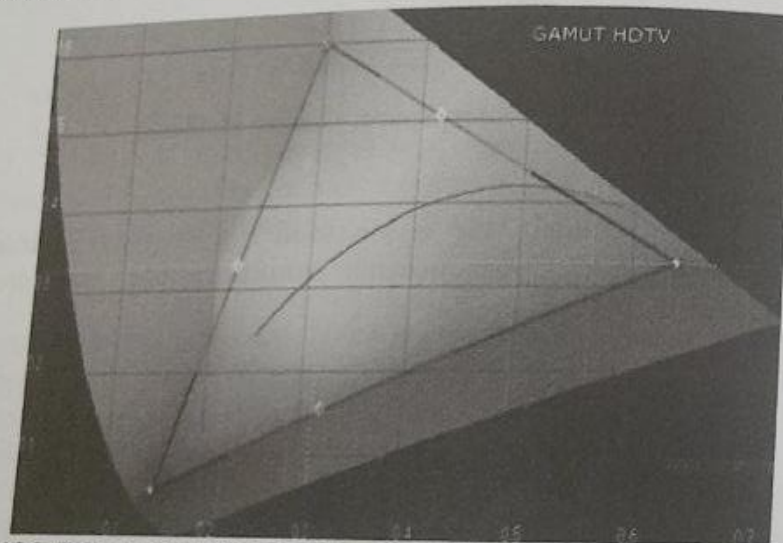


Рис. 126. ITU-R BT.709, EBU Tech. 3213, SMPTE C (SMPTE RP 145), sRGB

Гамма-коррекция

Воспринимаемая человеком яркость изображения (lightness) нелинейно зависит от «реальной» яркости (luminance): тёмные оттенки человек различает лучше, чем светлые. Чтобы избежать неравномерных потерь при передаче и кодировании сигнала, линейные значения RGB или YCbCr должны быть преобразованы в нелинейные R'G'B' или Y'CbCr. Такое преобразование называется

гамма-коррекцией. Сама функция преобразования (transfer characteristics) определяется различными стандартами по-разному.

В теории гамма-коррекция должна производиться после конвертации RGB → YCbCr при записи данных, а обратное преобразование — перед конвертацией YCbCr → RGB при воспроизведении. То есть RGB → YCbCr → Y'CbCr → ... → Y'CbCr → R'G'B' → Y'CbCr → ... → Y'CbCr → R'G'B' → RGB. Эта инженерная уловка использовалась для того, чтобы избежать двойного преобразования в ЭЛТ-мониторах. Яркость пикселя на таком мониторе нелинейно зависит от подаваемого напряжения, причём эта зависимость очень похожа на функцию обратной гамма-коррекции. Компонент Y' (luma), полученный из R'G'B', не соответствует теоретической яркости Y (luminance), получаемой из RGB. Это приводит к определённым артефактам, проявляющимся при использовании chroma subsampling (например, тёмная полоска на границе зелёный — маджента).

Chroma subsampling

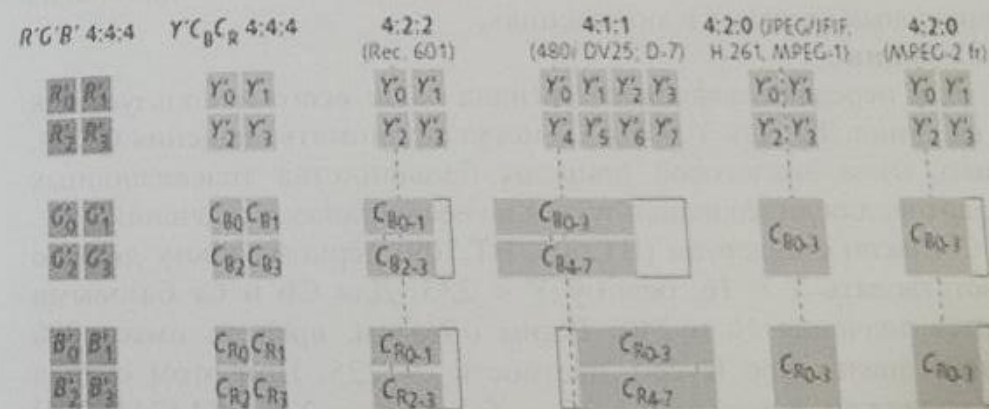


Рис. 127. Chroma subsampling

Как уже упоминалось, считается, что человек сильнее воспринимает изменения яркости, чем изменения цветности. Так как YCbCr кодирует яркость (Y) и цветность (CbCr) отдельно, то эта особенность человеческого восприятия позволяет сохранять компоненты цветности с меньшим разрешением, чем компоненты яркости. Называется это **chroma subsampling**.

Рассмотрим 2 строки по 4 пикселя в каждой, рис. 127. В обычном случае мы имеем по 4 значения Y для каждой строки, и по 4 значения Cb и Cr для каждой из двух строк. Это описывается соотношением 4:4:4.

В общем виде записывается как $J:a:b$, где J — ширина рассматриваемой строки (всегда равна количеству Y -сэмплов в каждой из строк), a — количество Cb и Cr сэмплов в первой строке, b — количество Cb и Cr сэмплов во второй строке.

Например, «4:2:0»: 4(сэмпл яркости на каждую строку):2(сэмпл цветности на первую строку):0(сэмпл цветности на вторую строку — используется тот же цвет, что и в первой строке). Таким образом, на блок из четырёх пикселей приходится только один сэмпл цветности. Это наиболее используемый и поддерживаемый тип сабсэмплинга.

Несмотря на то, что визуально chroma subsampling почти не заметен, в некоторых случаях при преобразовании обратно в RGB могут возникать видимые артефакты. Проявляются они либо на видео низкого разрешения с текстом (в этом случае перед кодированием стоит сделать апскейл), либо при переходах между некоторыми цветами (чёрный-красный, зелёный-маджента), либо на специальных тестовых изображениях.

Уровни

Для передачи цифрового сигнала чаще всего используется 8 бит на сэмпл. То есть Y , Cb и Cr могут принимать значения 0..255. Однако, из-за аналоговой природы большинства телевизионных стандартов, для видео используется не весь диапазон значений.

Согласно стандартам (BT.601, BT.709) чёрному цвету должно соответствовать $Y = 16$, белому $Y = 235$. Для Cb и Cr базовыми являются значения 16 и 240. Таким образом, яркость имеет 220 уровней (quantization levels), цветность — 225. При этом сигнал может содержать и значения 1..15 — *footroom*, и 236..254 (241..254) — *headroom*. Значения 0 и 255 — служебные.

Соответственно, нормализованные значения R , G , B , полученные из такого сигнала, могут выходить за пределы отрезка $[0, 1]$, образуя так называемые области *BTB* (Blacker Than Black — темнее чёрного) и *WTW* (Whiter Than White — белее белого). В некоторых случаях это происходит из-за того, что при мастеринге уровень белого был намеренно выбран ниже максимального

значения исходного сигнала (или/и уровень чёрного выше минимального).

Full range

Некоторые, изначально цифровые, стандарты (JPEG, M-JPEG, Fraps) используют полный диапазон значений. То есть чёрному соответствует 0, белому — 255. Нулевому уровню цветности — 128. В H.264 для такого сигнала предусмотрен флаг **Full range**.

Воспроизведение

Для корректного воспроизведения видео должны быть выполнены следующие шаги:

1. Выбор базовых уровней входящего сигнала.
2. Chroma upsampling.
3. Конвертация $YCbCr \rightarrow RGB$ с использованием правильных коэффициентов.
4. Дополнительная коррекция изображения для конкретного устройства вывода.

Выбор уровней

В некоторых случаях входящий сигнал может содержать полезную информацию в областях *BTB/WTW*. Студийные мониторы должны корректно отображать такие цвета. Однако к домашнему оборудованию и условиям просмотра предъявляются гораздо более мягкие требования, и более комфортным может оказаться отображение только уровней 16..235. Иначе говоря, нужно определиться, будете ли вы масштабировать сигнал 16..235 в 0..255 или будете сохранять области *BTB/WTW* (в которых ничего полезного может и не быть), жертвуя контрастом.

При выполнении преобразования $YCbCr \rightarrow RGB$ в ffdshow есть возможность как автоматического выбора между Full range и TV-диапазоном (учитывая и флаг H.264), так и ручной установки уровней Y (количество уровней $CbCr$ изменяется пропорционально).

Также в ffdshow имеется фильтр Levels, позволяющий динамически изменять диапазон при появлении *BTB/WTW*. Но, так как этот фильтр работает с 8-битными значениями, его использование может привести к появлению banding'a.

Полностью сохранить сигнал в областях *BTB/WTW* можно также, установив входные уровни $YCbCr$ равными 16..235(240) и уровни вывода RGB равными 16..235. При этом стоит убедиться, что уровни 1..15 и 236..254 нигде не обрезаются.

То, что уровни могут быть изменены сразу в нескольких местах (рендерер, декодер, промежуточные фильтры, настройки видеокарты, шейдеры), может привести к нежелательным последствиям, например, к двойному преобразованию 16..235 → 0..255.

- ffdshow: RGB conversion
- AVS Forum thread

Ресайз

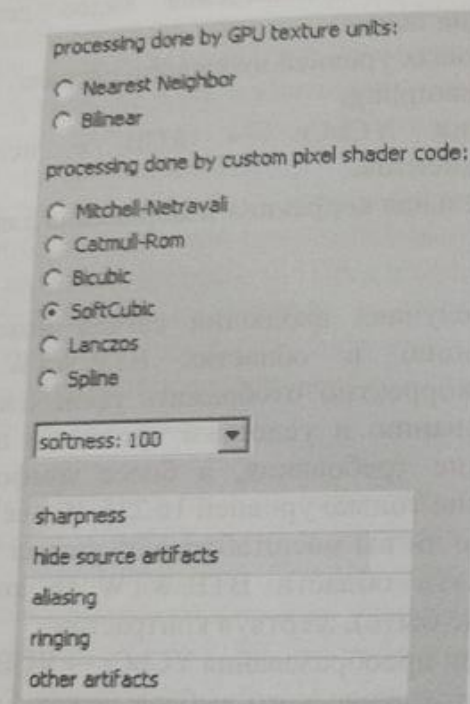


Рис. 128.

2. Методы ресайза в madVR.

Ресайз (*resize* — изменение размеров) при просмотре видео выполняется по нескольким причинам:

- chroma upsampling;
 - соотношение сторон пикселя (*Sample Aspect Ratio*) отличное от 1:1;
 - несоответствие разрешения видео разрешению монитора.
- То есть, даже если вы смотрите 720p на соответствующем мониторе, вам всё равно необходим качественный метод ресайза для

компенсации chroma subsampling. Ресайз, как правило, выполняется рендерером. Наиболее продвинутом в этом плане является madVR. VMR9, EVR Custom и Haali renderer также позволяют в некоторой степени изменять метод ресайза.

YCbCr → RGB

Коэффициенты преобразования YCbCr → RGB могут отличаться для контента различной природы. Так, для SD-видео обычно используются коэффициенты, описанные в стандарте BT.601, а для HD — BT.709. При использовании неверных коэффициентов происходит слабо заметное искажение цветов. Например, лица людей становятся розовее или желтее.

Многие форматы (H.264, MPEG-2, VC-1, Theora, JPEG SPIFF) поддерживают указание *matrix_coefficients* в виде метаданных. Однако наиболее распространён метод выбора коэффициентов на основании разрешения видео¹⁸. Например, рендереры VMR7 и VMR9 используют BT.601, если высота кадра < 720, а BT.709, если высота ≥ 720. Таким образом, видео 720p, кропнутое по высоте, будет воспроизводиться с неправильными коэффициентами. ffdshow использует более разумные критерии:

- если установлен флаг в потоке H.264, то используются соответствующие коэффициенты;
- для Fraps используется BT.709;
- для JPEG и M-JPEG — BT.601;
- если высота ≥ 600 или ширина > 1024 — BT.709;
- если высота < 600 и ширина ≤ 1024 — BT.601.

Также компенсировать неверный выбор коэффициентов можно используя шейдеры в MPC-HC.

Преобразование в RGB подразумевает предварительный chroma upsampling. Качественно его могут выполнять, например, ffdshow и madVR. Первый делает это программно, второй — нещадно используя ресурсы видеокарты.

Говорят, что информация о праймари, коэффициентах и гамме может содержаться не только в метаданных, но и в самом потоке: «Some digital video signals can carry a video index (see SMPTE RP 186—1995) which explicitly labels the primaries, transferFunction, and matrix of the signal.»

¹⁸ Лосев, А.Ф. Философия. Мифология. Культура. М.: Мысль, 2011. - 534 с.

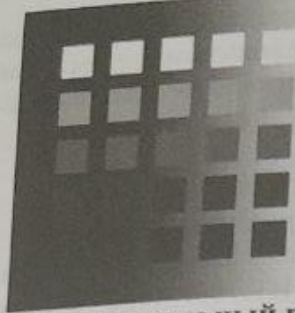


Рис. 129. Дополнительный рендеринг

3. Эффект Бартлесона — Бренемана. Квадраты в каждом ряду имеют одинаковый цвет. Тем не менее, на более тёмном фоне они кажутся светлее, рис. 129. Причём, чем темнее цвет квадрата, тем больше на нём сказывается эффект окружения. Это и вызывает разницу в контрастности между столбцами.

В некоторых случаях может понадобиться дополнительная коррекция изображения. Например, изменение цветового пространства и гаммы в соответствии с параметрами монитора. Это можно сделать с помощью *yCMS* (*madVR*, *yCMS*) или ICC-профиля.

Необходимо понимать, что на восприятие человеком изображения влияет множество вторичных факторов, среди которых:

- Эффект Стивенса (*Stevens effect*) — воспринимаемая контрастность увеличивается с увеличением яркости.
- Эффект Бартлесона — Бренемана (*Bartleson-Breneman effect*) — более тёмная окружающая обстановка уменьшает воспринимаемую контрастность.
- Эффект Ханта (*Hunt effect*) — насыщенность увеличивается с увеличением яркости. Например, цветы при дневном свете (около 30000 cd/m^2) выглядят красочнее, чем при сумеречном (около 300 cd/m^2). Если изображение снято днём, но отображается на мониторе яркостью 300 cd/m^2 без модификации данных RGB, то будет казаться, что оно было снято в сумерках.

Традиционно для компенсации этих эффектов при воспроизведении используется несколько большее значение гаммы, чем было использовано при съёмке камерой. Так, студийные мониторы, предназначенные для просмотра в тёмном окружении, используют $\gamma \approx 2.4$, в то время как при съёмке используется кривая с

показателем $1/\gamma \approx 1/2$. Для мониторов, используемых в светлых помещениях, подойдёт $\gamma \approx 2.2$ (sRGB).

4. Кодирование.

Ресайз

Для правильного ресайза должны использоваться линейные, а не гамма-корректированные значения компонентов. При ресайзе в большее разрешение это не существенно, однако при уменьшении разрешения неверный ресайз может приводить к заметным проблемам.

Встроенные функции Avisynth этого не учитывают, а кроме того, имеют ряд багов *chroma shift*, часть из которых не исправлена и в версии 2.6a3.

Ресайз над линейными компонентами можно производить при помощи *Dither Tools* или *ResampleHQ*. Однако в последнем присутствуют некоторые баги.

- Avisynth known issues, avisynth.org
- Weird chroma placement, *Doom9 thread*
- Gamma error in picture scaling, *Eric Brasseur*

5. Коррекция коэффициентов.

Если при создании рипа производится ресайз из HD в SD, то следует скорректировать значения YCbCr так, чтобы при воспроизведении цвета не искажались из-за ошибочного выбора коэффициентов (для SD традиционно используются BT.601, для HD — BT.709). В Avisynth это можно сделать, выполняя ресайз при помощи *Dither Tools* или *ResampleHQ*, а также плагинами *ColorMatrix* и *t3dlut*. Сама по себе коррекция коэффициентов не требует преобразования в RGB.

При кодировании следует указывать используемые коэффициенты в метаданных (параметр `--colormatrix` для x264). Эта информация может использоваться либо, когда конвертация в RGB производится декодером, либо отдельными связками декодер + рендерер (*LAV Video* + *madVR*). В большинстве же случаев флаг `colormatrix` игнорируется и коэффициенты выбираются на основе разрешения видео. Тем не менее, выставленный флаг позволяет понять, корректировались ли коэффициенты.

6. Цветоделение.

Цветоделение — технологический этап воспроизведения цветного изображения, при котором свет сложного спектрального состава разделяется на несколько монохромных полутоновых составляющих, каждая из которых содержит информацию только об одном цвете или другом параметре цветового пространства. Полученные в результате цветоделения изображения называются цветоделёнными.

Цветовые модели

Наиболее распространённой моделью субтрактивного синтеза цвета является полиграфическая система CMYK — голубой, пурпурный, жёлтый, ключевой (чёрный). Помимо субтрактивной схемы, в теории цветовоспроизведения выделяют аддитивную. Она предполагает не вычитание цветовых составляющих из «белого» потока, а суммирование разноцветных потоков в единый результирующий поток. Одним из вариантов аддитивной схемы является модель RGB — красный, зелёный, синий. Если субтрактивная схема применяется в полиграфии (с «нулём» в белой бумаге), то аддитивная (обладающая большим цветовым охватом) — в телевизорах, мониторах и т. п., где выключенный экран выглядит чёрным.

Standard	Primaries (x y) R, G, B, White	Matrix coefficients K _R , K _G	Transfer characteristics
IEC 61966-2-4:2 (xyYCC)		xyYCC _{RGB} 0.299; 0.114	$V = \begin{cases} 1.099 \cdot L_c^{0.45} - 0.099, & \text{for } L_c \geq 0.0 \\ 4.500 \cdot L_c, & \text{for } 0.018 > L_c \\ -1.099 \cdot (-L_c)^{0.45} + 0.099, & \text{for } -0.018 \end{cases}$
		xyYCC _{YCbCr} 0.2126; 0.0722	
SMPTE RP 177 Annex B			?
BT.1361 extended gamut	(0.640; 0.330) (0.300; 0.600) (0.150; 0.060)		$V = \begin{cases} 1.099 \cdot L_c^{0.45} - 0.099, & \text{for } 1. \\ 4.500 \cdot L_c, & \text{for } 0. \\ -(1.099 \cdot (-4 \cdot L_c)^{0.45} - 0.099)/4, & \text{for } - \end{cases}$
BT.1361 conventional gamut	D65 (0.3127; 0.3290)		
BT.709-5 Part 2		0.2126; 0.0722	
SMPTE 274M			
SMPTE 295M			
SMPTE 296M			
EBU Tech 3299			

FCC 73.682	(0.67; 0.33)	0.30; 0.11	
NTSC 1953	(0.21; 0.71)		$\gamma = 2.2$
BT.470-6 System M/NTSC	(0.14; 0.08)		
BT.470-6 System M/PAL	C (0.310; 0.318)		$\gamma = 2.8$
BT.470-6 System B, G, I...	(0.64; 0.33)		$\gamma = 2.2$
BT.1700-5 625 PAL/SECAM	(0.29; 0.60)		
BT.601-6 625	(0.15; 0.06)		
BT.1358 625	D65 (0.3127; 0.3290)	0.299; 0.114	
BT.601-6 525			$V = \begin{cases} 1.099 \cdot L_c^{0.45} - 0.099, & \text{for } 1 \geq L_c \geq 0.018 \\ 4.500 \cdot L_c, & \text{for } 0.018 > L_c \geq 0 \end{cases}$
BT.1358 525			
SMPTE 170M			
BT.1700-5 NTSC	(0.630; 0.340)		
SMPTE 293M	(0.310; 0.595)		
SMPTE 240M	(0.155; 0.070)		
SMPTE 240M	D65 (0.3127; 0.3290)	0.212; 0.087	$V = \begin{cases} 1.1116 \cdot L_c^{0.45} - 0.1116, & \text{for } 1 \geq L_c \geq 0.0 \\ 4.0 \cdot L_c, & \text{for } 0.0228 > L_c \end{cases}$
SMPTE 260M			
SMPTE RP 145 SMPTE C			

BT.1700-5 525 PAL	(0.630; 0.340) (0.310; 0.595) (0.155; 0.070) C (0.310; 0.316)	0.299; 0.114	$\gamma = 2.2$
EBU Tech 3213	(0.64; 0.33) (0.29; 0.60) (0.15; 0.06) D65 (0.313; 0.329)		
H.264 Annex E: Generic film	Wratten 25 (0.681; 0.319) Wratten 58 (0.243; 0.692) Wratten 47 (0.145; 0.049) C (0.310; 0.316)		
H.264 Annex E: Linear transfer characteristics			$V = L_c, \text{ for } 1 > L_c \geq 0$
H.264 Annex E: Logarithmic transfer characteristic (100:1 range)			$V = \begin{cases} 1.0 + \frac{\ln L_c}{2}, & \text{for } 1 \geq L_c \geq 0.001 \\ 0.0, & \text{for } 0.001 > L_c \geq 0 \end{cases}$
H.264 Annex E: Logarithmic transfer characteristic (100*sqrt(10):1 range)			$V = \begin{cases} 1.0 + \frac{\ln L_c}{2.3}, & \text{for } 1 \geq L_c \geq \sqrt{10}/1000 \\ 0.0, & \text{for } \sqrt{10}/1000 > L_c \geq 0 \end{cases}$

Методы

Цветоделение — процесс разложения полноцветного изображения на 3 плоскости RGB, 4 плоскости CMYK, или на большее число плоскостей. С каждой плоскости при помощи фотонаборного автомата может быть выведена фотоплёнка, с которых в свою очередь могут быть изготовлены печатные формы для различных красок, опять-таки с помощью фотопроцесса. При

цветоделении возможна дополнительная обработка данных, например, с целью уменьшения муара.

Цветоделение в полиграфии

Цветоделение в современной полиграфии — процесс подготовки цветных изображений к печати несколькими красками. Данная технология использует принцип субтрактивного синтеза цвета, предполагающий, что на материал, отражающий или пропускающий свет (например, бумагу или прозрачную плёнку) наносятся слои цветных красителей, каждый из которых «вычитает» из белого цвета свою долю спектра.

Традиционно цветоделение осуществлялось в типографиях с помощью оптических фильтров и системы растров. В настоящее время процесс растривания и цветоделения автоматизирован и реализован программно, для допечатной подготовки изображений, в частности в графическом редакторе Adobe Photoshop. Цветоделение здесь представляет собой преобразование цветного изображения в четыре цветоделённых, из которых изготавливаются четыре офсетных печатных формы, последовательно наносящие цветные типографские краски на бумагу, образуя полноцветное изображение на оттиске, рис. 130.

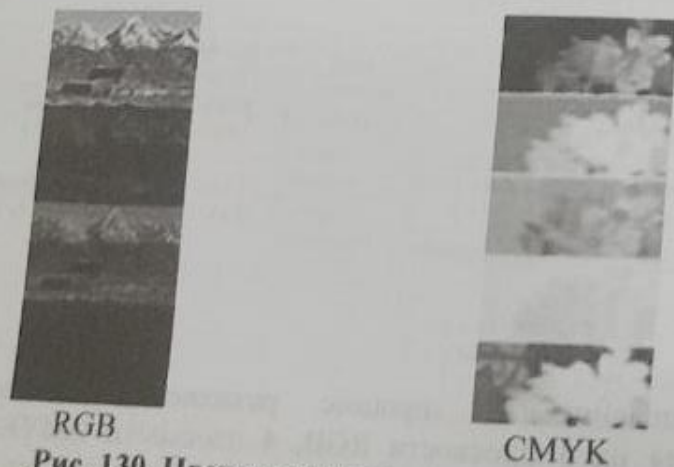


Рис. 130. Цветоделение в полиграфии

Цветоделение в цветной фотографии и кинематографе
В цветной плёночной фотографии, так же, как и в плёночном кинематографе, при цветоделении получают три цветоделённых

монохромных изображения на отдельных плёнках или в отдельных слоях многослойного светочувствительного фотоматериала. Разделение на составляющие происходит при помощи светофильтров или за счёт избирательной спектральной чувствительности фотоэмульсии. Самые первые способы цветоделения в фотографии и кинематографе предусматривали одновременную съёмку двух или трёх чёрно-белых негативов с разделением светового потока цветоделительными призмами и светофильтрами. Первые цветные киносистемы «Синеколор» и «Техниколор» предусматривали съёмку на две или три киноплёнки.

Кроме этих технологий существовали растровые киноплёнки «Дюфайколор» и ленточные фотоматериалы с линзовым растром, нанесённым на подложку и осуществлявшим цветоделение совместно с цветными светофильтрами, установленными в съёмочный объектив. Разрешающая способность таких фотокиноматериалов была неудовлетворительной и эти процессы компаний Kodak и Agfa были забыты в середине 1930-х годов.

Цветная фотография также использовала три негатива, снимаемые через цветные светофильтры и последующее совмещение цветоделённых окрашенных изображений. Однако, аппаратура для такой фото- и киносъёмки была слишком громоздкой и сложной в эксплуатации, и после появления цветных многослойных плёнок практически вышла из употребления. В цветных многослойных плёнках используются оба способа: часть светочувствительных слоев различной спектральной чувствительности располагаются под цветными фильтрующими слоями, отсекающими часть светового спектра. При лабораторной обработке в светочувствительных слоях образуются красители разных цветов, в зависимости от цвета излучения, к которому сенсibilизирован слой. Так получается цветное изображение, состоящее из нескольких (чаще всего — трёх) цветоделённых составляющих. При негативно-позитивном процессе три светочувствительных слоя воспринимают основные цвета, применяемые при аддитивном способе синтеза цвета, то есть красный, зелёный и синий. А красители, образующиеся в слоях, дают изображение цветов, дополнительных к воспроизводимому и применяемых при субтрактивном синтезе, то есть жёлтый, пурпурный и голубой. Цветоделение происходит дважды — при изготовлении негатива и позитива, в результате чего в позитиве

образуются цвета, дополнительные к цветам негатива и совпадающие с цветами объекта съёмки. При обратном процессе цветоделение происходит только однажды во время съёмки. Поэтому, качество цветопередачи изображения, получаемого на обрабатываемых плёнках, значительно превосходит получаемое при негативно-позитивном процессе. При гидротипном способе изготовления фильмокопий (технология «Техниколор») на киноплёнке или фотографий, после цветоделения получают три цветоделённых матрицы, с которых происходит последовательная печать на blankфильм красками дополнительных цветов.

В цифровой фотографии и цифровом кинематографе цветоделение происходит при помощи фильтра Байера в светочувствительных матрицах или трёх слоев с различной спектральной чувствительностью в многослойных матрицах Foveon X3. Цветоделение производится на основные цвета, применяемые при аддитивном синтезе цвета. Для получения цветов субтрактивного способа, используемого в полиграфии, производят обработку цифровых изображений компьютером.

Цветоделение в телевидении

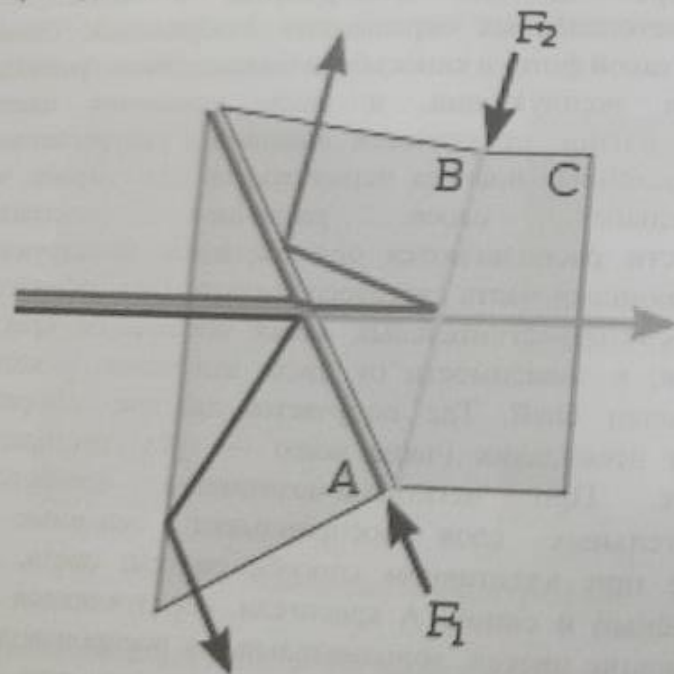


Рис. 131. Цветоделительная дихроичная призма трехматричной видеокамеры

В самых первых цветных передающих телевизионных камерах цветоделение происходило при помощи дихроичных призм или зеркал, при помощи которых на трёх или четырёх передающих трубках получалось три монохромных изображения основных цветов. Позднее появились передающие трубки, которые осуществляли внутреннее цветоделение при помощи решётчатых светофильтров. С появлением полупроводниковых ПЗС-матриц высококачественные профессиональные видеокамеры по-прежнему оснащаются цветоделительной системой и тремя матрицами.

В более дешёвых и компактных одно-матричных устройствах цветоделение происходило при помощи решетки Байера, как в цифровых фотоаппаратах, появившихся позднее. Современные видеокамеры и, особенно, цифровые кинокамеры, почти не используют громоздкую призмную систему цветоделения, накладывающую ограничения на использование оптики определённых типов, и основаны на решетке Байера. Некоторые типы телекинопроекторов и сканеров киноплёнки также используют трёхматричную систему цветоделения.

Контрольные вопросы и задания

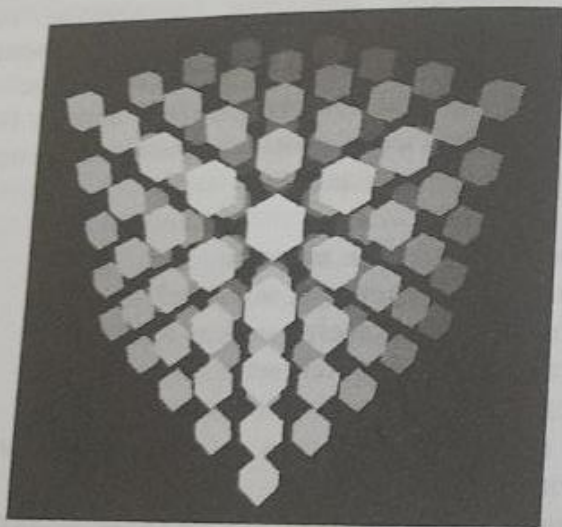
1. Что понимается о цветовых моделях?
2. Каким образом появляется модель RGB?
3. Какой свет является естественным?
4. Что представляет теоретическая модель XYZ?
5. Какие изменения человек воспринимает сильнее, чем изменения цветности?
6. Какое преобразование называется гамма-коррекцией?
7. Что такое Chroma subsampling?
8. В каком эффекте воспринимаемая контрастность увеличивается с увеличением яркости?
9. Что такое Эффект Бартлеса — Бренемана?
10. Какие шаги выполняются для корректного воспроизведения видео?
11. По каким причинам выполняются Ресайз при просмотре видео?
12. Какая модель является моделью субтрактивного синтеза цвета?
13. Что такое цветоделение?

Ключевые слова: цвет, RGB, CMYK, цветовые модели, цветоделение, кодирование, эффект Стивенса, эффект Баргелсона – Бренемана, эффект Ханга, медот Ресайза, full range, гамма-коррекция, chroma subsampling.

2.2.3. Новая модель цифрового цвета

План:

1. Понятие colorcube.
2. Определение основных цветов
3. Аддитивный и субтрактивный цвет
4. Цветовые модели



1. Понятие colorcube.

COLORCUBE - это трехмерная модель, с помощью которой можно изучать или преподавать теорию цифрового цвета. Это элегантное представление цветов ликвидирует пропасть между аддитивной и субтрактивной системой цветов, а также определяет методы, с помощью которых цвета хранятся, обрабатываются и воспроизводятся в компьютерной технологии.

Все больше и больше людей открывают для себя рынок цифрового изображения. Цифровые камеры, цветные принтеры и сканеры все больше дешевеют и таким образом, становятся доступными для все большего числа пользователей. Вместе с этой

революцией в использовании цвета появилась и необходимость понять, что же такое цифровой цвет, и разобраться в его особенностях.

Исследования показывают, что рядовые пользователи пасуют перед сложным поведением цифрового цвета и часто жалуются на то, что "цвета при печати выглядят совсем не так, как на мониторе".

Несмотря на удивительный прогресс в технологиях воспроизведения цвета, очевидно, что лишь немногие люди разбираются в теории цифрового цвета. Из-за неспособности разобраться в новых технологиях цвета клиент может разочароваться в продукте или предъявлять к нему завышенные требования.

Компания Spittin' Image Software представляет новое простейшее изобретение, предназначенное для того, чтобы объяснить людям принципы работы цифрового цвета. Это изобретение недавно было запатентовано в США под названием COLORCUBE. Оно представляет собой изображение физической модели того, как цвета хранятся, обрабатываются и воспроизводятся в цифровых устройствах.

В комплекте с COLORCUBE покупатель получает с учебник, в котором в 10 пунктах объясняются основы цифрового цвета. Данная статья является кратким изложением этого учебника:

Как человеческий глаз видит цвета?

В человеческом глазе присутствуют два вида рецепторов: палочки и колбочки. Палочки реагируют на оттенки серого, а с помощью колбочек мозг способен воспринимать спектр цветов. Существует три типа колбочек: первые реагируют на красно-оранжевый цвет, вторые - на зеленый, а третьи - на сине-фиолетовый. Когда стимулируется только один тип колбочек, мозг видит только один соответствующий цвет. Таким образом, если стимулируются наши "зеленые" колбочки - мы видим "зеленый" цвет. Если красно-оранжевые - "красный". Если одновременно стимулировать зеленые и красно-оранжевые колбочки, мы видим желтый цвет. Глаз не способен отличить настоящий желтый цвет от некоей комбинации красного и зеленого. То же самое касается нашего восприятия таких цветов как циан, фуксин и прочих межспектральных цветов.

Из-за такого физиологического свойства нашего глаза, мы можем его "обмануть", представив полную гамму видимых цветов

путем пропорционального смешивания всего лишь трех: красного, зеленого и синего, рис. 132.

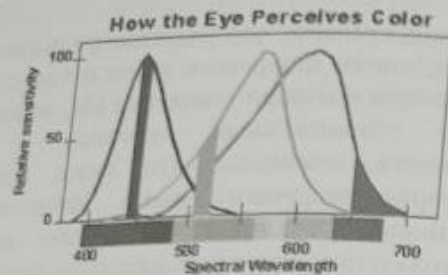


Рис. 132. Кривые чувствительности к спектру трех типов колбочек человеческого глаза

2. Определение основных цветов.

Разложив любой цвет с помощью призмы можно определить составляющие его красный, зеленый и синий цвета (основные аддитивные цвета), либо циан, фуксин и желтый (основные субтрактивные цвета). Этот простой, но показательный прием позволяет определить настоящие основные цвета. Чем точнее мы знаем, какие цвета являются основными, тем больше вторичных цветов с их помощью мы можем воспроизвести¹⁹.

Просматривая круги через призму, рис. 133-134, мы можем увидеть основные цвета. Круг на белом фоне, рис. 133, разлагается на комбинацию Циан/Фуксин/Желтый. Тот же круг на черном фоне, рис. 134, разлагается на комбинацию Красный/Зеленый/Синий.

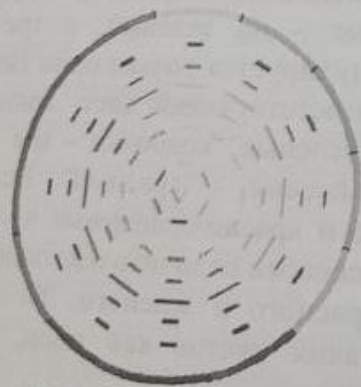


Рис. 133. Круг на белом фоне



Рис. 134. Круг на черном фоне

3. Аддитивный и субтрактивный цвет.

Телевизоры, камеры, сканеры, мониторы компьютеров основаны на аддитивной системе воспроизведения цветов (RGB), где красный (R), зеленый (G) и синий (B) в комбинации создают белый. Офсетная печать, цифровая печать, краски, пластик, ткань и фотография основаны на субтрактивной системе цвета (CMY/CMYK), где смесь циана (C), фуксина (M) и желтого (Y) создают черный цвет (K).

Уникальность COLORCUBE состоит в том, что в нем обе системы объединены в одну модель²⁰. Чтобы переключиться из системы RGB в систему CMYK, достаточно всего лишь повернуть куб, рис. 135.

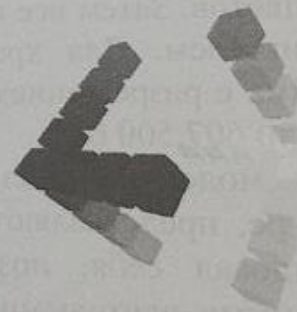


Рис. 135. Оси RGB и CMY, помещенные в одно и то же пространство опорных цветов.

Юшар, М. Цветовой тест Люшера. М.: АСТ, 2005. - 190 с.

²⁰ Миронова, Л.Н. Семантика цвета в эволюции психики человека // Проблема цвета в психологии. М.: Наука, 1993. - 207 с.

4. Цветовые модели.

С каждым новым успехом в теории цвета появляется новая модель, с помощью которой излагается эта новая теория. К сожалению, приверженцы старых цветовых моделей редко, когда обращают внимание на новые модели. Например, популярный сейчас цветовой круг мало чем отличается по внешнему виду и работе от того, что был представлен сэром Исааком Ньютоном. Художники, опираясь на этот круг, по-прежнему неправильно считают основными цветами красный, желтый и синий вопреки тому факту, что такие технологии, как офсетная печать и фотография, которым уже более ста лет, базируются на трехмерной системе цвета, где основными цветами являются циан, фуксин и желтый.

В число прочих моделей, используемых специалистами в различных отраслях, являются: Hue/Saturation/Value (HSV), карты CMYK, система RGB, система цветов Pantone, система CIE, стандартные цвета DIN и карты спектрального свечения.

Компьютеры и прочие цифровые устройства определяют цвет, основываясь на новой цветовой модели, которая называется COLORCUBE. Она охватывает область цифрового представления цвета.

Хранение изображений в компьютере

Все цифровые устройства работы с цветом хранят, обрабатывают и воспроизводят цвет и цветные изображения с помощью значений RGB. Для того чтобы сохранить цифровое изображение, его сначала требуется разбить на сетку мелких пикселей (точек). Каждый пиксель замеряется на количество в нем красного, зеленого и синего цветов. Затем все изображение в целом записывается пиксель за пикселем. Для хранения изображения площадью 3 квадратных дюйма с разрешением 150 точек на дюйм требуется 202.500 пикселей или 607.500 байт.

Часто теоретическую модель, описывающую принцип хранения цветов в компьютере, представляют в виде куба. Этот метод прекрасно зарекомендовал себя, позволяя с легкостью переключаться между различными цветовыми моделями, включая цветовой круг, схему CIE, схему HSV, сферу Мюнселля, систему Pantone, стандарт цветов DIN и карту цветов спектрального свечения.

Фундаментальное отличие COLORCUBE от всех других моделей состоит в том, что куб описывает цвета в цветовом

пространстве, основываясь на входных параметрах (на количестве основных пигментных цветов, используемых для создания смешанного цвета). Другие же модели базируются на измерении выходных параметров (т.е. на том, как выглядит результирующий цвет). Система цветов, основанная на входных параметрах, значительно облегчает решение вопросов с наименованием цветов, и с воспроизведением, выводом, калибрацией, обработкой и преобразованием в другие цветовые схемы.

Представление цветовой гаммы

Возможность представить все существующие цвета в виде трехмерной цветовой гаммы и видеть их взаимосвязь друг с другом дает огромное преимущество при работе с цветом. Хотя уже и существуют несколько компьютерных моделей, отображающих теоретически цветовую гамму, модель COLORCUBE первая в своем роде физическая модель, в которой видимы все внутренние цвета.

Человеческий глаз способен видеть более 16 миллионов оттенков цветов. Ключевое свойство COLORCUBE состоит в том, что сначала определяются внешние точки куба, а затем определяются цвета и оттенки между этими ключевыми точками. Таким образом, определяя крайние границы цветовой гаммы, мы получаем также возможность видеть и промежуточные цвета. Задавая общее количество требуемых цветов, мы можем генерировать кубы любой плотности, рис. 136. Например, COLORCUBE, который определяет все воспроизводимые цвета, будет иметь в каждой грани 256 кубиков, то есть состоять из 16,777,216 кубиков.

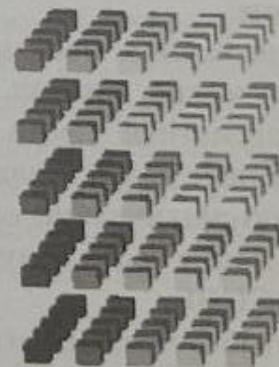


Рис. 136. Цветовые плоскости в трехмерном цветовом пространстве

Смешивание цветов

Каждый цветовой элемент в COLORCUBE имеет уникальный цифровой идентификатор, указывающий на то, в какой пропорции были использованы исходные значения для воспроизведения данного цвета. Каждый элемент также имеет свое уникальное местоположение внутри куба. Таким образом, образуется связь между информацией о положении и информацией о способе смешения цветов для данного элемента.

Если дана информация о смешении цветов, мы всегда сможем вычислить, где в кубе расположен данный элемент. Если дано расположение элемента, мы можем вычислить, в какой пропорции надо смешивать основные цвета, чтобы получить цвет данного элемента. Используя это свойство COLORCUBE, нам не нужно уже больше гадать по поводу названий цветов, их описаний и параметров смешения. Теперь мы можем быть точно уверены в том, что определенный нами цифровой цвет всегда можно будет воспроизвести в данной гамме и что это будет один и тот же цвет.

Выбор цвета

Уникальное трехмерное расположение цветов в модели COLORCUBE прекрасно подходит для инструментов выбора цвета. С помощью куба запросто можно определять дополнительные цвета, гармоничные комбинации, подбирать теплые и холодные цвета, находить ненасыщенные цвета, их оттенки, цвета с одинаковыми значениями. Становится ясным, что все взаимосвязи между цветами носят математический характер, и эти взаимосвязи можно смоделировать с помощью простой математики в декартовых координатах XYZ.

Манипуляции с цветом

Для манипуляции с цветами в цветовой гамме необходимо определить набор математических правил, с помощью которых будут меняться цвета. Математика цвета (статья о ней будет переведена позже) разбивает цвет на составляющие основные цвета, а затем проводит с ними математические операции. В результате выводятся формулы смешивания для получения любого нового цвета, выбранного с COLORCUBE.

Например, для того, чтобы предсказать результат смешения двух цветов, разложите каждый цвет на составляющие его основные цвета. Затем сложите одинаковые основные цвета, рис. 137. В результате получаются координаты, по которым в COLORCUBE

можно найти получаемый цвет. Та же логика применима к вычитанию цветов (вычитанию одного цвета из другого), а также к таким более сложным операциям как регулировка контраста, яркости и насыщенности.

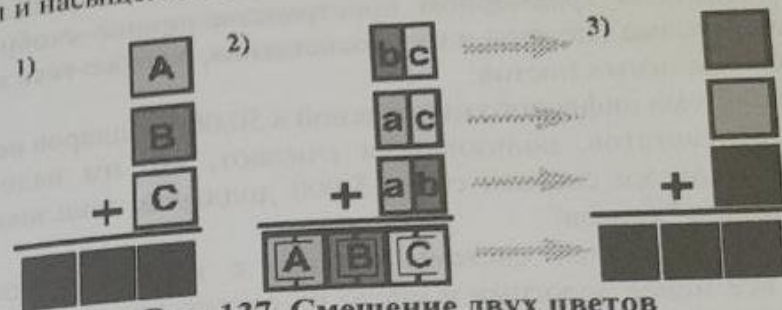


Рис. 137. Смешение двух цветов

Математика цвета в гамме субтрактивных цветов:

I. Равное количество циана, фуксина и желтого (ABC) дает черный (K)

II. Потому что:

1. Равные количества фуксина и желтого дают красный
2. Равные количества циана и желтого дают зеленый
3. Равные количества циана и фуксина дают синий
4. Равные количества красного, зеленого и синего дают черный

Определение цветов и калибрация

Проблемы, возникающие при калибрации и определении цветов, вызваны тем, что все эти системы используют различные диапазоны видимых цветов. Для того, чтобы эффективно определять цветовые соответствия между различными цветовыми системами, необходимо проводить сложные математические вычисления. Если эти вычисления не сделать достаточно точными, цвета конечного изображения не будут соответствовать оригиналу.

В настоящее время для правильного определения соответствия цветов производятся спектральные замеры каждого из устройств, участвующих в процессе, при этом в одинаковых условиях освещенности. После этого цвета переводятся в единое поле системы CIE.

В таких популярных программах, как Corel Photo Paint и Hewlett Packard Scanning имеются средства с двухмерным интерфейсом калибрации цвета. Эти интерфейсы сложны

использовании, не дают полной информации и требуют глубоких знаний о цвете.

Если трехмерная модель цвета получит признание и будет использована в интерфейсах программ, это будет значительный шаг в их улучшении. В трехмерном пространстве проще отобразить различные цветовые системы и их соответствия, а также весь набор теоретически видимых цветов.

Если система цифрового цвета ценой в 50.000 долларов не даст желаемых результатов, пользователи считают, что им надо еще подучиться. Если же система стоит 5.000 долларов, пользователи считают, что она "кривая".

По мере того, как системы работы с цифровым цветом становятся все менее дорогими и число их растет, увеличивается и спрос на эффективное обучение пользователей работе с этими продуктами. Для того, чтобы пользователи лучше понимали и разбирались в сложных проблемах с цветом, они должны по меньшей мере знать основы цифрового цвета.

COLORCUBE - это элегантная модель представления цифрового цвета, с помощью которой можно обучать простым понятиям цвета. Пользователи смогут легко усвоить основы физиологии восприятия цвета, понять сложную связь между аддитивной и субтрактивной системами цвета, а также освоить математику манипуляции цветами.

В эпоху, когда искусство, наука и другие отрасли, работающие с цветом, переходят в цифровую ипостась, необходимо прийти к единому пониманию цвета. COLORCUBE может послужить моделью для этого понимания.

Контрольные вопросы и задания

1. Каким образом видит человеческий глаз цвета?
2. Расскажите о трехмерной модели, с помощью которой можно изучать или преподавать теорию цифрового цвета?
3. Расскажите о кривых чувствительности к спектру трех типов колбочек человеческого глаза?
4. На какую комбинацию разлагается цветовой круг на белом фоне?
5. Расскажите об опорных цветах основных цветовых моделях

6. Каким образом формируются цветовые плоскости в трехмерном цветовом пространстве?

7. Объясните принцип математикой постановке цвета в гамме субтрактивных цветов?

Ключевые слова: *colorcube*, калибрация, аддитивный цвет, субтрактивный цвет, математика цвета, манипуляция цветом.

3.1. Теория цифровой обработки видеонизображения

План:

1. Классификация устройств обработки видеосигналов
2. Основы видеомонтажа
3. Телевизионный сигнал
4. Форматы представления видеосигнала

1. Классификация устройств обработки видеосигналов.

Сегодня словами "видеообработка" и "цифровое видео" уже никого не удивит. За последнее десятилетие устройства обработки видеосигналов прошли огромный путь развития, появилось множество специальных терминов и способов обработки видеонизображения. Все устройства обработки видеосигналов (УОВ) можно разделить на несколько категорий:

Специализированные устройства, выполняющие ограниченный набор функций и работающие, как правило, в реальном времени. К этой категории относятся всевозможные видеомикшеры, видеокоммутаторы, генераторы спецэффектов, синхронизаторы, транскодеры и т. д.

Устройства обработки видеосигналов на базе компьютеров PC, Macintosh, Silicon Graphics, Amiga, Alfa DEC и т. д. Обычно эти устройства выполняются в виде плат или внешних блоков активно взаимодействующих с компьютером при помощи программного обеспечения. Такие устройства редко работают в реальном времени, но имеют практически неограниченные возможности.

Управляющие и вспомогательные устройства, которые управляют видеоаппаратурой (видеомагнитофонами, видеокамерами, видеомикшерами, коммутаторами и т. д.). Они могут быть как автономными, так и входить в состав компьютерного видеокomплекса. К этой категории относятся видеомонтажные контроллеры, платы линейного видеомонтажа, управляющие системы и т. д.

Следует отметить, что большинство вышеперечисленных устройств используют цифровую обработку сигналов, которая либо имеет ряд преимуществ, либо является единственно возможной.

Цифровая техника достаточно специфична, поведение интеллектуальных машин иногда противоречит повседневному опыту человека и трудно воспринимается. Специальное образование, вскрывающее подноготную цифровых процессов, снимает такие трудности.

Однако приходится считаться с тем, что подавляющее большинство работников вещательных организаций и компаний, а тем более представителей частных и домашних видеостудий не знакомы с математической логикой, теорией и физикой цифровых процессов обработки многомерных массивов, данных и другими премудростями соответствующих научных дисциплин и, вероятнее всего, никогда не познакомятся. Все что им надо - это адаптированное изложение основ и особенностей поведения цифровых систем. Специальной литературы этого рода у нас нет, но необходимость в ней - огромная. Мы попытаемся в этом материале дать эти основы, которые необходимы для правильного выбора специальных устройств обработки видеосигналов, что в конечном результате отражается на эффективности работы, получении оптимальных результатов и экономии средств.

2. Что такое видеомонтаж.

Любой снятый видеоматериал перед тем как подать в эфир, записать в чистовую видеоролик или видеофильм надо смонтировать, т. е. убрать "лишние" видеосюжеты, состыковать отдельные кусочки видеоматериала, выполнить между ними переходы, добавить спецэффекты и титры. Это и призваны сделать те устройства, о которых мы будем рассказывать. Существует три вида видеомонтажа: линейный, нелинейный и гибридный²¹.

Линейный подразумевает перезапись видеоматериала с двух (или нескольких) видеоисточников на видеоприемник (видеозаписывающее устройство) с попутным вырезанием ненужных и "склеивкой" нужных видеосцен и добавлением эффектов, о которых говорилось выше. Недостаток - потеря качества (исключение составляет, пожалуй, лишь профессиональные форматы представления видеосигнала, напр. Betacam SP), высокая трудоемкость и большое количество видеоаппаратуры.

Нелинейный осуществляется на базе специализированных компьютерных систем. При этом черновые видеоматериалы сначала

²¹ Пономарева, Е.С. Цвет в интерьере. Минск: Высшая школа, 2014. - 167 с.

заносятся "в компьютер", а затем производятся монтажные процедуры. Достоинства - практически отсутствие потерь качества при многократных "перемещениях" видеосюжетов, значительная экономия видеоаппаратуры. Недостатки - работа не в реальном времени, большое время обработки видеоматериала, высокая трудоемкость (попробуйте оттитровать полчаса видеоматериала, что необходимо, например, при создании учебных фильмов), ограниченный объем заносимого в компьютер видеоматериала.

Гибридный вид сочетает в себе достоинства первых двух (нелинейная видеомонтажная система выступает в роли видеисточника). Недостаток - как правило, более высокая цена.

Теперь расскажем о том, как устроен видеосигнал, в каком виде видеоизображение передается между различными устройствами обработки видеосигналов. Эти знания необходимы для правильного выбора и состыковки устройств, работающих в различных видеоформатах.

3. Как устроен телевизионный сигнал.

Известно, что человеческий глаз воспринимает как единое целое красную (Red), зеленую (Green) и синюю (Blue) части видимого спектра. Таким образом, цветовое восприятие человека трехкомпонентное. Конечно, мы воспринимаем больше цветовых оттенков - считается, что 16 миллионов - но для нас, в силу особенностей цветового восприятия, все они сводятся к комбинациям этих трех главных цветов (в теории цвета их называют опорными). Исходя из этого, все телевизионные камеры и другие технические датчики цветных изображений формируют три сигнала - R, G, B, а в телевизионных и компьютерных мониторах экран одновременно сканируют три электронных луча, вызывая световые вспышки красного, зеленого и синего цветов. Глаз же при этом воспринимает только результирующее изображение во всем богатстве цветов реального мира.

В то же время для телепередачи цветного изображения через эфир технически эффективнее кодировать цвет иным образом. Дело в том, что глаз менее чувствителен к пространственным изменениям оттенков цвета, чем к изменениям яркости. Поэтому цветовая информация может передаваться с меньшей пространственной четкостью (разрешением). В результате исходные RGB-видеосигналы в телевидении перед передачей преобразуют

(кодируют) в сигнал яркости Y и два цветоразностных сигнала U и V:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B, U = R - Y, V = B - Y,$$

при этом U и V передаются с разрешением, в два раза меньшим, чем Y. Такое уменьшение объема передаваемой информации позволяет строить более дешевые системы. Выбор вышеуказанных коэффициентов преобразования определяется жестким требованием двусторонней совместимости черно-белых и цветных приемников - яркостной сигнал Y совпадает с формируемым в ч/б системах, ч/б приемники воспринимают только его. Что касается цветowych сигналов U и V, то они добавляются к яркостному сигналу путем модуляции специального гармонического сигнала (цветовой поднесущей) на частоте, лежащей в пределах спектра сигнала Y. В результате полосы яркостного сигнала и полного видеосигнала совпадают.

Модуляция поднесущей может осуществляться по амплитуде, фазе или частоте согласно U- и V- значениям. При приеме для точного определения величин модуляции необходима привязка к опорной несущей. Для этого в начале каждой строки передаются пакеты немодулированной несущей - так называемые синхроимпульсы. Таким образом телевизионный видеосигнал, с определенными оговорками, представляет собой композицию трех сигналов Y, U, V и синхроимпульсов. Такой сигнал называют композитным.

При приеме в цветном телевизоре осуществляется обратный процесс восстановления (декодирования):

$$R = Y + U, B = Y + V, G = Y - 0.509U - 0.194V$$

Телевизионное изображение воспроизводится путем последовательного сканирования электронными лучами по покрытому электролюминисцирующим веществом экрану. Сканирование происходит слева направо вдоль горизонтальных линий (телевизионных строк) и сверху вниз по строкам. Лучи пробегают строку за строкой сверху вниз до самого низа экрана, а затем возвращаются назад, и опять - слева-направо сверху-вниз. За счет инерционности глаза в процессе подобного сканирования вызываемые цветовые вспышки света сливаются в линии, а затем в полное изображение. В результате полный телевизионный кадр представляет собой совокупность последовательно высвечиваемых линий, передающих пространственное распределение изображения.

Установлено, что для восприятия человеческим глазом этой совокупности как целого она должна обновляться не реже 50 раз каждую секунду. В телевидении был реализован чересстрочный режим развертки, при котором за каждый проход луч пробегает только половину линий - сначала четные, затем - нечетные. Таким образом, каждый телевизионный кадр оказывается разделенным на два полукадра - их называют полями. В результате, когда мы говорим о вертикальной частоте в 50 Гц, кадровая оказывается в два раза меньше - 25 Гц.

В настоящее время в эксплуатации находятся три совместимых системы цветного телевидения - NTSC, PAL, SECAM. Основные различия между ними заключаются в конкретных методах кодирования телевизионного сигнала (см. таблицу).

Кратко остановимся на особенностях этих систем, рассматривая их в хронологическом порядке.

NTSC (National Television System Color) - первая система цветного телевидения, нашедшая практическое применение. Она была разработана в США и уже в 1953 г. принята для вещания, а в настоящее время вещание по этой системе ведется также в Канаде, большинстве стран Центральной и Южной Америки, Японии, Южной Корее и Тайване.

Тип системы	NTSC	PAL	SECAM
Вертикальная частота развертки, Гц	60	50	50
Горизонтальная частота развертки, кГц	15.374	15.625	15.625
Число строк в кадре	525	625	625
Число видимых (активных) строк в кадре	480	576	576
Тип модуляции цветовой поднесущей	Амплитудная	Амплитудная	Частотная
Полоса видеосигнала, МГц	4.2	5 для В/Г, 5.5 для I, 6 для D/К	

Частота цветовой поднесущей, МГц	3.60	4.43	4.41 по U, 4.25 по V
Разнос несущих видео/звук, МГц	4.5	5.5 для В/Г, 6 для I, 6.5 для D/К	
Полная ширина сигнала, МГц	6	7 для В/Г, 8 для I/D/К	

Именно при ее создании были выработаны основные принципы передачи цвета в телевидении. В NTSC каждая телевизионная строка содержит составляющую яркости Y и два сигнала цветности $E_I = 0.737U - 0.268V$, $E_Q = 0.478U + 0.413V$. Здесь переход от осей цветового кодирования U, V к осям I, Q обусловлен необходимостью сужения ширины полос цветowych поднесущих всего до 0.5 МГц (в NTSC используется самая узкая полоса видеосигнала). Поскольку глаз человека мелкие детали зеленого и пурпурного цветов (ось Q) воспринимает как неокрашенные (ось I - перпендикулярная к Q), то для сигналов E_Q и E_I это удастся без дополнительных потерь в разрешении. Цветоразностные сигналы передаются путем амплитудной модуляции поднесущих на одной и той же частоте, но с фазовым сдвигом на 90° . Последнее обстоятельство является принципиально важным для разделения сигналов при приеме. Однако, из-за неизбежных нелинейных искажений в канале передачи поднесущие оказываются промодулированными сигналом яркости как по амплитуде, так и по фазе. В результате в зависимости от яркости участков изображений изменяются их цветовой тон. Например, человеческие лица на изображении окрашиваются в красноватый цвет в тенях и в зеленоватый - на освещенных участках. Это и является основным недостатком системы NTSC. С целью его устранения немецкой фирмой Telefunken в 1963 г. была разработана система

PAL (Phase Alternation Line). Здесь использована аналогичная амплитудная модуляция цветоразностных сигналов $E_U = 0.877U$ и $E_V = 0.493V$ с фазовым сдвигом на 90° , но через строку дополнительно производится изменение знака амплитуды, составляющей E_U . В результате при восстановлении в декодере цветные составляющие надежно разделяются сложением/вычитанием сигналов цветности последовательных

телевизионных строк, и паразитная яркостная модуляция приводит лишь к некоторому изменению цветовой насыщенности. Усреднение сигналов двух строк обеспечивает также повышение отношения сигнал/шум, но приводит к снижению вертикальной четкости в два раза. Впрочем, частично последнее компенсируется увеличением числа телевизионных строк разложения. Система PAL принята в большинстве стран Западной Европы, Африки и Азии, включая Китай, Австралию и Новую Зеландию.

SECAM (SEquentiel Couleur A Memoire) первоначально была предложена во Франции еще в 1954 г., но регулярное вещание после длительных доработок было начато только в 1967 одновременно во Франции и СССР. В настоящее время она принята также в Восточной Европе, Монако, Люксембурге, Иране, Ираке и некоторых других странах. Основная особенность системы - поочередная, через строку, передача цветоразностных сигналов ($DR=1.9U$, $DB=1.5V$) с дальнейшим восстановлением в декодере путем повторения строк. При этом в отличие от PAL и NTSC используется частотная модуляция поднесущих. В результате цветовой тон и насыщенность не зависят от освещенности, но на резких переходах яркости возникают цветные окантовки. Обычно после ярких участков изображения окантовка имеет синий цвет, а после темных - желтый. Кроме того, как и в системе PAL, цветовая четкость по вертикали снижена вдвое.

Таковы общие принципы кодирования цвета в различных видеосистемах телевидения. Но этим многообразие стандартов не ограничивается. Дело в том, что для формирования полного телевизионного сигнала к видео необходимо добавить звук, а полученный так называемый низкочастотный телевизионный сигнал передать через эфир путем модуляции гармоник одного из доступных радиоканалов (48,5...66 МГц - первый частотный диапазон, 76...100 МГц - второй частотный диапазон, 174...230 МГц - третий частотный диапазон, 470...790 МГц - четвертый частотный диапазон). И здесь даже в рамках одной системы существуют различия, связанные с конкретной шириной спектра видеосигнала и его разносом со звуковой частью, полярностью амплитудной модуляции радиоканала изображения и типом модуляции радиоканала звука. В таблице представлены основные параметры телевизионных стандартов стран мира.

Стандарт	Число строк	Ширина канала, МГц	Полоса в/сигнал, МГц	Разнос видео/звук, МГц	Полярность модуляции видео	Тип модуляции несущей звука
A	405	5	3	3.5	+	АМ
B	625	7	5	5.5	-	ЧМ
C	625	7	5	5.5	+	АМ
D	625	8	6	6.5	-	ЧМ
E	819	14	10	11.15	+	АМ
F	819	7	5	5.5	+	АМ
G	625	8	5	5.5	-	ЧМ
H	625	8	5	5.5	-	ЧМ
I	625	8	5.5	6	-	ЧМ
K	625	8	6	6.5	-	ЧМ
L	625	8	6	6.5	+	АМ
M	525	6	4.2	4.5	-	ЧМ
N	625	6	4.2	4.5	-	ЧМ

Нелишне напомнить, что в России принят стандарт SECAM D/K (первая буква относится к диапазону метровых волн, вторая - дециметровых), во Франции - SECAM E/L, Монако - SECAM C/L, Иране - SECAM B, Германии - PAL B/G, Англии - PAL A/L, Бельгии - PAL B/H, Бразилии - PAL M/M, Китае - PAL D/K, в США, Японии и Тайване - NTSC M/M.

В заключении отметим, что французский и российский SECAM существенно отличаются в модуляции несущего радиосигнала - как по видео, так и по звуку. А на уровне низкочастотных сигналов

отличий нет. Основное отличие между SECAM B/G и D/K - в частоте разноса звука от видео. В то же время с точки зрения модуляции радиосигналов отличий между PAL D/K и SECAM D/K нет. Это позволяет использовать телевизионный тюнер, настроенный на PAL D/K, для выделения нашего SECAM из высокочастотного сигнала. Очевидно, что полученный при этом низкочастотный сигнал все же необходимо подавать именно на SECAM-декодер.

4. Какие бывают форматы представления видеосигнала.

Как уже отмечалось, низкочастотный телевизионный видеосигнал является композитным, т.е. представляет собой результат сложения яркостного сигнала Y, двух цветowych поднесущих, модулированных сигналами цветности U и V, а также синхроимпульсов, причем частоты цветоразностных сигналов лежат в пределах полосы спектра яркостного сигнала. Но из-за строчной структуры телевизионного разложения в спектральной области все они имеют гребенчатую структуру, расстояния между соответствующими пиками которых равны строчной частоте. При этом частоты поднесущих выбраны так, чтобы спектральные пики сигналов цветности оказались между пиками яркостного сигнала. В результате путем использования специальных гребенчатых фильтров возможно эффективное разделение этих сигналов. Однако, подобные фильтры весьма сложны и дороги, а потому в основном используются в профессиональной аппаратуре высокого разрешения²².

В бытовых устройствах ограничиваются более простыми полосовыми фильтрами, заметно снижающими четкость изображений. Так в видеомэгнитофонах и камерах классов VHS (Video Home System) и Video-8 используются только композитные видеосигналы, при этом разрешение ограничено 240 телевизионными линиями. Кроме того, даже полное использование всех различий сигналов все равно не позволяет идеально разделить их. Поэтому более эффективным оказывается использование не единого композитного сигнала, а двух композитных сигналов Y/C: Y, как и ранее, несет яркостной сигнал и синхроимпульсы, а C (Chrominance) - модулированные цветowe сигналы. Такой сигнал называют S-Video, он используется при записи/воспроизведении в

аппаратуре классов S-VHS и Hi-8. Считается, что при этом обеспечивается разрешение в 400 линий.

Следующим шагом к повышению качества является переход к компонентному сигналу YUV. Он используется в профессиональной аппаратуре класса Betacam и связан с поддержкой разрешения до 500 линий. И, наконец, последним в этой череде является RGB-представление: при этом отсутствуют какие-либо кодирование и модуляция, наиболее простая и точная передача сигнала. Однако, в силу вышеуказанных особенностей зрительного восприятия человека достигаемое здесь повышение качества уже становится визуально несущественным. Поэтому, подобное представление реально используется только в высокоточной научной измерительной аппаратуре.

За последние несколько лет появилось большое число различных цифровых форматов представления видеосигнала. Аппаратура, работающая в этих форматах, выпускается рядом фирм - законодателей мод в видеотехнике, такими как Sony, Panasonic, JVC и т. д. Такая аппаратура стала появляться и на нашем рынке, хотя пока она слишком дорога для "российского" уровня, особенно для бытового. Приведем сводную таблицу существующих форматов, в том числе и цифровых, к которым вернемся в дальнейшем.

Сравнительные характеристики различных форматов записи на магнитную ленту. Самым "непонятный" в этой таблице столбец — это "вид сигнала". Что означают обозначения YUV 4:2:2, YUV 4:1:1 и т. п.? Настало время поговорить о цифровом представлении телевизионного видеосигнала.

Формат записи	Тип записи	Вид сигнала	Ширина ленты, мм	Скорость ленты, мм/сек	Отношение сигнал/шум, дБ	Коэффициент компрессии
VHS	аналоговая	композитный	12.65	23.39	43	-
S-VHS	аналоговая	Y/C	12.65	23.39	45	-
Hi8	аналоговая	Y/C	8	20.5	44	-

Соколов, Е.Н., Вартанов, А.В. К исследованию семантического цветового пространства // психологический журнал. 2017. Т.8. №2. - с. 58-65. Тонквист, Г. Аспекты цвета. Что они значат и как могут использоваться // Проблема цвета в психологии. М.: Наука, 1993. - с. 5-53.

Betacam	аналоговая	YUV	12.65	101.5	49	-
Betacam SP	аналоговая	YUV	12.65	101.5	51	-
Betacam SX	цифровая	YUV 4:2:2	12.65	59.575	51	10:1
Digital Betacam	цифровая	YUV 4:2:2	12.65	96.7	55	2:1
DV	цифровая	YUV 4:2:0	6.35	18.831	54	5:1
DVCam	цифровая	YUV 4:2:0	6.35	28.2	54	5:1
DVCPro	цифровая	YUV 4:1:1	6.35	33.813	54	5:1
DVCPro 50	цифровая	YUV 4:2:2	6.35	67.626	62	3.3:1
Digital-S	цифровая	YUV 4:2:2	12.65	57.8	55	3.3:1

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите о классификации устройств обработки видеосигналов?
2. Расскажите об основах видеомонтажа?
3. Опишите организацию телевизионного сигнала?
4. Расскажите о форматах представления видеосигнала?
5. Опишите принцип адаптированного изложения основ и особенностей поведения цифровых систем?
6. Расскажите о видах видеомонтажа?
7. Как устроен телевизионный сигнал?
8. Расскажите об основных различиях между ними заключающихся в конкретных методах кодирования телевизионного сигнала?
9. Чем отличаются основные параметры телевизионных стандартов стран мира?
10. Какие бывают форматы представления видеосигнала?
11. Какие характеристики используются в подобном представлении только в высокоточной научной измерительной аппаратуре?

Ключевые слова: изображение, обработка, видеопреобразование, видеосигнал, математика цвета, манипуляция цветом, National Television System Color (NTSC), видеомонтаж, сигнал.

3.1.1. Цифровое представление телевизионного сигнала

План:

1. Цифровое представление телевизионного сигнала
2. Аналого-цифровое преобразование сигналов
3. Цифровое представление компонентного видеосигнала
4. Цифровое представление композитного сигнала

1. Цифровое представление телевизионного сигнала.

По своей массе и производственным мощностям аналоговая вещательная аппаратура все еще преобладает, но очень быстро сдает одну позицию за другой. Как и ожидалось, переход к цифровым вещательным комплексам осуществляется, главным образом, за счет поэтапного встраивания цифрового оборудования в аналоговое окружение. Процесс этот идет повсеместно, но в разных странах темпы перехода различны.

В наиболее развитых странах уже сейчас можно говорить о преобладании цифровой аппаратуры, в некоторых она просто отсутствует. Бурному внедрению цифровых технологий в наше вещание, естественно, препятствует отсутствие необходимых средств у большинства телевизионных и радиовещательных компаний страны. Тем не менее, дело сдвинуто с мертвой точки и идет с впечатляющим ускорением. Что предлагают цифровые технологии на разных стадиях подготовки и распространения вещательных программ, как влияют на художественные возможности, о чем следует помнить, работая с цифровой аппаратурой, и чего надо опасаться, особенно в системах с компрессией сигналов - ответы на все эти вопросы следует знать всем работникам вещательных организаций - инженерно-техническому персоналу и творческим работникам.

Цифровая техника стала постепенно проникать в телевидение в семидесятые годы. Первыми появились цифровые корректоры

временных искажений, затем - кадровые синхронизаторы, генераторы специальных эффектов, микшеры, коммутаторы. Но говорить о возможности полномасштабного перехода к цифровому телевидению стали десять лет назад, когда появился первый промышленный цифровой видеомagneфон, разработанный фирмой Sony. Это - выдающееся событие для телевидения.

Прежде всего надо отметить, что параметры, характеризующие качество воспроизводимого изображения и звука в цифровом аппарате, превосходили те значения, которые были типичными для аналоговых магнефонов. Но появление цифровой видеозаписи означало не просто значительное улучшение параметров. Эффект накопления искажений, присущий всем аналоговым системам, например, ограничивает предельно допустимое число перезаписей, которые могут быть сделаны на аналоговом магнефоне. Так, например, перезапись на магнефонах формата VHS, без потери качества в пределах нормы, не допускается вообще, формат S-VHS допускает 1-2 перезаписи, а Betacam SP три-четыре. А вот цифровые системы практически свободны от эффекта накопления искажений. Если в аналоговом аппарате предельно допустимое число перезаписей исчисляется единицами, то в цифровом видеомagneфоне визуальное качество изображения не изменяется после десятков перезаписей. А это уже не просто количественное улучшение. Можно сказать, что предельно допустимое количество перезаписей уже практически не ограничивает возможности создателей телевизионных программ²³.

Десятилетия основным носителем в системах видеозаписи была магнитная лента. Но сейчас запись на диск завоевывает свое место в видеотехнике. Дисковые системы дороже ленточных и имеют меньшую емкость, но они обладают весьма важным преимуществом - практически мгновенным (в сравнении с ленточными системами) доступом к любому фрагменту записи. Это создает новые возможности для компоновки и монтажа.

Таким образом, появление цифровой видеозаписи ознаменовало начало кардинальных изменений в технологии производства телевизионных программ. Но цифровая техника порождает и проблемы. Полоса частот цифровых сигналов значительно шире полосы их аналоговых предшественников.

Например, полоса частот, занимаемая телевизионным видеосигналом в цифровой форме, составляет сотни мегагерц. Так, при передаче телевизионного сигнала в цифровой форме требуются каналы связи с пропускной способностью до сотен мегабит в секунду. Использование каналов, не вносящих ошибки в цифровой поток и обладающих столь большой пропускной способностью, может оказаться невозможным или экономически невыгодным. При плотностях записи информации, которые приходится использовать, например, в цифровых видеомagneфонах, чтобы добиться расхода ленты, сравнимого с расходом в аналоговых аппаратах, ошибки при воспроизведении просто неизбежны. Поэтому сам факт преобразования аналоговых сигналов в цифровую форму и использование двоичных сигналов в качестве носителя информации еще не гарантирует высокого качества.

Принципиальный способ решения проблем передачи и записи с высокой степенью помехозащищенности был обоснован Шенноном. Он заключается в кодировании сигнала. К системам кодирования в цифровой видеотехнике предъявляются весьма многочисленные и часто противоречивые требования. Поэтому на практике кодирование всегда выполняется в несколько приемов. Сейчас принято выделять следующие основные виды: кодирования источника информации с целью преобразования сигнала в цифровую форму и его экономное представление путем сжатия или, как часто говорят, компрессии; кодирования с целью обнаружения и исправления ошибок; канального кодирования с целью согласования параметров цифрового сигнала со свойствами канала связи и обеспечения самосинхронизации.

2. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Для преобразования любого аналогового сигнала (звука, изображения) в цифровую форму необходимо выполнить три основные операции: дискретизацию, квантование и кодирование.

Дискретизация - представление непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений (отсчетов). Эти отсчеты берутся в моменты времени, отделенные друг от друга интервалом, который называется интервалом дискретизации. Величину, обратную интервалу между отсчетами, называют частотой дискретизации. На рис. 138 показаны исходный аналоговый сигнал и его дискретизированная версия. Картинки, приведенные под временными диаграммами, получены в предположении, что сигналы

²³ Фриллинг, Г., Ауер, К. Человек-цвет-пространство. М.: 2013. - 120 с.

являются телевизионными видеосигналами одной строки, одинаковыми для всего телевизионного раstra.

Дискретизация

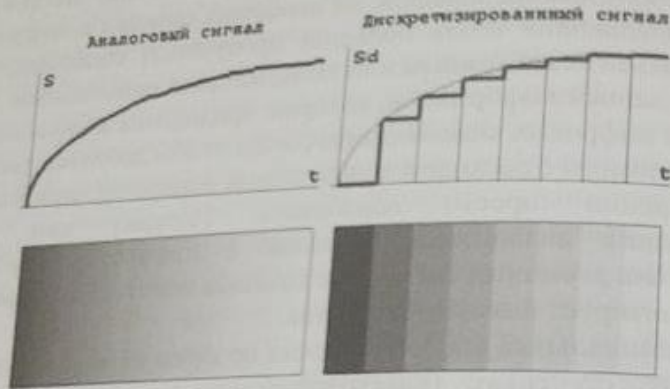


Рис. 138. Аналого-цифровое преобразование. Дискретизация.

Понятно, что чем меньше интервал дискретизации и, соответственно, выше частота дискретизации, тем меньше различия между исходным сигналом и его дискретизированной копией. Ступенчатая структура дискретизированного сигнала может быть сглажена с помощью фильтра нижних частот. Таким образом и осуществляется восстановление аналогового сигнала из дискретизированного. Но восстановление будет точным только в том случае, если частота дискретизации по крайней мере в 2 раза превышает ширину полосы частот исходного аналогового сигнала (это условие определяется известной теоремой Котельникова). Если это условие не выполняется, то дискретизация сопровождается необратимыми искажениями. Дело в том, что в результате дискретизации в частотном спектре сигнала появляются дополнительные компоненты, располагающиеся вокруг гармоник частоты дискретизации в диапазоне, равном удвоенной ширине спектра исходного аналогового сигнала. Если максимальная частота в частотном спектре аналогового сигнала превышает половину частоты дискретизации, то дополнительные компоненты попадают в полосу частот исходного аналогового сигнала. В этом случае уже нельзя восстановить исходный сигнал без искажений. Теория дискретизации приведена во многих книгах.

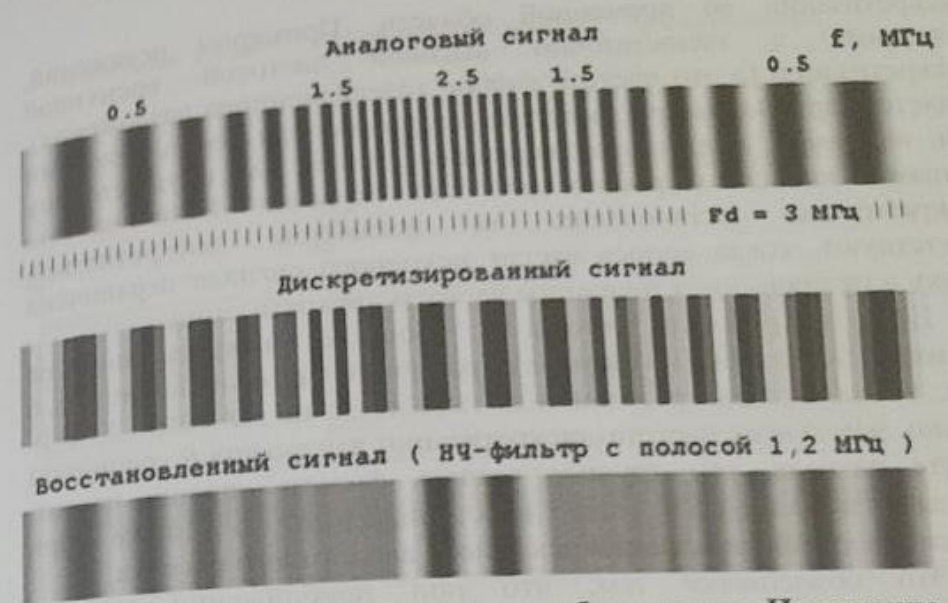


Рис. 139. Аналого-цифровое преобразование. Искажение дискретизации.

Пример искажений дискретизации приведен на рис. 139. Аналоговый сигнал (предположим опять, что это видеосигнал ТВ строки) содержит волну, частота которой сначала увеличивается от 0,5 МГц до 2,5 МГц, а затем уменьшается до 0,5 МГц. Этот сигнал дискретизируется с частотой 3 МГц. На рис. 139 последовательно приведены изображения: исходный аналоговый сигнал, дискретизированный сигнал, восстановленный после дискретизации аналоговый сигнал. Восстанавливающий фильтр нижних частот имеет полосу пропускания 1,2 МГц. Как видно, низкочастотные компоненты (меньше 1 МГц) восстанавливаются без искажений. Волна с частотой 1,5 МГц исчезает и превращается в относительно ровное поле. Волна с частотой 2,5 МГц после восстановления превратилась в волну с частотой 0,5 МГц (это разность между частотой дискретизации 3 МГц и частотой исходного сигнала 2,5 МГц). Эти диаграммы-картинки иллюстрируют искажения, связанные с недостаточно высокой частотой пространственной дискретизации изображения. Если объект телевизионной съемки представляет собой очень быстро движущийся или, например, вращающийся предмет, то могут возникать и искажения

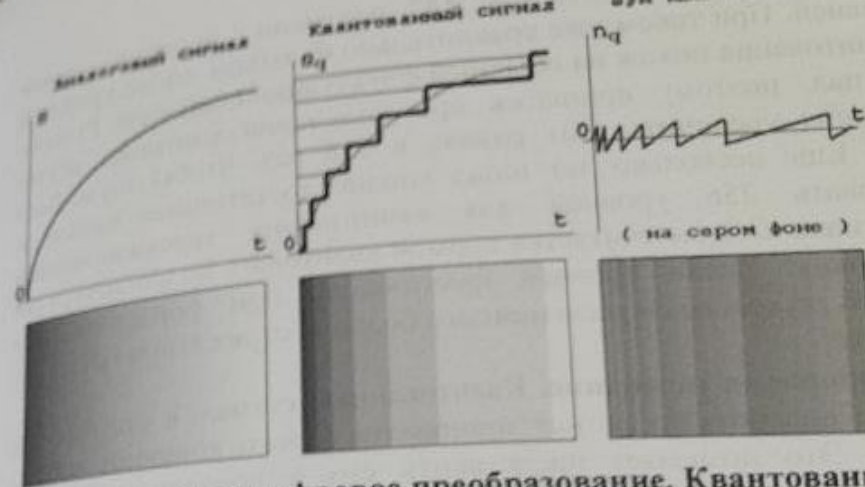
дискретизации во временной области. Примером искажений, связанных с недостаточно высокой частотой дискретизации (а это частота кадров телевизионного разложения), является картина быстро движущегося автомобиля с неподвижными спицами колеса (стробоскопический эффект). Если частота дискретизации установлена, то искажения дискретизации отсутствуют, когда полоса частот исходного сигнала ограничена сверху и не превышает половины частоты дискретизации.

Если потребовать, чтобы в процессе дискретизации не возникало искажений ТВ сигнала с граничной частотой, например, 6 МГц, то частота дискретизации должна быть не меньше 12 МГц. Однако, чем ближе частота дискретизации к удвоенной граничной частоте сигнала, тем труднее создать фильтр нижних частот, который используется при восстановлении, а также при предварительной фильтрации исходного аналогового сигнала.

Это объясняется тем, что при приближении частоты дискретизации к удвоенной граничной частоте дискретизируемого сигнала предъявляются все более жесткие требования к форме частотных характеристик восстанавливающих фильтров - она все точнее должна соответствовать прямоугольной характеристике. Следует подчеркнуть, что фильтр с прямоугольной характеристикой не может быть реализован физически. Такой фильтр, как показывает теория, должен вносить бесконечно большую задержку в пропускаемый сигнал.

Поэтому на практике всегда существует некоторый интервал между удвоенной граничной частотой исходного сигнала и частотой дискретизации.

Квантование представляет собой замену величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора фиксированных величин - уровней квантования. Другими словами, квантование - это округление величины отсчета. Уровни квантования делят весь диапазон возможного изменения значений сигнала на конечное число интервалов - шагов квантования. Расположение уровней квантования обусловлено шкалой квантования. Используются как равномерные, так и неравномерные шкалы. На рис. 140 показаны исходный аналоговый сигнал и его квантованная версия, полученная использованием равномерной шкалы квантования, а также соответствующие сигналам изображения.



140. Аналого-цифровое преобразование. Квантование.

Искажения сигнала, возникающие в процессе квантования, называют шумом квантования. При инструментальной оценке шума вычисляют разность между исходным сигналом и его квантованной копией, а в качестве объективных показателей шума принимают, например, среднеквадратичное значение этой разности.

Временная диаграмма и изображение шума квантования также показаны на рис. 140 (изображение шума квантования показано на сером фоне). В отличие от флуктуационных шумов шум квантования коррелирован с сигналом, поэтому шум квантования не может быть устранен последующей фильтрацией. Шум квантования убывает с увеличением числа уровней квантования.



Рис. 141. Квантование

На рис. 141 показаны изображение, квантованное на 4 уровня, и соответствующий такому числу уровней шум квантования, в котором нетрудно разглядеть сюжет исходного изображения.

Изображение, показанное на рис. 142, получено с использованием 128 уровней. При таком уже сравнительно большом числе уровней шум квантования похож на обычный флуктуационный шум. Размах шума упал, поэтому пришлось при получении картинки шума квантования увеличить этот размах в 128 раз, чтобы шум был заметен. Еще несколько лет назад вполне достаточным казалось использовать 256 уровней для квантования телевизионного видеосигнала. Сейчас считается нормой квантовать видеосигнал на 1024 уровня. Число уровней квантования при формировании цифрового звукового сигнала намного больше: от десятков тысяч до миллионов.

Цифровое кодирование. Квантованный сигнал, в отличие от исходного аналогового, может принимать только конечное число значений. Это позволяет представить его в пределах каждого интервала дискретизации числом, равным порядковому номеру уровня квантования. В свою очередь это число можно выразить комбинацией некоторых знаков или символов.

Совокупность знаков (символов) и система правил, при помощи которых данные представляются в виде набора символов, называют кодом. Конечная последовательность кодовых символов называется кодовым словом. Квантованный сигнал можно преобразовать в последовательность кодовых слов. Эта операция и называется кодированием.

Каждое кодовое слово передается в пределах одного интервала дискретизации. Для кодирования сигналов звука и изображения широко применяют двоичный код. Если квантованный сигнал может принимать N значений, то число двоичных символов в каждом кодовом слове $n \geq \log_2 N$. Один разряд, или символ слова, представленного в двоичном коде, называют битом. Обычно число уровней квантования равно целой степени числа 2, т.е. $N = 2^n$.

Кодовые слова можно передавать в параллельной или последовательной формах (рис. 143). Для передачи в параллельной форме надо использовать n линий связи (в примере, показанном на рисунке, $n = 4$). Символы кодового слова одновременно передаются по линиям в пределах интервала дискретизации. Для передачи в последовательной форме интервал дискретизации надо разделить на n интервалов - тактов. В этом случае символы слова передаются последовательно по одной линии, причем на передачу одного кодового слова отводится один такт.

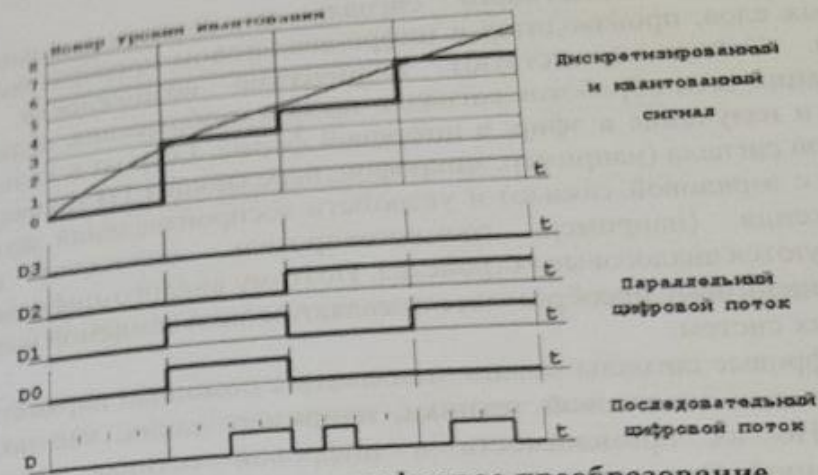


Рис. 142. Аналого-цифровое преобразование

Каждый символ слова передается с помощью одного или нескольких дискретных сигналов - импульсов. Преобразование аналогового сигнала в последовательность кодовых слов поэтому часто называют импульсно-кодовой модуляцией. Форма представления слов определенными сигналами определяется форматом кода. Можно, например, устанавливать в пределах такта высокий уровень сигнала, если в данном такте передается двоичный символ 1, и низкий - если передается двоичный символ 0 (такой способ представления, показанный на рис. 143, называют форматом БВН - Без Возвращения к Нулю). В примере рис. 143 используются 4-разрядные двоичные слова (это позволяет иметь 16 уровней квантования). В параллельном цифровом потоке по каждой линии в пределах интервала дискретизации передается 1 бит 4-разрядного слова. В последовательном потоке интервал дискретизации делится на 4 такта, в которых передаются (начиная со старшего) биты 4-разрядного слова²⁴.

Операции, связанные с преобразованием аналогового сигнала в цифровую форму (дискретизация, квантование и кодирование), выполняются одним устройством - аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Сейчас АЦП может быть просто интегральной микросхемой. Обратная процедура, т.е.

²⁴ Шашлов, Б.А. Цвета и цветовоспроизведение. М.: Книга, 2016. - 280 с.

восстановление аналогового сигнала из последовательности кодовых слов, производится в цифро-аналоговом преобразователе (ЦАП). Сейчас существуют технические возможности для реализации всех обработок сигналов звука и изображения, включая запись и излучение в эфир, в цифровой форме. Однако в качестве датчиков сигнала (например, микрофон, передающая ТВ трубка или прибор с зарядовой связью) и устройств воспроизведения звука и изображения (например, громкоговоритель, кинескоп) пока используются аналоговые устройства. Поэтому аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи являются неотъемлемой частью цифровых систем.

Цифровые сигналы можно описывать с помощью параметров, типичных для аналоговой техники, например, таких, как полоса частот. Но их применимость в цифровой технике является ограниченной. Важным показателем, характеризующим цифровой поток, является скорость передачи данных. Если длина слова равна n , а частота дискретизации F_D , то скорость передачи данных, выраженная в числе двоичных символов в единицу времени (бит/с), находится как произведение длины слова на частоту дискретизации: $C = nF_D$.

3. Цифровое представление компонентного видеосигнала.

Компонентный телевизионный видеосигнал может быть представлен в цифровой форме в соответствии с Рекомендацией ITU-R 601. Эта рекомендация устанавливает правила раздельной дискретизации, квантования и кодирования сигнала яркости Y и двух цветоразностных сигналов $R-Y$ (C_r) и $B-Y$ (C_b). Частота дискретизации для яркостного сигнала Y установлена равной 13,5 МГц, для цветоразностных сигналов - 6,75 МГц, т.е. частота дискретизации яркостного сигнала в 2 раза больше частоты дискретизации цветоразностных сигналов. Если взять, как принято, в качестве условной (базовой для иерархии цифровых стандартов) единицы частоту 3,375 МГц, то частоты дискретизации яркостного и двух цветоразностных сигналов будут находиться в соотношении 4:2:2, которое и дает часто используемое название стандарта.

При таких значениях частот дискретизации можно практически преобразовать без искажений в цифровую форму сигнал яркости в полосе до 5,75 МГц, а цветоразностные сигналы - в полосе до 2,75 МГц (надо помнить о запасном интервале между граничной частотой сигнала и половиной частоты дискретизации).

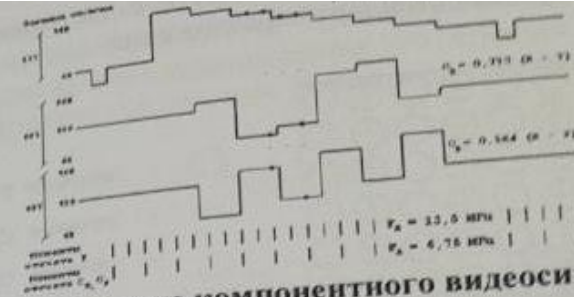
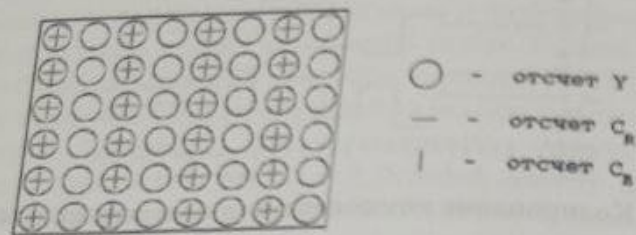


Рис. 143. Кодирование компонентного видеосигнала (4:2:2)

Стандарт 4:2:2 используется в качестве базового при оценке других вариантов дискретизации, и на значение 5,75 МГц часто ссылаются как на границу полной полосы ТВ сигнала. Рис. 144 показывает дискретизацию компонентного телевизионного сигнала на примере сигнала цветных полос. Длина кодового слова - 10 двоичных разрядов - битов (в первоначальном варианте - 8 битов), что позволяет перенумеровать 1024 уровня квантования. Однако числа 0..3 и 1020..1023 резервируются для цифровых синхронизирующих сигналов. Для квантования яркостного сигнала выделяется 877 уровней (значение черного в видеосигнале соответствует уровню квантования 64, а номинальное значение белого - уровню 940). Для квантования цветоразностных сигналов выделяется 897 уровней, причем нулевому значению аналогового сигнала соответствует уровень квантования 512. Кодированию подлежат гамма-корректированные сигналы. Приведенные диапазоны уровней квантования часто используются при сравнении с другими вариантами квантования. В этом случае на них часто ссылаются как на показатели динамического диапазона или полного разрешения по уровню сигнала, поскольку число уровней квантования определяет шум квантования и, соответственно, динамический диапазон. В этом же смысле иногда говорят о 10-битном разрешении.

Частоты дискретизации представляют гармоники строчной частоты, что обеспечивает неподвижную ортогональную структуру отсчетов ТВ изображения (рис. 145). Величинам 13,5 и 6,75 МГц кратно, как частота строчной развертки стандарта телевизионного разложения 625/50, так и частота развертки стандарта 525/60. Собственно, выбор в качестве базовой именно частоты 3,375 МГц

многом связан с соображениями кратности с частотами строчной развертки двух мировых стандартов разложения



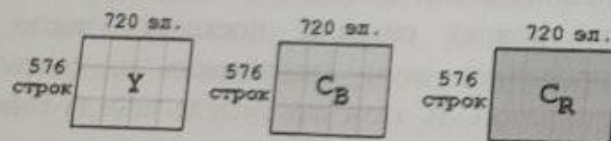
Число отсчетов в активной части кадра

$$\begin{aligned} Y &= 720 \pm 576 & (576 \text{ строк по } 720 \text{ отсчетов}) \\ C_R &= 360 \pm 576 & (576 \text{ строк по } 360 \text{ отсчетов}) \\ C_B &= 360 \pm 576 & (576 \text{ строк по } 360 \text{ отсчетов}) \end{aligned}$$

Рис. 144. Кодирование компонентного видеосигнала (4:2:2). Структура дискретизации

Это важно потому, что позволило ввести единый мировой стандарт цифрового кодирования компонентного видеосигнала, при котором в активной части строки содержится 720 отсчетов яркостного сигнала и по 360 - каждого цветоразностного. Различие в системах 625/50 и 525/60 заключается в разном числе строк и несколько отличающейся длительности интервала гашения. Полная скорость передачи цифрового компонентного видеосигнала составляет $10 \times 13,5 + 10 \times 6,75 + 10 \times 6,75 = 270$ Мбит/с.

4:4:4



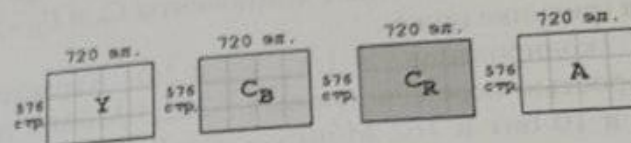
Цифровой поток $C = 405$ Мбит/с

Рис. 145. Кодирование компонентного видеосигнала (4:4:4)

Существуют и другие форматы представления компонентного ла в цифровом виде. Кодирование по стандарту 4:4:4 предполагает использование частоты 13,5 МГц для всех трех

компонентов: R, G, B или Y, C_r , C_b , (рис. 146). Это означает, что компоненты передаются в полной полосе. Для каждого компонента в активной части кадра оцифровывается 576 строк по 720 элементов. Скорость цифрового потока при 10-битовом слове составляет 405 Мбит/с.

4:4:4:4

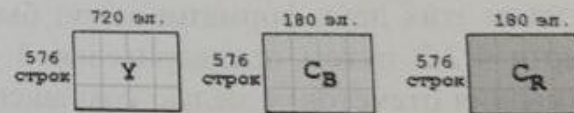


цифровой поток $C = 540$ Мбит/с

Рис. 146. Кодирование компонентного видеосигнала (4:4:4:4)

Формат 4:4:4:4 описывает кодирование четырех сигналов (рис.147), три из которых являются компонентами видеосигнала (R, G, B или Y, C_r , C_b), а четвертый (альфа-канал) несет информацию об обработке сигнала, например, о прозрачности изображения переднего плана при наложении нескольких изображений. Дополнительным четвертым сигналом может также быть сигнал яркости Y в дополнении к сигналам основных цветов R, G, B. Частота дискретизации всех сигналов - 13,5 МГц, т.е. все сигналы передаются в полной полосе. Скорость передачи данных при 10 битах на слово равна 540 Мбит/с.

4:1:1



Полный цифровой поток
 $C = 162$ Мбит/с (8 бит)

Цифровой поток
(активная часть изображения)
 $C = 124$ Мбит/с (8 бит)

Рис. 147. Кодирование компонентного видеосигнала (4:1:1)

Формат 4:1:1 предлагает двукратное уменьшение частоты дискретизации цветоразностных сигналов (в сравнении со

стандартом 4:2:2). Яростной сигнал Y дискретизируется с частотой 13,5 МГц, а цветоразностные (C_r и C_b) - 3,375 МГц. Это означает и двукратное уменьшение горизонтального разрешения в цвете. В активной части кадра 576 строк, каждая из которых содержит 720 элементов сигнала яркости и по 180 - цветоразностных сигналов (рис. 148). Формат 4:2:0 предлагает изображение, в котором яркостная компонента Y содержит в активной части кадра 576 строк по 720 отсчетов, а цветоразностные компоненты C_r и C_b - 288 строк по 360 отсчетов (рисунке ниже).

Варианты кодирования 4:1:1 и 4:2:0 характеризуются одинаковой скоростью передачи данных - 202,5 Мбит/с для длины кодового слова в 10 бит и 162 Мбит/с - для 8 бит на слово. Если передавать только активную часть изображения (без обратного хода), то величина цифрового потока при 8 битах на слово составит 124 Мбит/с.

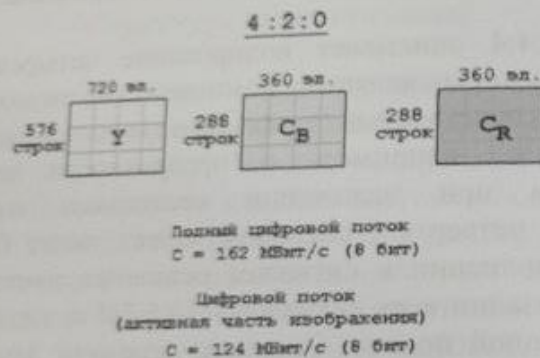


Рис. 148. Кодирование компонентного видеосигнала (4:2:0)

Цифровые сигналы этих двух форматов могут быть получены из сигналов стандарта 4:2:2 путем предварительной обработки и децимации (прореживания отсчетов) с целью сокращения скорости потока. Формат 4:1:1 оказывается более удобным для систем со стандартом разложения 525/60, а формат 4:2:0 - для систем 625/50. Это связано с тем, что потеря вертикальной четкости более заметна в системе с меньшим числом строк (525/60), а потеря горизонтальной четкости более заметна в системе 625/50.

Находит применение формат 3:1:1, в котором уменьшено (в сравнении с 4:2:2) горизонтальное разрешение и для яркостной компоненты (с 720 до 540), и для цветоразностных (с 360 до 180).

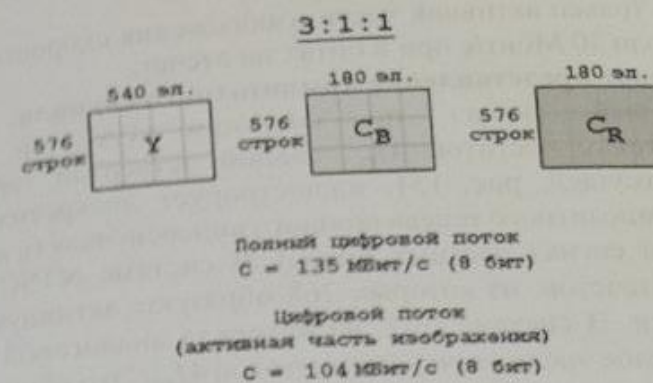


Рис. 149. Кодирование компонентного видеосигнала (3:1:1)

Активная часть кадра содержит 576 строк с 540 отсчетами яркостной компоненты и 180 отсчетами для цветоразностных (рис. 149). Скорость передачи данных формата 3:1:1 составляет 135 Мбит/с при 8 битах на один отсчет. Для значительного сокращения скорости потока (например, в CD-ROM приложениях) разрешение яркостной компоненты снижается примерно в 2 раза по вертикали и по горизонтали, а цветоразностных - в 4 раза по вертикали и в 2 раза по горизонтали (в сравнении со стандартом 4:2:2).

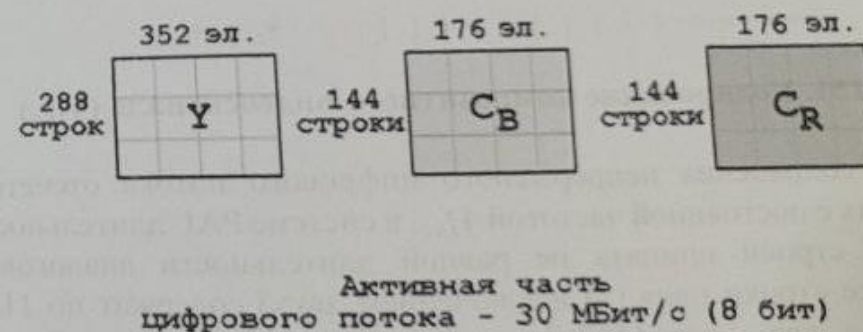


Рис. 150. Кодирование компонентного видеосигнала CIF (Common Interchange Format)

Такой вид представления описывается форматом CIF (Common Interchange Format). Один кадр этого формата содержит в активной части 288 строк по 352 отсчета для яркостной компоненты и 144 строки по 176 отсчетов для цветоразностных компонент (рис. 150).

При передаче только активной части изображения скорость потока составляет около 30 Мбит/с при 8 битах на отсчет.

4. Цифровое представление композитного сигнала.

Композитный сигнал по системам PAL и NTSC дискретизируется с частотой $4f_{sc}$, равной четвертой гармонике квантовой поднесущей, рис. 151, иллюстрирует дискретизацию и квантование композитного телевизионного видеосигнала (в качестве сигнала показан сигнал цветных полос). В системе NTSC строка содержит 910 отсчетов, из которых 768 образуют активную часть цифровой строки. В системе PAL на интервал аналоговой строки приходится нецелое число отсчетов с частотой $4f_{sc}$. Это обусловлено тем, что в системе PAL помимо четвертьстрочного сдвига используется дополнительный сдвиг частоты поднесущей на частоту кадров (25 Гц).

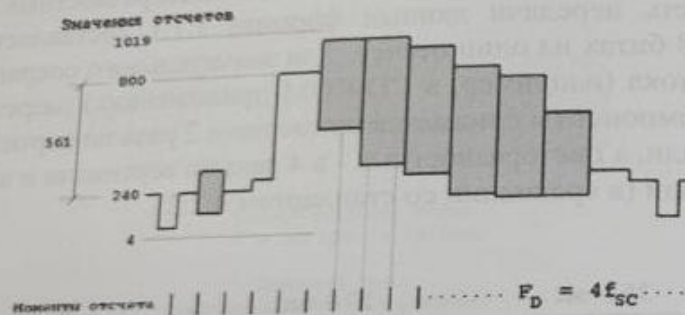


Рис. 151. Кодирование композитного видеосигнала ($4f_{sc}$)

Для сохранения непрерывного цифрового потока отсчетов, следующих с постоянной частотой $4f_{sc}$, в системе PAL длительность цифровой строки принята не равной длительности аналоговой строки. Все строки поля (за исключением двух) содержат по 1135 отсчетов, а две - по 1137. Длина кодового слова - 10 бит (в первоначальном варианте - 8). Необходимость цифрового кодирования фронта и среза синхроимпульсов композитного аналогового сигнала приводит к тому, что для диапазона от номинальной величины черного до номинального белого выделяется примерно на 30% меньше уровней квантования, чем для сигнала в компонентной форме. Скорость передачи данных для цифрового сигнала в системе NTSC составляет 143 Мбит/с, а в системе PAL -

177 Мбит/с. Несколько слов надо сказать о цифровом представлении звукового сигнала, так как многие цифровые устройства обработки видеосигналов имеют и звуковую часть, необходимую для синхронной обработки звука и изображения. Особенно это относится к нелинейным видеомонтажным платам и системам.

4. Цифровое представление звукового сигнала.

Для передачи звукового сопровождения в телевидении применяются цифровые сигналы стандарта AES/EBU. В соответствии с этим стандартом при аналого-цифровом преобразовании звука используется импульсно-кодовая модуляция с линейной шкалой квантования, причем на один отсчет для собственно звуковых данных отводится до 24 бит (рис. 152). Форма представления кодовых слов - последовательная. К каждому слову звуковых данных добавляются биты корректности отсчета V , состояния канала C , данных пользователя U . Эта группа из 27 бит, дополненная битом четного паритета P и синхрословом из 4 бит, образует субкадр из 32 бит.

Стандарт поддерживает два звуковых сигнала (например, 2 моно или 1 стереоканал), из отсчетов которых формируется кадр. 192 последовательных кадра объединяются в блок данных. Объединение в блок значимо лишь постольку, поскольку в пределах блока с помощью битов C передается информация, например, о характере сигнала (моно или стерео), о внесенных предискажениях. В пределах блока группируется и информация пользователя.

Блок звукоданных (192 кадра)

A	B	A	B	A	B		A	B	A	B
0	0	1	1	2	2		190	190	191	191

A	B	Кадр данных (2 субкадра)
---	---	--------------------------

Субкадр (32 бита)

Синхро-слово	Звукоданные	V	U	C	P
--------------	-------------	---	---	---	---

V - бит корректности; C - бит статуса канала
 U - бит пользователя; P - бит паритета

Частота дискретизации $f_D = 48$ кГц

Цифровой поток $C = 3,072$ Мбит/с

Рис. 152. Цифровое представление звукового сигнала AES/EB

Стандарт AES/EBU допускает ряд частот дискретизации, из которых наиболее удобной для телевидения является частота 48 кГц, при которой длительность блока составляет 4 мс. При этом устанавливается простое соотношение между частотой дискретизации звука и частотой видеокадров, что упрощает синхронизацию и передачу цифровых сигналов видео и звука по одной линии связи. Скорость передачи звуковых данных при частоте 48 кГц составляет 3,072 Мбит/с.

Контрольные вопросы и задания

1. Кем был обоснован принципиальный способ решения проблем передачи и записи с высокой степенью помехозащищенности?
2. Какие основные операции необходимо выполнить для преобразования любого аналогового сигнала в цифровую форму?
3. В результате чего появляются дополнительные компоненты, располагающиеся вокруг гармоник частоты дискретизации в диапазоне, равном удвоенной ширине спектра исходного аналогового сигнала?
4. Расскажите об округлении величины отсчета?
5. Как называется термин, определяющий искажения сигнала, возникающие в процессе квантования?
6. Какой сигнал, в отличие от исходного аналогового, может принимать только конечное число значений?
7. Опишите цифровое представление телевизионного сигнала?
8. Расскажите принцип аналого-цифрового преобразования сигналов?
9. Чем отличается цифровое представление компонентного видеосигнала?
10. Цифровое представление композитного сигнала и принцип передачи сигнала?

Ключевые слова: АЦП, ЦАП, сигнал, видеосигнал, AES, EBU, кодирование, Common Interchange Format, квантование, дискретизация, шумы.

3.2. Технология цвета в мультипликациях (ретроспективный анализ)

План:

1. История появления мультипликации
 2. Эпоха мультипликации Диснея
 3. Стилистика фильма
- 1. История появления мультипликации.**

Кому из нас не знакомы эти старые сказки? Сколько поколений ребят с замиранием сердца следило за волшебными приключениями героев в тёмном зале соседнего кинотеатра? Эти небольшие фильмы в любом возрасте дарят нам радость, праздничное настроение. Это ведь действительно праздник — яркий, красочный мир мультипликационного фильма. Мир, где добро борется со злом и всегда побеждает, где можно запросто оказаться за тридевять земель или просто открыть таинственную прелесть обычного туманного утра. Где симпатичные зверюшки могут преподать серьёзный урок дружбы и взаимной выручки, а рассказ о человеке, добровольно переселившемся на жительство в удобный полированный шкаф — поведать о смысле нашего бытия.

Мультипликации, особенно рисованной, свойствен широкий диапазон возможностей — от невероятных сказочных превращений до поэтической метафоры или лаконичного иносказания, притчи. И хочется верить тем, кто утверждает, что возможности рисованного фильма поистине неисчерпаемы, как в области изобразительной формы, так и жанрового многообразия.

Рисованный фильм в годы немого кино формировался как искусство политическое, публицистическое. В нём как бы оживали плакат, популярный лубок, политическая карикатура.

Со временем требования к художественному качеству и тематике мультфильмов стали повышаться, начались поиски специфики мультипликации. Появились первые фильмы для детей, в основном на сказочные и басенные мотивы. В Москве энтузиастами детского рисованного фильма стали И.Иванов-Вано, Д.Черкес, В.Сутеев, Л.Атаманов (переехавший из Армении), А.Пресняков, плодотворно работавшие и в последующие десятилетия.

В Ленинграде в середине 20-х—30-х годах работала талая группа талантливых художников, пришедших в кино из книжной графики. — М.Цехановский, А.Синигин, В.Сюмакин, В.Павленко. Поскольку большинство из них были связаны с детской книжной иллюстрацией, с её наркным, красочным рисунком, это отразилось и на их кинематографических пристрастиях.

В 1929 году был создан один из лучших в рисованной кинематографии фильмов «Почта» (1929, озвучен в 1930 г.). М.Цехановский, режиссёр картины, был известным оформителем детских книжек. Художник воспользовался в своей работе над фильмом всей сложностью и многообразием выразительных средств современной графики, мастерски соединив их с возможностями кино.

Кругосветное путешествие письма за своим адресатом (выполненное им и в книжной иллюстрации стихотворения С.Маршак) обрело движение, оживило в неукротимом беге поездов, кораблей, самолётов.

Изобразительная форма фильма сохранила композицию графического листа, что совсем не лишило её своеобразной выразительности, динамики. Цехановский решил сохранить и цвет, и, поскольку цветного кино ещё не существовало, раскрасил позитив картины вручную. Он использовал три основных цвета, сбалансировав их оттенки — неяркий красный, синий, густо жёлтый, взяв чёрный цвет как «основу» рисунка. Каждая страна и каждый почтальон получили в фильме не только собственный характерный облик, но и свой цвет — синева-серый Берлин с пухленьким краснолицым почтальоном; синие силуэты Лондона, оттенные красными автобусами, мистер Смит, «вроде щепки», с бледным лицом; знойный цвет Бразилии с темнолицым служителем почты, в белом костюме и широкополой шляпе; и почтальон, «с цифрой пять на медной бляшке, в синей форменной фуражке», — размашисто шагающий на фоне заснеженного строгого пейзажа Ленинграда. Фильм открыл новые возможности мультипликации, отличные от бытовавших. «А за первым успехом Цехановскому уже рисовались заманчивые горизонты зарождающегося нового искусства «звучащей, динамизированной живописи».

Одним из значительных фильмов 20-х годов был и «Самоедский мальчик» (1928) режиссёров З. и В.Брумберг, где впервые графический аскетизм линейного рисунка попытались

применить тончайшим графическим оформлением¹². Градации серых тонов, их мерцания создали в фильме особую мягкую гамму северной северной природы.



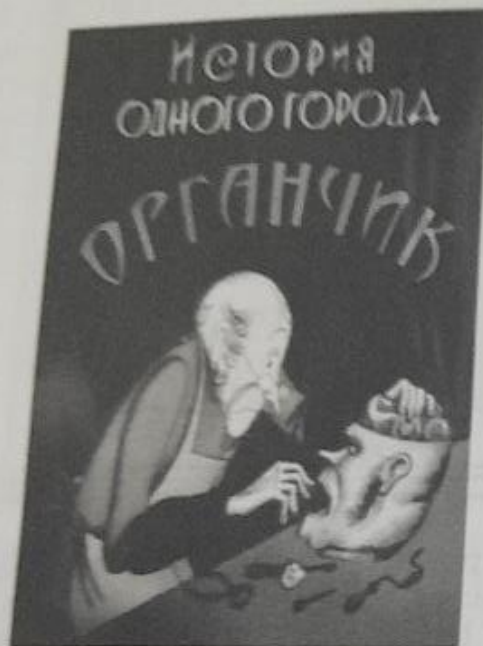
Российская графическая мультипликация в 20-е—30-е годы только складывалась как отдельная область российской кинематографии. Ни техническая база (мультиплексы только открывались при студиях и были весьма слабо оснащены), ни кадры художников-мультипликаторов, не имеющих производственного и творческого опыта, не могли ещё создать для мультипликационного кино необходимой репутации.

Над довольно низким уровнем большинства агитпроп фильмов отдельными вершинами поднимались лишь некоторые художественные рисованные картины, ещё полные недостатков, но уже свидетельствующие о серьёзных поисках собственной специфики и выразительности. Это были картины на мотивы русских народных сказок. Они были первыми серьёзными попытками освоения совместного опыта, традиций литературы и изобразительного искусства. Режиссёр фильма «Сказка о царе Дурандае» (1934) И.Иванов-Вано трактовал рисунок фильма в

¹² Яковлев, П.В. Цвет как фактор психической регуляции // Прикладная психология. 2000. №4. - с. 14-27.

манере сатирического дуба и жалел, что в кино ещё не было цвета и приходилось делать фильм чёрно-белым.

Интересна оценка опыта Н.Холатаева над изобразительным строем фильма «Органчик» (1933) С.Гинзбурга. Фильм был поставлен по одной из глав «Истории одного города» Салтыкова-Щедрина.



«Трактуя тему «Органчика» как общечеловеческую, он неизбежно должен был отказаться и от изображения города Глупова, как исторически и социально конкретной среды. Мир, показанный им в фильме, — это не принципиальная действительность эпохи николаевской реакции, а мир условных масок. И именно поэтому в поисках графического воплощения этого условного мира он пришёл к манере В.Фаворского. Над изобразительной частью фильма вместе с ним работал один из ближайших учеников Фаворского, одарённый художник-гравёр Г.Ечеистов... Они следовали не только духу графики Фаворского, для которого его герои — это не образы, взятые из действительности, а отвлечённые психологические категории, но и форме этой графики... Кадры фильма, нарисованные ушью, производили впечатление гравюр на дереве с контрастным

противопоставлением чёрного и белого и условно трактованным пространством, в котором теряются маленькие человеческие фигурки. И это придавало фильму характер скорее гофмановского романтического, чем щедринского реалистического, гротеска».

Эффектная, но неточно трактованная изобразительная форма искажала смысл талантливого, по существу, произведения.

Таким образом, мы видим, как от простого графического рисунка, предельно упрощённой линии наша чёрно-белая мультипликация обогащалась традициями тональной графики. Это уже было творчество, говоря словами Эйзенштейна, «в области ограниченного спектра и однотонных валёров».

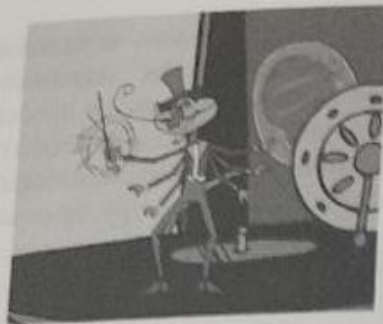
Отсюда уже один шаг был до живописи, до цвета с его способностью эмоционально и психологически обогатить рисованный мир мультфильма, сделать его зрелищнее, интереснее, содержательнее.

2. Эпоха мультипликации Диснея.

Первый цветной фильм в игровой российской кинематографии появился в 1936 году. А в 1935 году в Москве впервые провели фестиваль американских мультфильмов, в программе которого был первый цветной рисованный фильм Уолта Диснея «Три поросёнка».



Естественно, и высокий профессионализм «одушевления» героев, и цвет поразили воображение мультипликаторов, так же, как год назад сам Дисней был поражён качеством цветного изображения в первом американском цветном игровом фильме «Кукарача». Цвет в нём был использован по новой тогда технологии трёхцветной печати фирмы «Техниколор» и отличался разнообразием и мягкостью тональной гаммы. Дисней понял, что цвет — это как раз то, чего ему не доставало для ещё большего успеха.



Как известно, с именем Диснея связана целая эпоха в мультипликации. Он оказал серьёзное влияние на развитие рисованной мультипликации во всем мире, и вплоть до 50-х годов был её призванным «королём».

Что же определило столь длительное влияние диснеевского метода и стиля, почему «под гипнозом Диснея» оказались национальные кинематографии многих стран? Ответ на этот вопрос неоднозначен.

Мультипликация с приходом Диснея твёрдо встала на ноги, его серийные кинокомиксы и полнометражные киносказки завоевали невиданную аудиторию, и по праву, ибо по техническому и художественному совершенству им не было равных.

Дисней впервые дифференцировал процесс производства своих фильмов, освободив творческих работников от однообразной утомительной работы по прорисовке промежуточных фаз движения персонажей. Контурный рисунок тщательно продуманного по всем своим характеристикам персонажа заливался с помощью шаблона краской, по заранее разработанной цветовой гамме (существовало тысяча двести специально разработанных формул цветовых отношений, для создания любой гаммы цвета в фильме). Производство было поточным, быстрым, экономичным²⁶. Художественная манера Диснея, органически связанная с комиксом и американской детской книжной иллюстрацией, стала общепринятым стандартом не только в США.

Цветовые пристрастия У. Диснея нельзя назвать особенно изощрёнными. Цвет служил в качестве раскраски и, как иллюстрации в детской книжке, был решён броско и плоско

²⁶ Абдуллин, А. Р. Онтологическое мышление: виды и сущность / А. Р. Абдуллин. - Уфа: Изд-во БашГУ, 2002. - 481 с.

(опять же и целях убыстрения производства). Цвет у него функционально пассивен и выполняет чисто изобразительные задачи.

В «Белоснежке и семи гномах» цвет сдержанный, многие кадры, связанные с положительными героями, приглушённой гаммой напоминают пастели. Недаром этот фильм занял видное место в ряду лучших цветных фильмов своего времени.



Богатой цветовой гаммой отличается один из лучших фильмов Диснея «Пинокио» — в одном его кадре использовалось более 30 оттенков цвета.



С. Эйзенштейн критиковал Диснея за цветовую не музыкальность, слащавость, как он считал, цвета, грубую подмалёвку фона и пейзажа («Бэмби»). Отмечал, что цвет у него не

участвует в действии... Известно, что Эйзенштейн предъявлял к цвету в фильме высокие требования смысловой наполненности, и с этих позиций цветовая атмосфера даже лучших, классических картин Диснея не выдерживала его критики. Дисней не ставил перед собой столь высоких задач, с этим связана определённая конкретность его стилистики, в которой цвету отводилась второстепенная роль.

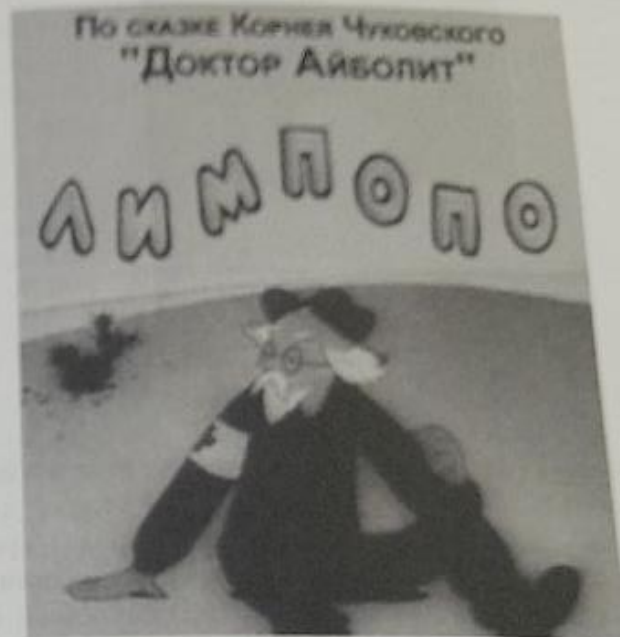
Российская школа мультипликации в 30-е годы также отдала дань увлечению не только технологией, но и стилистикой, эстетикой американского рисованного фильма. Особенно это сказалось на первых работах вновь организованной в 1936 году студии «Союзмультфильм», отличившихся удивительным однообразием творческого почерка. Да это и понятно, ибо унифицированная стилистика диснеевских лент была замкнута в себе, лишена возможности развития, изменения, т.к. это повлекло бы за собой изменение поточного метода производства.

Со временем мультипликация естественно вышла из-под влияния диснеевского метода, обратилась к созданию самобытных, разнообразных по стилю произведений, что соответствовало уже сложившимся традициям, источником которых были многонациональная литература, современная и классическая, изобразительное искусство, графика.

Уже в эти годы появлялись фильмы со своеобразным режиссёрским почерком, не утратившие связи с национальным, народным искусством. В 1939 г. появился изящный фильм М.Пашенко «Дзягба», по нанайской сказке о трёх маленьких работающих друзьях — девочке, собаке и лягушке, убежавших на Луну от злой колдуньи Дзягбы. Картину отличает продуманность цветового решения, исполненного в традициях и красках северного народного искусства — резьбы по кости, вышивки национальной одежды. При этом режиссёр сумел избежать и стилизации, и натуралистического копирования нанайского быта. Мягкие коричневатые, зеленоватые, жёлтые, белые тона прекрасно передают суровую красоту северной природы, национальный колорит.

В первый предвоенный год были созданы несколько интересных в изобразительном плане фильмов, ознаменовавших решительный поворот от традиций диснеевского метода. Это были картины режиссёров Л.Амальрика и В.Полковникова «Лимпопо»

(1940) и «Барыбалей» (1941), обе снятые по сказкам К.Чуковского в цвете, который выражал конкретные драматургические ситуации.



«Авторы фильма избегли и простого раскрашивания контурного рисунка, и натуралистического копирования красок живой природы. Не было в этих фильмах и ... резких контрастных столкновений цветов... Цвет в этих фильмах был использован локально; общий колорит каждой сцены был мотивирован её содержанием: в кадрах, рисующих пустыню, преобладала светлая охра, морские сцены были по преимуществу окрашены в сине-зелёный цвет и т.д.»

И.Иванов-Вано экранизировал белорусскую сказку-памфлет «Ивась» (1940), о крестьянском парне, насильно призванном в Белопольскую армию и освобождённом от подневольной службы Красной Армией. Цветовое решение картины определили серо-коричневые грустные тона, переходящие в мажорную золотистую гамму финальных кадров.

Великая Отечественная война на время приостановила развитие мультипликации. Многие художники стали работать над созданием военных учебно-инструктивных фильмов.



В послевоенные годы в рисованной мультипликации наметился значительный подъём. Ведущим стал жанр киносказки для детей, направленный на решение воспитательных задач средствами искусства. Был взят на вооружение весь арсенал выразительных средств мультипликации, в том числе и цвет, способный наиболее полно выразить необходимую идею. Однако, как ни плодотворно было обращение нашей мультипликации к традициям старших искусств, она и в послевоенный период страдала известной односторонностью, шаблонностью сценарных решений, изобразительной трактовки. Ещё сильны были рецидивы заёмного конвейерного метода производства мультфильмов. Так, до середины 50-х годов на «Союзмультфильме» разрабатывалась цветовая стилистика по единой шкале, насчитывавшей более двухсот оттенков цвета. Фильмы были перегружены цветом, причём он был содержательно нейтральным. Кинематография начала переходить на новую, трёхслойную цветовую плёнку, с более широкой и естественной гаммой цветовых отношений, что отвечало характеру намечавшихся изменений. Все более настойчиво в дискуссиях и выступлениях в прессе кинематографистов, критиков проводилась мысль о богатых смысловых и эмоциональных возможностях цвета, ещё не использованных кинематографом. Если цвет и не основное выразительное средство, то всё же одно из наиболее эффективнодействующих. Ведь в гармоническом сочетании всех

выразительных компонентов картины — облика персонажей, декорационной среды, музыки, шумов и т.д. — верно найденное и последовательно проведённое цветовое решение, цветовая атмосфера воздействуют на чувства зрителя прежде всего.

К пересмотру устоявшихся взглядов на цвет как обычную раскраску подтолкнуло и увеличение метража многих детских рисованных фильмов, переход к 3—5-частным картинам, потребовавшим совершенно иных принципов цветовой драматургии, связанных с движением цветовых масс в пространстве эпизода и всего фильма в целом.

Первый успех на этом пути выпал на долю сказки Ершова «Конёк-Горбунок» (1947), снятой И.Ивановым-Вано. Этот фильм называют этапным, принципиальным достижением рисованного кино. В немалой степени этому способствовала яркая, жизнерадостная цветовая гамма фильма, прекрасно соответствующая лукавству и юмору сказки. Пространство картины было решено условно, почти без готовых переходов. Народный характер сатирической сказки, с образами, выписанными выпукло, гротескно, был передан в стилистике глиняной игрушки, лубка, росписи старинных деревянных прялок.



Впервые была разработана последовательная цветовая партитура фильма, зафиксированная на специальной бумажной ленте, на которой красками было воспроизведено, как колорит одного эпизода и даже отдельных сцен сочетается с цветовым решением другого эпизода... Некоторые сцены выделялись одним

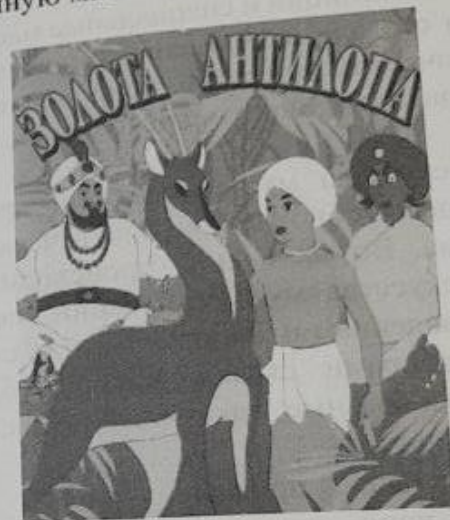
преобладающим колоритом, другие, если это вытекало из задач художественного замысла, строились на контрастном сочетании цветовых отношений, усиливающих эмоциональное и смысловое звучание сцены». Все эти нововведения открыли для мультипликации новые пути совершенствования образной и стилиевой формы.

Пятидесятые годы для рисованного фильма характеризуются совершенствованием культуры рисунка, цвета, движения персонажей, режиссёрского мастерства, а также более глубоким освоением традиций современной и классической литературы, изобразительного искусства, фольклора. Цветные рисованные фильмы завоевали международный экран, получили ряд специальных наград на кинофестивалях за рубежом. Среди этих картин «Аленький цветочек» (1952), «Снежная королева» (1957), «Золотая антилопа» (1954) режиссёра Л.Атаманова, «Снегурочка» (1952) И.Иванова-Вано.

Одна из любимых сказок нашей детворы, «Аленький цветочек» С.Аксакова, воплотилась на экране в яркое и поучительное зрелище, с историческими реалиями в изображении обстановки и среды действия. Белокаменная Русь, с её церквями и колокольнями достоверна и сказочно прекрасна одновременно. Ярко, фантастично, с восточным колоритом в архитектуре и красках, с эффектами цветного освещения решён остров Чудища, куда море выбрасывает Степана Емельяновича. Здесь сказочная атмосфера создаётся за счёт экзотичности облика чужой стороны.



В «Золотой антилопе» (по мотивам сказки), повествующей о дружбе мальчика-сироты с миром джунглей, воплощённом в образе волшебной золотой антилопы, спасшей мальчика от произвола жестокого раджи, тонко передан национальный колорит сказки. Красочная природа, сочные локальные тона костюмов рисованных персонажей живо напоминают восточную миниатюру.



Техника «эклера», применённая при съёмке этих фильмов (впервые введённая на студии У.Диснея), обогатила возможности мультипликации в психологическом плане, содействовала росту графической культуры рисованного фильма, и для своего времени была, несомненно, явлением прогрессивным. Однако, просматривая эти фильмы много лет спустя после их создания, ловишь себя на мысли, что сейчас «эклер» выглядит излишне натуралистично. Нынешняя мультипликация привлекает нас как раз фантастическим разнообразием форм движения, выразительных характеристик самых необычных героев, будь то вполне реалистичный пухленький Винни-Пух, или просто ножки-палочки, движущиеся неизвестно куда на фоне одноцветного «задника», время от времени меняющего свою окраску. Мультипликации нет нужды копировать движения и мимику реальных актёров, ибо у неё в запасе неограниченное поле деятельности для поисков собственной выразительности, но, как этап в освоении специфики рисованного фильма, техника «эклер» сыграла свою положительную роль.

Великолепный образец режиссёрского и изобразительного мультипликационного мастерства представляет собой и фильм М. Пашенко «Непослушный Котёнок» (по мотивам сказки И.Белышева, специалисты Д.Дёжкин и В.Василенко, оп. А.Астафьев, 1953). Приключения убежавших от мам зверят-малышей разворачиваются на фоне живописно решённого фона — огромной, величественной природы. В изобразительной трактовке персонажей были применены двойные экспозиции и специальные маски, что смягчило контуры рисунков и создало впечатление тональных переходов из цвета в цвет. Графический по своей природе рисунок приобрёл объёмность, что оправдало живописное решение фонов, привело к чужеродности манер.

Новый взлёт искусства мультипликации пришёлся на 60-е годы. Начался процесс обновления пластической и образной структур мультфильма. Во всем мире происходило качественное изменение самого искусства мультипликации, переход к новым стилистическим направлениям и жанрам. Наряду с традиционными в мультипликации жанрами сказки, сатиры, басни, памфлета появились и такие своеобразные, как фильм-песня, фильм-анекдот, фильм-плакат, фильм-притча.

Как отличительный признак нового поворота в мультипликационном кино отметим появление фильмов для взрослой аудитории. Рисованный, да и кукольный кинематограф становится интеллектуальным, поднимает широкий круг жизненных проблем, далеко выходящих за рамки пресловутого «конфликта в магазине игрушек». Изменение структуры художественного образа повлекло за собой и усложнение изобразительной характеристики фильма, его временных, динамических, цветовых параметров. Мультипликация отныне отличается большим разнообразием художественных почерков, пристрастий и манер.

Так, фильм классиков мультипликации, сестёр З. и В.Брумберг «Большие неприятности» (1961) решён в стилистике детского рисунка, с его смещением пропорций, броским локальным цветом. Этот приём юмористически или даже сатирически осветил родливые проявления мещанства, приспособленчества, суть которых взрослые умеют так хорошо скрыть за словом, а посредством восприятия ребёнка вдруг обнажить их истинный смысл.

В свободной бесконтурной манере, в лучших традициях детской книжной графики, напоминающей творческую манеру талантливых иллюстраторов детской книги Чарушина, Лебедева, решён фильм Ф.Хитрука и художника С.Алимова «Топтыжка» (1964). Общая серо-голубая гамма картины оттеняется неброскими цветовыми акцентами. Здесь, можно сказать, исполнилась, в определённом смысле, мечта Эйзенштейна об «отрыве» цвета от предметного носителя. Маленький медвежонок Топтыжка, проснувшись зимой в берлоге, решил выйти погулять, и впервые увидел солнце, мягкий красный шар которого словно запутался в ветвях дерева. Пытаясь подойти к нему поближе и, может быть, потрогать, медвежонок бежит к дереву, ориентируясь на красное пятно. Подойдя же к цели, он вдруг видит, что это вовсе и не солнце, а красная грудка снегиря.

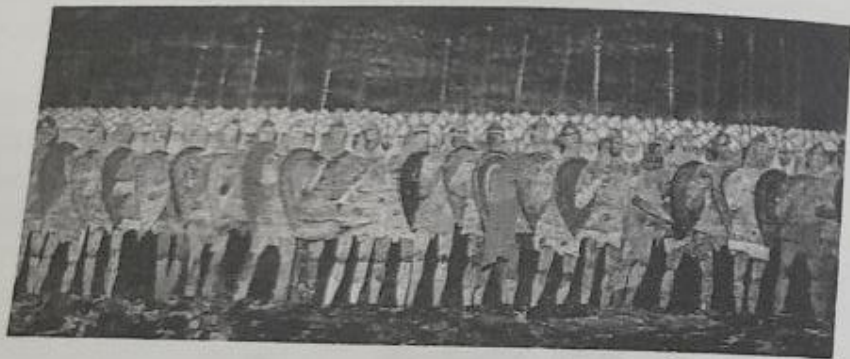


Один из старейших наших мастеров рисованного фильма И.Иванов-Вано успешно синтезирует в своей творческой манере традиции русского изобразительного и прикладного искусства, он прекрасный знаток традиций народного дубка и глиняной игрушки, национального орнамента, старинной гравюры, что помогло ему, в

частности, создать оригинальный стиль фильма «Левша» (1964), поставленного по одноимённой повести Н.С.Лескова. Стилистика лубка в «русских» эпизодах, техника гравюры на дереве в «аглицких» и петербургских сценах сочетается с интересным, колористически выдержанным цветовым решением. Каждый эпизод отличается особой цветовой доминантой: нежно-пастельная, постепенно темнеющая гамма в сценах с Александром I, чёрно-белая в заключительных кадрах картины, изображающих безумие и смерть Левши.

3. Стилистика фильма.

В фильме «Сеча при Керженце» (1972, совместно с Ю. Норштейном), сама тема, повествующая о борьбе русского народа с иноземными захватчиками, подсказала режиссёру адекватное ей решение. Изобразительную основу фильма составляет старинная русская живопись — иконы, фрески, вкупе с мотивами прикладного древнерусского искусства, орнамента, зодчества, что создало удивительно целостный, исторически верный стилистический облик картины.



В «Стекло́нной гармонике» (1968 г.) режиссёр Ю.Хржановский и художник Ю.Соостер обратились к традициям эпохи Возрождения, к образам Брейгеля и Босха. Графическая изощрённость образов И.Босха помогла выразить идею фильма о том, что жажда стяжательства превращает людей в страшных чудовищ, и только возвышающая сила искусства возвращает им человеческий облик.

К технике «ожившей живописи», основанной на сочном цветовом пятне, обращает нас картина Б.Степанцева «Песня о Соколе», поставленная по мотивам поэмы М.Горького. Творчество

Степанцева вообще отмечено склонностью к эмоциональному раскрытию темы живописными средствами (вспомним его картины «Мальчи и Карлссон» (1968 г.), «Щелкунчик» (1973 г.). Цвет в фильмах режиссёра выполняет важные драматургические и символические функции.

В горьковской «Песне о Соколе» (1968) в цветовом противопоставлении предстают два мира — революции и заплесневелого мирка трусливой обывательщины, — их решают золотисто-красные, живые, огненные цвета — и мрачные, болотно-серые цветовые гаммы.

Настоящую живописную фантазию, великолепно организованную монтажно и ритмически, представляет «Щелкунчик». Цвет в нём прекрасно передаёт романтический гротеск произведения Гофмана и музыки П.И.Чайковского.



Ещё один путь в мультипликации 60-х и более поздних лет — открыла неповторимая творческая манера режиссёра Ю.Норштейна («Ёжик в тумане» (1976), «Цапля и журавль» (1975), «Лиса и Заяц»). Самое удивительное, что новое он открыл на давно исхоженных дорогах детской сказки, остающейся самым популярным жанром мультипликации. Свежо и неординарно звучали в его картинах на сюжеты известных русских сказок мотивы народного творчества.

Картину «Лиса и Заяц» режиссёр и художник Ф.Ярбусова стилистически приблизили к народным росписям старинных деревянных досок, прялок, городецкой живописи, причём использовали не только декоративность рисунка, лаконизм и изысканность растительного орнамента, но и плоскостное решение

образов, обнажив этот приём до того, что ввели ограничивающую пространство кадра орнаментальную рамку. Отстаивая свою позицию до конца, они ограничили движение персонажей, перенесли динамическую нагрузку на слово. Каждый кадр этого фильма поражает декоративной завершенностью, собственной цветовой атмосферой. Переходя из рамки в рамку — таков принцип внутрикадрового монтажа — герой каждый раз попадает в новую цветовую атмосферу, выражающую его внутреннее эмоциональное состояние. Декоративность облика персонажей прекрасно уравнивается нейтральным неярким фоном декораций. Так, злого Волка, рыскающего с ножом и вилкой в руках, окружает холодная синеватая гамма тёмного леса. А зайчишку с огромными печальными глазами и узелком в лапках окружает все более темнеющая цветовая атмосфера, как бы передающая нарастающую печаль и чувство безысходности, охватившее нашего героя, выгнанного хитрой Лисой из лубяного домика...

Столь же далеко ушли режиссёр и художник от традиционных, часто и стереотипных образно-драматургических решений и в картине «Цапля и Журавль», которую отличает тонкий лиризм, общая поэтичность атмосферы. Здесь авторы отказались от ярких контрастных цветов, введя почти монохромную зеленоватую гамму, прекрасно объединяющую особую живописность, архитектурность фона с тонким штриховым рисунком облика персонажей и эмоционально передающую печальную суть взаимоотношений двух гордецов, которые всё ходят свататься друг к другу, и конца этому не видно. Само место действия — некий обветшалый дворец с облупленными колоннами, полуобвалившимися лестницами, каменный потрескавшийся пол беседки, сухие ветки деревьев, заросшее камышом болото создают картину безрадостную. Это не просто фон, но действующее лицо нашей печальной истории, наводящей зрителя на размышления о сути жизни, о том, что люди часто сами себе создают препятствия к счастью...

Даже выбрав только некоторые наиболее значительные картины из общего потока мультипликационного кино, мы увидели, насколько разнообразна копилка выразительных средств мастеров отечественного мультфильма, какое большое, а в некоторых случаях и определяющее значение занимает в их изобразительной стилистике цвет. Дух творческого поиска определяет искусство мастеров мультипликации.

Изменения коснулись буквально всех сторон мультфильма — пластических, драматургических, образных. Фильм стал более афористичным, ёмким, выразительным, приняло на себя повышенную идейно-художественную нагрузку. Различны и формы воплощения мысли на экране — от традиционных средств так называемого «фигуративного искусства» — до символа, метафоры, притчи. Вспомним такие притчи, как «Человек в рамке» (1966 г.) Ф.Хитрука (худ. С.Алимов), «Жил был Козявин» (1966 г.) и «Шкаф» (1971 г.) А.Хрижановского, где используются средства сатиры, фантастики, притчи. Цвет в них — один из важнейших элементов пластического образа.

В фильме «Шкаф» сатирическая тема духовной ограниченности, отчуждённости человека от действительности, «герметизма» его существования решена в цвете весьма лаконично — от огромного голубого воздушного пространства жизни человек запирает себя в душевный коричневый уют дубового шкафа, уходя в свой убогий мирок...

Символом духовной ограниченности, эгоизма становится позолоченная рама, из которой надменно взирает «герой» «Человека в рамке» (1966 г.), никакие силы не заставят карьериста покинуть её надёжные позолоченные пределы.

Скучный, «канцелярский» зелёный цвет окружает бюрократа Козявина, в тупом исполнительском рвении обошедшего земной шар, в указанном начальством направлении, и так и ничего не увидевшего в окружающем его прекрасном мире.

Метафорическая сила цвета использована Н.Серебряковым в фильме «Поезд памяти», посвящённом трагедии чилийского народа. Здесь с помощью техники соляризации, при которой краски переливаются, словно расплавленные, зрелище обычного моря в лучах заходящего солнца вдруг приобрело символический смысл «моря крови».

Мы видим, что каждый художник ищет свои пути к наиболее яркому и точному воплощению мысли. Отечественной мультипликации свойственно острое чувство современности, гуманность в выборе и разработке тем, стремление в простой, лаконичной форме выразить социально важные проблемы.

В 1976 году, когда делегация мультипликаторов посетила Америку и показала программу мультфильмов на студии Дисней, один из сотрудников с удивлением признался: «Мы вам завидуем —

у вас такие разные фильмы!» — В западной мультипликации чаще удивляло однообразие. Там много ярких, самобытных художников, таких, как канадец Н.Мак-Ларен, американский мультипликатор С.Босустов, французские мастера П.Гримо, А.Грюэль, А.Алексеев, но общий уровень мультипликационной продукции, поставленной на промышленный поток и производимой в основном для телевидения, невысок.

Норман Мак-Ларен создаёт свои рисованные на плёнке фильмы один, без помощников. Его эксперименты в области звука и цвета в послевоенные годы значительно обогатили выразительную палитру графического фильма. Фильмы «Прочь скучные заботы», «Мерцающая пустота» (1954 г.), «Мозаика» (1965 г.) представляют собой удивительное по богатству фантазии зрелище абстрактных форм, цветово, ритмически и музыкально организованных.

Стефан Босустов оказал огромное влияние на состояние современной мультипликации. Он был одним из многих анонимно выступавших художников на студии Диснея в Бербенксе. Основав в 40-е годы собственную мультстудию, Босустов и его коллеги начали работать в более свободном, не стесняющем собственных творческих устремлений, стиле, характер которого определил стиль журнальной графики того времени, с элементами карикатуры, более экспрессивный, свободный от перегрузки деталями. Освобождение от догматов диснеевской манеры выразилось в основном в развитии выразительных средств. Босустов ввёл до предела стилизованный, странноватый персонаж с очень условным, профильным рисунком движения. Новаторски подошёл он и к цвету — вместо общепринятой цветовой системы фильмов Диснея, с большой гаммой цветовых отношений, он применял две-три чистые краски; с одной стороны, это значительно упрощало процесс производства, а с другой, каждое цветовое пятно приобрело гораздо большее смысловое наполнение.

Стремление к цветовому лаконизму выразило повышение символической роли цвета в структуре современного художественного образа. В данном случае «играют» традиционные представления, связанные с тем или иным цветом, поэтому главное условие символического использования цвета — его локальность.

Так, в фильме бельгийского режиссёра Р.Серве «Хромофобия» (1966) цветовая мозаика контрастных цветовых пятен — красных, олубых, зелёных... создаёт впечатление красочного цветения

жизни. Вдруг на яркую цветовую гамму наплывает чёрное, геометрическое, зловещее — цветущий пейзаж становится безжизненно-серым. Но вот серое поле начинает пробивать новые ростки жизни, и постепенно цвет, краски жизни вытесняют чёрную пелену войны, горя, смерти с экрана. В короткой цветовой эссеистике выразительно прозвучала идея торжества жизни над силами зла, всегда готовыми посягнуть на неё... Цвет в этом фильме помог реализовать актуальную идею.

Совсем в другом ключе решён фильм американского режиссёра В.Кэтрайта «Комната и дверь». В голой коробке комнаты с белыми стенами, без окон, перед закрытой дверью прыгает, гримасничает, веселится маленькое странноватое существо розового цвета — ребёнок. Он играет с блестящей дверной ручкой. Постепенно существо растёт — это выражается не только увеличением его, но и цветом — из розового он становится желтоватым, затем коричневым и, наконец, в тщетных попытках открыть запертую дверь, сморщенный человечек становится серым и умирает. Дверь открывается, вдвигается что-то вроде узкого стола, больше ничего не видно. Вот такая жутковатая притча о человеческом существовании.

Фильм этот — характерный образец определённого направления западной мультипликации, пронизанной настроениями пессимизма, смакования всяческих ужасов и уродств.

В другом направлении работают приверженцы «живописного» стиля в мультипликации, стремящиеся к богатству цветовой палитры, к колористическим изыскам. Цвет здесь эмоционально напряжён, его отличает повышенная музыкальность, поэтическая утончённость. Среди мастеров живописного стиля целая группа молодых французских мультипликаторов, таких как Ж.Литвини («Барышня и виолончелист», 1965), Ж.Леру («Пьеро», 1965), американец Д.Хабли, поляки Ян Лениц («Янко-музыкант», «Лабиринт», «Носорог» и др.), В.Герш.

Витольд Герш — признанный живописец экрана. Его фильмы напоминают красочные живописные полотна. «Герои» выписаны сочными красочными мазками, кистью без традиционных в мультипликации контуров.

Столь же живописно-выразительны и самобытны и другие его картины — «Малый вестерн», «Портрет коня», «Великолепный марш» (1971), выполненные масляными красками.

Среди румынских мастеров рисованного фильма своими цветовыми экспериментами выделялся режиссёр С.Бэлаша. Свою «киноживопись» он создаёт, рисуя на стекле перед киноаппаратом, фиксирует рисунок и снова рисует. В манере киноимпровизации, в причудливом изменении форм и цвета, фантастических предметов и существ, меняющих свои формы, переходящих одна в другую, возникает его «живопись под аппаратом». Сама техника и стилистика, используемые режиссёром, не новы, но применяются весьма своеобразно.

В интересной живописной манере работают известные итальянские режиссёры Э.Лудзатти и Д.Джаннини. Их картина «Паладины Франции» (1962) живописует похождения средневековых рыцарей, и в образном строе её удачно применена стилистика витража.

Известно, что цвет имеет психологические характеристики, восприятие человека требует смены цветовых впечатлений; цвет может утомлять или, наоборот, успокаивать, с помощью цветотерапии даже лечат некоторые заболевания. Определённая цветовая драматургия, ритмическая смена цветовых масс помогает и управлять зрительным восприятием в кино.

Этой особенностью цвета прекрасно пользуются болгарские мультипликаторы — Т.Динов, Д.Донев, С.Дуков. Они сознательно разворачивают действие своих фильмов на фонах нейтральных, холодноватых тонов, сосредоточивая внимание зрителей на процессе развития авторской мысли, а момент наивысшего драматического напряжения отмечают всплеском цвета, «подогревая» зрительские эмоции и воображение.

Особое значение имеет цвет в музыкальном мультфильме. В этой области поиски столь же многообразны — от абстрактных цветомузыкальных композиций, когда художника привлекает в игре цветных линий, пятен, фантастических фигур, возникающих и рассыпающихся по воле автора в ритме музыкального сопровождения (эта традиция идёт от О.Фишингера, Н.Мак-Ларена) возможность выразить своё восприятие музыки в «образах» беспредметного искусства, что характерно для апологетов «чистого» кино на Западе, — до вполне «программных» цветомузыкальных композиций, полнее и ярче выявляющих содержание, драматургию мультфильма, как это мы видим, к примеру, в итальянском фильме Э.Лудзатти «Сорока-воровка» — свободной фантазии на темы

увертюры одноимённой оперы Россини, или в фильме И.Иванова-Вано «Времена года», где цвет передаёт тончайшие лирические настроения, связанные с картинами русской природы, одухотворённый гениальной музыкой П.И.Чайковского. Цветотональная гамма фильма органично слита с эмоциональным настроением музыки, передаёт золотисто-багряную тональность «природы увядания», серебристый колорит зимы...

Во французском фильме «Французские окна» (реж. Я.Эмес) мы видим танцевальную фантазию. В убыстренном темпе, в ритме рок-музыки, по экрану движется группа танцоров в трико (техника «эклер»), на фоне постоянно меняющихся форм «пейзажа» из геометрических конструкций, кубов, окон, тоннелей, находящихся в свободном падении, парении. Это «вечное движение» акцентируют переливы цвета, выдержанные в спокойных тонах. Сюрреалистические мотивы коллажно организованного изображения вполне соответствуют духу музыки, а цвет уравнивает фантастическую нагромождённость сменяющихся форм.

С появлением в кинематографе цвета мультипликационные фильмы стали делать только цветными, т.к. это соответствует самой природе этого вида искусства. Цвет стал неотъемлемой составляющей частью художественного образа. Лучшие произведения зарубежной мультипликации 60-х годов отличает высокая содержательная активность цвета, определяемая характером сценария, его драматургией, жанром. Поиски в области цветовой формы многообразны и многообещающи, ибо они исходят из понимания безграничных возможностей мультипликации, где цвет служит важнейшим средством увеличения смысловой и эмоциональной ёмкости пластического рисованного образа.

Работа над первым в истории отечественного кинематографа мультфильмом началась в 1965 году. Художник «Узбекфильма» Юрий Петров и молодой режиссер Дамир Салимов приступили к съемкам мультфильма «В квадрате 6х6». Он был посвящен злободневной теме — о роли химии в борьбе с вредителями хлопчатника. Герои — куклы, которые помогли сделать специалисты Республиканского театра кукол. Работа над фильмом была непростой, поскольку на тот момент в стране не было специалистов в этой области и создателям приходилось в буквальном смысле слова учиться по ходу создания ленты. Но результаты окрылили: их

труд был удостоен первой категории. Создавались новые мультфильмы. В 1969 году вышел в свет первый рисованный отечественный мультфильм «Храбрый воробей», в процессе его создания в стране были освоены новые технологии создания фильмов.

Однако настоящее развитие рисованного кино в Узбекистане наступило в середине 70-х годов прошлого столетия с приходом профессионалов и с преобразованием мультипликационного цеха «Узбекфильма» в Объединение кукольных и рисованных мультфильмов. Первым мультфильмом, созданным в объединении, были «Баллада о соколе и звезде» Мавзура Махмудова и «Озеро в пустыне» Назима Тулаходжаева. Мультипликаторы стали работать над оснащением студии современным оборудованием. В стране появился станок, который позволил делать мультфильмы марионеточно-перекладным способом. Первой ласточкой созданной по этой технологии стал «Ходжа Насреддин».

Большие изменения произошли после 1996 года, когда развитию отечественного кино стали уделять больше внимания. Рядом с мэтрами мультипликации Мавзуром Махмудовым, Назимом Тулаходжаевым, Светланой Муратходжаевой выросло молодое поколение специалистов – Дмитрий Власов, Азиз Мухамедов, Гаянэ Мативаосян и другие. Наряду с государственной студией мультфильмов «Узбекфильма» на рынке стали работать частные компании. Основным средством создания новых мультфильмов с 2000-х годов становятся компьютерные технологии. Несколько мультфильмов сделано из пластилина. При этом отечественные мультипликаторы не забывают классические приемы.

За последние двадцать лет расширилась тематика произведений. Чаще стали обращаться к лучшим произведениям мировой литературы, в том числе Ганса Христиана Андерсена, Оскара Уайльда. Впервые авторы обращаются к произведениям восточных классиков. По произведениям Алишера Навои сняты мультфильмы «Бахром и Дилором», «Черный дворец», «Фарход и Ширин», «Лев и Турач». Художники обращаются к исторической тематике, устному народному творчеству. Ставятся мультфильмы «Достан о Джалолитдине», «Тумарис», «Спитамен», «Звезда зороастра».

Первый мультипликационный кукольный фильм был создан в 1965 году и назывался «В квадрате 6 x 6», рисованный мультфильм

«Храбрый воробей» вышел на экран в 1969 году. На студии «Узбекфильм» снимались как рисованные детские мультфильмы: «Волшебная серна» (1980), «Голубой слоненок» (1976), «Квартет ква-ква» (1977), «Сказка о волшебном гранате» (1982), «Сказки старого Усто» (1986), так и для взрослых зрителей: «Будет ласковый дождь» (1984), художником-постановщиком которого является Сергей Алибеков.



За годы независимости создано более восьмидесяти мультфильмов, которые в основном посвящены национальной тематике. Удостоены престижных премий международных фестивалей ленты «Кулол» («Гончар»); «Бор, барака» («Была-не-была»); «Букри ошик» («Влюбленный горбун»); «Ур, тукмок» («Бей,

дубинка); «Икки кушн ва ковуи» («Два сосала, и дыня»). Первый 3-D мультфильм «Инопланетный гость» снят в 2010 году. В 2011 году по мотивам литературных произведений, народных сказок и легенд созданы мультфильмы «Легенда о Шираке», «Прекрасная кукла», «Джурахан», «Зумрад и Киммат», «Вы не поверите»



Узбекские народные традиции стали проявляться не только в одежде героев, но и их характерах, диалогах, интонациях. Выработан новый подход к выбору произведения. За основу фильмов художники берут только те сказки, содержание которых поучительно и для современного поколения.

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите об истории появления мультипликации?
2. Чем отличается эпоха мультипликации Диснея?
3. Расскажите о стилистике фильма?
4. Расскажите о мультипликации, как об особенно рисованной, которой свойственен широкий диапазон возможностей?
5. Расскажите об изобразительной форме фильма?
6. Принцип «одушевления» героев?
7. Развитие рисованной мультипликации?
8. Расскажите о мультипликации с приходом Диснея?

9. Развитие российской школы мультипликации?
10. Развитие американской школы мультипликации?
11. Расскажите о цветовой партитуре фильма?
12. Расскажите о великодушном образе режиссёрского и изобразительного мультипликационного мастерства?
13. Чем отличается свободная бесконтурная манера, в лучших традициях детской книжной графики?
14. Расскажите о технике «ожившей живописи», основанной на сочном цветовом пятне: заключаются основные принципы?
15. Метафорическая сила цвета?
16. Характерный образец определённого направления западной мультипликации?
17. Расскажите об особом значении цвета в музыкальном мультфильме?
18. Расскажите о первом мультипликационном кукольном фильме?

Ключевые слова: История появления мультипликации, эпоха мультипликации Диснея, стилистика фильма, изобразительная форма фильма, «одушевление» героев, рисованная мультипликация, американская школа мультипликации, бесконтурная манера, западная мультипликация, метафорическая сила цвета.

3.2.1. ТЕХНОЛОГИЯ ЦВЕТА В МУЛЬТИПЛИКАЦИЯХ

План:

1. Характеристика цвета в образах персонажей



Most Dominant Colors in Disney
Hero and Villain Character Designs
(Infographic Selection)

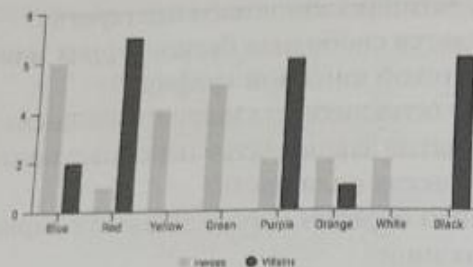


Рис. 153. Инфографика самых доминирующих цветов в дизайне героев Диснея

Что помогает воспринимать персонажа как доброго или злого еще до того, как он заговорит или проявит свою натуру? Скорее всего дизайн, ну и цвет, куда без него.

Задумайтесь, ведь мультипликаторы (равно как дизайнеры и маркетологи) часто используют цвет для того, чтобы обозначить персонажа. Если он плохой — будет носить черную шляпу, если хороший — белый плащ и так далее. Подобный прием построен на психологии цвета, ведь наше восприятие в значительной мере зависит от культурной среды, которая навязывает нам стереотип. В конце концов, когда вы рисуете в голове образ злодея, он ведь не облачен в розовое трико.

Проводилось исследование, которое устанавливало связь между преобладающим цветом в дизайне персонажей и тем, насколько они “хорошие” или “злые”. В нем, после анализа более чем сорока диснеевских персонажей, выяснилось, что в дизайне злодеев преобладают темные тона: черный и фиолетовый, а у героев преобладают яркие, насыщенные желтый и оранжевый²⁷.

Фиолетовый. Один из самых злодейских цветов. Ассоциируется с властью, благородством, роскошью и амбициями. Персонажи, стремящиеся к власти в той или иной форме: Малефисент из «Спящей красавицы», доктор Фасильер из «Принцессы и лягушки», «Злая королева» из «Белоснежки и семи

гномов». Интересно, что этот цвет присутствует и в дизайне некоторых героев, вроде Алладина, что явно указывает на его амбиции, рис. 154.



Рис. 154. Персонажи в фиолетовом цвете

Белый. Несмотря на то, что у большинства из нас белый невольно ассоциируется с чем-то добрым светлым, в мультфильмах Дисней он встречается у самых разных по своей натуре персонажей. Взять хотя бы Мисс Барашкис из Зверополиса: из-за белого цвета она изначально воспринимается как положительный персонаж, но на самом деле является волком в овечьей шкуре. Или, например, Авто из ВАЛЛ-И: в мультфильме он показан как злодей, но по сути вообще не обладает никакой моралью, рис. 155.



Рис. 155. Комбинация цветов

Черный. Так уж повелось, что это цвет злодеев. Но, если Шрам и Урсула это 100% концентрированное зло, то Йокаи из Города легенд — куда более сложный персонаж, который еще может искупить грехи, что показано белой маской на фоне полностью черного костюма, рис. 156.

²⁷ Арзамасцев, А. М. Экклезиаст Маленнича / А. М. Арзамасцев // Кризис как иррациональное явление : Сб. материалов межвуз. науч. конф. - Магнитогорск : МГТУ, 2004. - Вып. 3. - С. 3-16.



Рис. 156. Комбинация цветов

Красный. Этот цвет в равной степени встречается как у злодеев, так и у героев, последние попросту не могут обойтись без алого плаща, рис. 157.



Рис. 157. Комбинация цветов

Синий. В большинстве случаев, синий — цвет положительных героев²⁸. Но, он встречается и в дизайне некоторых злых (Эльза из Холодного сердца) или персонажей вроде Стича, которые находятся на грани между добром и злом, рис. 158.



Рис. 158. Комбинация цветов

Желтый. Именно желтый в мультфильмах Дисней является цветом добра и позитива: Покахонтас, Винни-Пух. Постарайтесь вспомнить хотя бы одного злого персонажа, окрашенного в этот цвет? Исключением является разве что Пинокио, который имеет привычку лгать, рис. 159.



Рис. 159. Персонажи в желтых цветах

Оранжевый. Яркий, насыщенный оранжевый — один из самых популярных цветов в мультфильмах от Диснея. Преобладает в основном у положительных персонажей, за исключением разве что Шерхана, рис. 160. Но, в данном случае приписать какой-то смысл цвету не получится, что с него взять, он ведь тигр!



Рис. 160. Комбинация цветов

Зеленый. Зеленый — это цвет героев, которые борются с обстоятельствами или самими собой. В качестве примера можно привести Мулан, которая из принцессы выросла в бесстрашного воина, или Ариэль — юная русалка, покинувшая океан ради жизни, о которой давно мечтала, рис. 161.



Рис. 161. Комбинация цветов

Каждый цвет обладает своей “энергетикой”, поэтому мультипликаторы тщательно подбирают цветовую гамму для своих персонажей, делают все, чтобы как можно лучше передать их характер. И хотя в сети существует масса статей о том, что один цвет говорит об этом, а тот — о другом, все же стоит признать, что один цвет может иметь несколько значений, порой совершенно противоположных.

Контрольные вопросы и задания

1. Какой цвет ассоциируется у персонажа мультфильма с властью, благородством, роскошью и амбициями?
2. Чем ассоциируется белый цвет в мультфильмах?
3. Какой цвет ассоциирует злодеев?
4. Какой цвет встречается у положительных героев, и у злодеев?
5. Какие персонажи ассоциирует синий цвет?
6. Какой цвет в мультфильмах Дисней является цветом добра и позитива?
7. Расскажите о цветах которых преобладающий в основном у положительных и ярких персонажей?
8. Расскажите о цвете героев, которые борются с обстоятельствами или самими собой?
9. Приведите пример персонажа, который ассоциирует желтый цвет?

Ключевые слова: цвет, персонаж, мультфильм, герой, белый, красный, зеленый, черный, желтый, синий, оранжевый, фиолетовый.

3.3. Цвет в кино: особенности восприятия

План:

1. Основные цветовые схемы
2. Цветовая гармония

Как с помощью гармонично выстроенной цветовой схемы кинематографисты привлекают внимание к содержанию сцены, выделяют персонажа, создают напряжение, задают общий тон повествованию? Разбираемся в правильных сочетаниях основных цветов.

1. Основные цветовые схемы.

Цвет оказывает на нас эмоциональное, психологическое и даже физическое воздействие, которое порой мы можем не осознавать. Глаза и мозг человека могут прийти к четкому различению цвета лишь с помощью сравнений и контрастов²⁹. Именно поэтому чаще всего в кино используют комплементарную цветовую схему, рис. 162, — контрастное сочетание теплых и холодных цветов, которые на цветовом круге противоположны друг другу. Такое сочетание оттенков делает композицию уравновешенной и воспринимается естественно. Самые популярные комплементарные пары — желтый-синий и красный-зеленый.



Рис. 162. Основные цветовые схемы

Реже используется троичная цветовая схема, которая объединяет в одной композиции 3 цвета, равноудаленных друг от друга на круге, например, желтый, синий, красный. Один из цветов, как правило, доминирует, а два других дополняют и усиливают его звучание. Возможен также вариант использования двух близких по тону цветов с контрастным противоположным, например, желтый, зеленый и красный.

²⁹ Базыма, Б. А. Психология цвета: теория и практика / Б. А. Базыма. - М.: Речь, 2005. - 205 с.



Рис. 163. Комбинация цветов

Более сложная и редкая схема — тетраидная, объединяющая четыре цвета. Почти во всех этих случаях один цвет доминирует, а другие лишь оттеняют его.

Цветовая гармония

Осмысленное использование определенного цвета в кино основано на психологии зрительского восприятия.

Йохансен Иттен в своей книге «Искусство цвета» отмечает, что для большинства цветовые сочетания, называемые «гармоничными», обычно состоят из близких друг к другу тонов или же различных цветов, имеющих одинаковую силу³⁰. Например, если некоторое время смотреть на зеленый квадрат, то закрыв глаза, мы увидим красный квадрат. И наоборот, наблюдая красный квадрат, мы получим в подсознании его противоположность — зеленый. Опыт одинаково работает с разными цветами.

Существует и более тонкий способ гармоничной организации — использование аналогичных цветов, т.е. монохроматической схемы цвета. В случае с очевидным доминированием определенного цвета из хроматической палитры (6 цветов) в фильме или отдельной сцене можно говорить о целенаправленном использовании цвета для создания у зрителя конкретной эмоции. При этом всегда необходимо учитывать, что у каждого цвета выделяют несколько ассоциаций, одна из которых соответствует контексту и с определенной долей вероятности совпадет с нашим субъективным ощущением.

Желтый

Успешные комбинации: синий, черный, красный, зеленый.

Символические ассоциации: разум, познание, уверенность, болезнь, безумие, недоверие.

Желтый — самый светлый цвет. Он теряет это качество в сочетании с более темными — серым, черным, фиолетовым. Соответственно, прозрачные и яркие тона желтого воспринимаются позитивно, а затушеванные и тусклые — негативно.

Любитель яркого желтого цвета — Уэс Андерсон часто использует его в качестве иллюстрации чувства наивности, радости, детского взгляда на мир. Однако в короткометражке «Отель Шевалье» (2007) — прологе к фильму «Поезд на Дарджилинг. Отчаянные путешественники» — желтый становится символом одиночества, некоторого болезненного помешательства и отгороженности двух главных героев от мира и самих себя. Таким образом, через доминирующий желтый цвет Андерсон, в сочетании с изысканной обстановкой и романтической музыкой, выражает общее состояние места, времени и внутренние переживания персонажей. В кадрах можно заметить незначительные детали, которые уравнивают цветовое решение — серые костюмы, синие книги, город за окном, окутанный предрассветной голубоватой дымкой.

Красный

Успешные комбинации: голубой, зеленый, белый, черный

Символические ассоциации: огонь, страсть, активность, агрессия, опасность, сила.

Многозначность красного зависит от плотности и тональности. Смещенный в сторону красно-оранжевого он становится выражением воинственности, опасности, превосходства, власти, безумия, как в некоторых сценах из «Макбета» (2015).

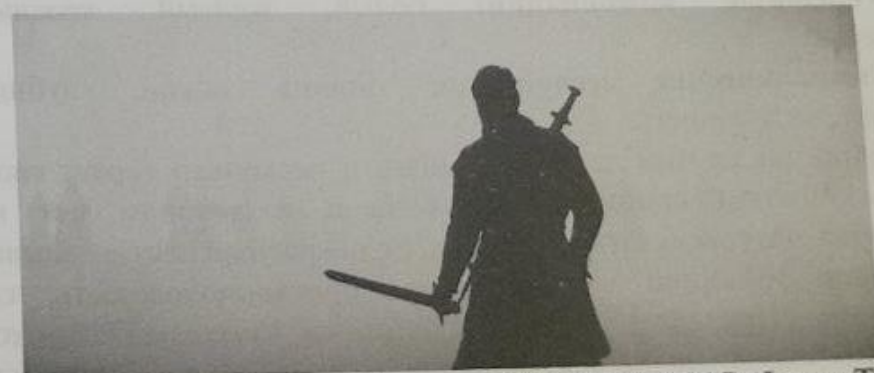


Рис. 164. Кадр из фильма «Макбет» (2015) Фото: The Weinstein Company

³⁰ Базыма, Б. А. Цвет и психика: монография / Б. А. Базыма. - Харьков: Изд-во ХГАК, 2001. - 172 с.

Красный, неизменно присутствующий в каждой сцене фильма из трилогии польского кинорежиссера Кшиштофа Кеселевского «Три цвета» (1994), имеет несколько истинных значений: искусственную попытку наполнить жизнь яркостью и значимостью, подвластность судьбе, столкновение правды и фальши, любви и ненависти.

Красный, смешиваясь с белым (розовый), приобретает значение чистоты, легкости, невинности. Впрочем, возможна и метафоричная объяснение этого цвета. Например, известный персонаж мира «Гарри Поттера» Доротея Амбридж обожала розовый, что вызывало к ней чувства, противоположные нежности и удивлению.



Рис. 165. Кадр из фильма «Гарри Поттер и орден Феникса» (2007) / Фото: Warner Bros.

Синий

Успешные комбинации: белый, желтый, красный, оранжевый.

Символические ассоциации: тишина, покой, глубина, фантазия, загадочность.

Синий на желтом кажется темным и несколько теряет свою яркость. Чистым синим считается цвет, в котором нет ни желтоватых, ни красноватых оттенков. Если красный цвет — символ активности, то синий — его прямая противоположность, т.е. пассивность. При этом он может стать и символом скрытой опасности, как в сценах «С широко закрытыми глазами», или притягивающей загадочности, как в фильме «Мулен Руж» (2001).

В богатой на яркие цвета символике синий, который символизирует пустоту и нарастающую безотчетную тревогу, ассоциируется с «Фитцджеральдом» (1940) дополняется устрашающими мотивами неизвестного, опасного, злого.

Успешные комбинации: белый, оранжевый, желтый, красный.

Символические ассоциации: жизнь, гармония, мягкость, таинственность.

Считается нейтральным цветом, так как в спектре расположен между черным и белым. Характер его выраженности меняется в зависимости от колебания в сторону соседних цветов — желтого и синего.

Как правило, зеленый в сочетании с желтым вызывает более светлые чувства у зрителя, ассоциируется с рождением нового, юностью, гармонией. Но при добавлении в палитру синих оттенков, а также общей приглушенности тона, зеленый отражает холодность, безразличие, запутанность и страх. В таком значении он применяется в монохромных сценах фильмов гораздо чаще. Например, в «Головокружении» (1958) отражает таинственность образа главной героини, зеленое цветовое решение сцен в «Матрице» создает неестественный эффект другой реальности, а в «Комнате страха» (2002) становится иллюстрацией тревожного чувства.



Рис. 166. Комбинация цветов

Оранжевый

Успешные комбинации: зеленый, синий, белый, черный, серый.

Символические ассоциации: радость, активность, чувствительность, воспоминания (сепия).

Двойственные значения оранжевого меняются в зависимости от его смеси с красным — тогда он приобретает энергичное, чувственное или праздничное, сказочное звучание. Но затемненный черным цветом, он тускнеет и становится признаком настороженности, опасности, не доходящей до очевидной угрозы. Контрасты между насыщенностью и выбором сочетания создают легкую атмосферу в немного грустной «Семейке Тененбаум» (насыщенный оранжевый), а в фоновом решении «Марсианина» (в сочетании с желтым), напротив, подчеркивают мрачность и переносят нас на другую планету.



Рис. 167. Комбинация цветов

Фиолетовый

Успешные комбинации: в теории цвета практически никакие комбинации не считаются гармоничными.

Символические ассоциации: чувственность, благородство, двойственность, мистичность, мудрость, опасность.

Фиолетовый цвет, балансирующий между двумя концами спектра, имеет своеобразное влияние на подсознание. В зависимости от контрастирующих тонов, он может вызывать у зрителя как возвышенное, так и гнетущее впечатление. Этот цвет часто используют для создания на экране фантазийной реальности, других миров или погружения во внутренний мир героя. В нем, в отличие

от других цветов, двусмысленность прочтения не зависит от контекста — она подразумевается практически в каждом случае. Например, в «Неоновом демоне» (2016) выбор фиолетового подсказывает зловещее нарастание конфликта на протяжении всего повествования, а в «Стражах Галактики» (2014) переносит нас в другое измерение.



Рис. 168. Комбинация цветов. Символические ассоциации.

Мягкие оттенки фиолетового также часто становятся иллюстрацией мира грез и сказочности.



Рис. 169. Комбинация цветов. Символические ассоциации.

Полярность в спектре эмоций, которые каждый цвет способен вызвать у зрителя зависит от нескольких значений:

- оттенка — выбора тона на цветовой палитре;
- насыщенности — интенсивности цвета;
- сочетания с другими цветами — контраст (светлого и темного, холодного и теплого, дополнительных цветов и др.).

При выборе цветового решения ориентируются на общие ассоциации, связанные у большинства с тем или иным цветом, однако всегда остается вариант субъективного прочтения, который зависит от личной predisposition к цвету и предпочтениях гармоничных сочетаний.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие воздействия оказывает цвет на человека?
2. Как называется контрастное сочетание теплых и холодных цветов, которые используются в кино?
3. Расскажите о сложной схеме, которая объединяет четыре цвета?
4. Расскажите о символических ассоциациях желтого цвета?
5. Какой цвет ассоциирует огонь, страсть, активность?
6. Расскажите об успешной комбинации синего цвета?
7. Какой цвет является символом пассивности?
8. Расскажите о символе активности?
9. Какой цвет считается нейтральным цветом, расположенным между черным и белым?
10. Какой цвет часто используют для создания на экране фантазийной реальности, других миров или погружения во внутренний мир героя?

Ключевые слова: цвет, фиолетовый, красный, желтый, оранжевый, зелёный, синий, цветовая гармония, насыщенность, оттенки, контраст.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

Б — белый
Ч — черный
Сер — серый
Б + Сер — белый с добавлением серого
Б + 2Сер — белый с большим добавлением серого
Б + 2Ч — темно-серый
Ж — желтый
Ж + Б — высветленный желтый
Ж + Ч — затемненный желтый
О — оранжевый
О - Ж — оранжевый с добавлением желтого
Ж - О — желтый с добавлением-оранжевого
Кор — коричневый
К — красный
К - О — красный с добавлением оранжевого
О - К — оранжевый с добавлением красного
П — пурпурный
П - К — пурпурный с добавлением красного
К - П — красный с добавлением пурпурного
Ф — фиолетовый
Ф - П — фиолетовый с добавлением пурпурного
П - Ф — пурпурный с добавлением фиолетового
С — синий
С - ф — синий с добавлением фиолетового
Ф - С — фиолетовый с добавлением синего
Г — голубой
Г - С — голубой с добавлением синего
С - Г — синий с добавлением голубого
З — зеленый
З - Г — зеленый с добавлением голубого
Г - З — голубой с добавлением зеленого
З - Ж — зеленый с добавлением желтого
Ж - З — желтый с добавлением зеленого
ЦАП — цифровой аналоговый преобразователь
АЦП — аналоговый цифровой преобразователь
RGB — Red, Green, Blue — красный, зеленый, синий

жёлтый, светло-жёлтый (серый)
CIE – Commission internationale de l'éclairage
BTB – Blacker Than Black (чернее чёрного)
WTW – Whiter Than White (белее белого)
NTSC – National Television System Color
PAL – Phase Alternation Line
VHS – Video Home System

ГЛОССАРИЙ

Аберрация света — изменение направления светового луча вследствие движения наблюдателя относительно источника света.

Адаптация — приспособление глаза к силе света, темноте и цвету, в основе которого лежит изменение чувства зрения (процесс изменения свойств органа зрения под воздействием яркостных и цветовых стимулов).

Адаптация световая (яркостная адаптация) — понижение чувствительности глаза при световом раздражении (снижение яркостного контраста: черное светлеет, становится серее, а белое темнеет, в результате различия между градациями объекта минимизируются, а цветовой тон становится менее выраженным).

Адаптация темновая (границная адаптация) — повышение чувствительности глаза в темноте; способствует различению краев объектов, расположенных на фоне, который мало отличается от их яркости (проявляется также в увеличении кажущегося яркостного контраста объекта, когда он помещен на более светлый фон).

Адаптация цветовая (хроматическая адаптация) — понижение чувствительности глаза к цветовым раздражителям в результате их воздействия на глаз (связана с приспособляемостью механизма восприятия к средней цветности зрительных возбуждений рассматриваемой сцены).

Архитектурная колористика — наука о пространственном восприятии цвета архитектурного объекта, зависящем от различных компонентов визуальной среды:

- источников освещения;
- воздействия, цветовых составляющих окружения;
- пропорциональной согласованности различных цветов;
- тектонической выразительности архитектурного элемента цвета с учетом его пространственной активности.

Ассоциация — мысленная связь, возникающая между двумя или более восприятиями, представлениями, понятиями или образами на основе какого-либо признака, сходства или подобия; выражается в том, что появление одного из процессов вызывает появление другого или других психических процессов.

Ассоциация цветовая — закономерная связь между цветовыми ощущениями и связанными с ними воспоминаниями, эмоциями, образами, психическими и физическими состояниями.

Ахроматические цвета — цвета, не имеющие цветового тона и отличающиеся друг от друга только по светлоте (белый, серый, черный); насыщенность равна нулю, цветовой тон белый.

Видимый свет (видимое излучение) — электромагнитное излучение, вызывающее зрительное ощущение и занимающее участок спектра 380...780 нм. Световые излучения различных частот воспринимаются человеком как разные цвета.

Восприятие (перцепция) — субъективный образ объекта, явления или процесса, непосредственно воздействующего на анализатор или систему анализаторов; процесс формирования этого образа.

Восприятие цвета — сложный процесс, обусловленный физическими и психологическими стимулами: с одной стороны, ощущение цвета вызывается волнами определенной длины, существующими объективно и независимо от нас, с другой — на качество восприятия цвета оказывает влияние состояние глаза, установка наблюдателя, его возраст, воспитание, общее эмоциональное состояние. Таким образом, для человека чистого ощущения цвета не существует.

Выразительность — сила воздействия, впечатления, высокая содержательность идеи; качество объекта, связанное с умением автора «заострить», «подчеркнуть» характерное в созданном объекте, сконцентрировать на нем внимание зрителя с целью воздействия на него.

Гамма цветовая — совокупность различных локальных цветов, выбранных для решения определенной композиционной задачи; с учетом характера психофизиологического воздействия цветов выделяют следующие типы гамм: теплую, холодную, темную, светлую, насыщенную, нейтральную и т. д.

Гармония (связь, стройность, соразмерность) — слияние различных компонентов объекта в единое органическое целое. В эстетике гармония рассматривается как существенная характеристика прекрасного. Средства гармонизации устанавливают органическую взаимосвязь элементов формы объекта, окружающей среды и человека, т. е. соизмеряют их друг с другом.

Гармония цветовая — закономерное сочетание цветов на плоскости и в пространстве, вызывающее положительную психологическую реакцию с учетом всех их основных

характеристик — цветового тона, светлоты, насыщенности, формы, фактуры и размера. Выделяют следующие признаки цветовой гармонии: связь, единство противоположностей, мера, пропорция, равновесие, ясность восприятия, целесообразность, порядок.

Градиация — постепенное изменение цвета, светлоты, следование оттенков в рамках одного объекта, а также последовательность оптических характеристик объекта (оптические плотности или логарифмы яркостей), расположенных по возрастанию или убыванию.

Декоративность — качественная особенность объекта, определяемая его композиционно-пластическим и колористическим строем.

Динамика — выражение в произведении архитектуры движения, временных изменений и внутренней энергии при помощи особых приемов, создающих определенный ритм, воспринимаемый во времени.

Динамика цветовая — отношения нарастания, усиления какого-либо качества цвета.

Доминанта цветовая — преобладание какого-либо цвета в работе, выбранного для определенных целей (например, для создания и передачи настроения, времени суток, поры года). Доминирующий цвет воздействует на зрителя совместно с композицией.

Зрение — процесс восприятия человеком предметов внешнего мира, состоящий в преобразовании органом зрения света, излученного или отраженного этими предметами. Благодаря зрению организм получает информацию о величине, форме, цвете и других свойствах объектов окружающего мира.

Зрительная инерция — остаточные ощущения светлоты или цвета; связана с невозможностью моментального восстановления зрительного пигмента, распадающегося под воздействием света. Например, отдельно расположенные узкие штрихи разных цветов сливаются вместе, их цвет в мозге складывается — возникает ощущение нового цвета, как если бы эти две краски перемешали. За счет этого возможно, в частности, полиграфическое воспроизведение целой гаммы цветов путем растрового смешения триадных красок.

Зрительное восприятие — осознанное содержание сложного ощущения, полученного органами зрения и дополненного памятью.

Зрительные восприятия участвуют, в частности, в создании наших представлений о существовании, форме и расположении предметов.

Зрительное ощущение — первый этап зрительного восприятия, возникающего в высших отделах нервной системы в результате действия излучения на орган зрения.

Индукция цветовая — изменение характеристик цвета под влиянием наблюдения другого цвета. Различают два вида индукции: 1) отрицательную — характеристики двух взаимно индуцирующих цветов изменяются в противоположном направлении (если сопоставить темное и светлое, то темное будет казаться еще темнее, а светлое еще светлее); 2) положительную — характеристики двух взаимно индуцирующих цветов сближаются, т. е. нивелируется. Вид индукции зависит от меры различия характеристик цвета (если различие сильно заметно, глаз стремится увеличить его; если малозаметно, глаз уничтожает эту разницу).

Иррадиация — кажущееся изменение площади цветового пятна, окруженного фоном, отличающимся от пятна по светлоте.

Колориметрия — метод анализа, основанный на определении концентрации вещества по интенсивности окраски растворов (более точно — поглощения света растворами). Интенсивность окраски определяется либо визуально, либо с помощью приборов, например, колориметров.

Колорит — взаимосвязь всех цветовых элементов объекта, система соотношений цветовых тонов, образующая определенное единство и являющаяся эстетическим претворением красочного многообразия действительности. По характеру цветовых сочетаний колорит может быть спокойным или напряженным, холодным (при преобладании синих, фиолетовых тонов) или теплым (при преобладании красных, желтых, оранжевых), светлым или темным, а по степени насыщенности и силы цвета — ярким, сдержанным, блеклым и т. д. Колорит образуется неповторимым и сложным взаимодействием тонов, согласующихся по законам гармонии, дополнения и контраста; зависит от материала и функционального назначения объекта.

Комбинаторика — тип упражнений, в которых различные сочетания составляются из заданных элементов (например, цветовых) по определенным условиям.

Композиция — структура объекта, определяющая взаиморасположение его частей, их подчинение друг другу и

единому целому в соответствии с какой-либо идеей. Особенности композиции определяются спецификой стиля, соотношением размеров, равновесием масс и функциональным назначением объекта, а также индивидуальностью архитектора. Композиция включает в себя целую систему элементов. В архитектурной композиции это идея- замысел, способ передачи пространственных и временных отношений, точка зрения и т. д.

Константность восприятия — тенденция воспринимать устойчивыми и неизменными объект, его размеры, форму, светлоту, цвет независимо от происходящих с ним изменений (удаление от зрителя, изменение освещения, влияние среды и др.).

Константность цвета — тенденция воспринимать предметный цвет (его локальную окраску) независимо от изменяющихся условий освещения, его силы и спектрального состава (дневное, вечернее, искусственное).

Контраст — резко выраженная противоположность, сопоставление двух противоположных качеств, способствующее их усилению. Контраст — мера индукции, т. е. мера различия цветов (чем больше контраст, тем больше индукция). Контрасты разделяются на два вида: 1) ахроматический (световой); 2) хроматический (цветовой). В каждом из них различаются контрасты: одновременный, последовательный, пограничный (краевой). Цветовые и светотеневые контрасты служат для моделировки объема или выражения пространственных отношений. Одновременный контраст цветов — ощущение цвета, возникающее при наблюдении цветового пятна на фоне; последовательный — ощущение цвета, возникающее при предварительном воздействии на глаз излучений другого цвета. Темное пятно рядом со светлым представляется еще более темным, и наоборот, светлое от соседства с темным как бы светлеет (ахроматический контраст). Если расположить рядом два дополнительных цвета, их цветовая насыщенность будет более интенсивна (хроматический контраст).

Координаты цвета — количества трех основных цветов (R, G, B), необходимые для получения колориметрического равенства с измеряемым цветом (X, Y, Z для каждого из трех цветов).

Круг цветовой — система цветов, в которой цветовое многообразие упорядочено на основании объективной закономерности. Он может быть использован как инструмент для

ориентировочного расчета результатов смешения цветов, а также определения интервалов между цветами при подборе сочетаний.

Локальный цвет — определяющий, основной и неизменный цвет предмета без учета внешних влияний, т. е. цвет, характерный для данного предмета (его окраска) и не претерпевший никаких изменений. В действительности же предметный цвет постоянно несколько изменяется под воздействием освещения, окружающей среды, пространственного удаления и называется уже не локальным, а обусловленным. Иногда под локальным цветом подразумевают не цвет объекта, а однородное пятно обусловленного цвета, взятого в основных отношениях к соседним цветам, без выявления мозаики цветовых рефлексов, без нюансировки этих основных пятен.

Манера — совокупность приемов, характеризующих стилистические и технические особенности целого направления или одного автора.

Насыщенность цвета — качество, характеризующее степень, уровень, силу выражения цветового тона и связанное с количеством (концентрацией) пигмента, краски, красителя. Это отличие хроматического цвета от ахроматического цвета той же светлоты, степень выраженности цветового тона в цветовом ощущении. В колориметрии за единицу принимается насыщенность цветов спектральных излучений. Глаз воспринимает спектральные излучения как самые насыщенные.

Образ цветовой последовательный — след, остающийся на сетчатке после того, как цветной объект выведен из поля зрения. Цвет последовательного образа противоположен цвету, наблюдаемого ранее, но для большинства цветов не совпадает с дополнительным цветом. Цвета последовательного образа (контрастные цвета) оказываются значительно сдвинутыми в сторону фиолетового и красного по сравнению с цветами дополнительными.

Объем — наделение предметов качествами находящегося в пространстве физического тела при помощи светотени, линии, пластической проработки форм и перспективы. Проблема передачи объема может решаться по-разному: от полного отказа от него (плоскостное изображение) до почти реального его воспроизведения использованием стереоскопических эффектов.

Окраска — физические свойства поверхности объекта избирательно отражать или поглощать падающий свет. Она придает

цвет ахроматической поверхности или изменяет его. Окраска делится на три вида: 1) красящее вещество проникает в структуру окрашиваемого тела и изменяет его цвет; 2) красящее вещество образует цветную непрозрачную пленку, покрывающую окрашиваемое тело; 3) красящее вещество покрывает тело прозрачной окрашенной пленкой и совместно с цветом тела создает новый цвет. Указанные виды окраски могут действовать и совместно. Окраска физически может оцениваться спектральными кривыми отражения, пропускания или оптическими плотностями.

Освещение — применение света в конкретной обстановке, рядом с объектами или в их окружении, с целью сделать их видимыми.

Освещенность — величина, показывающая мощность светового потока, падающего на единицу площади поверхности. Измеряется в люксах, лк.

Отношения цветовые — количественные различия между цветами во всех их характеристиках и свойствах (по яркости, тону, насыщенности, плотности и др.).

Оттенок (нюанс) — небольшое различие одного цветового или светотеневого тона. Тщательно разработанная система оттенков способствует созданию богатого колористического строя архитектурного объекта.

Первичные (основные) цвета — три цвета (R, G, B), при смешении которых в разных пропорциях можно получить все остальные цвета. Ни один основной цвет не может быть получен смешением остальных двух основных цветов.

Плоскостной цвет — принадлежащий какой-либо поверхности, особенности фактуры которой не ощущаются глазами (например, цвет стены на заднем плане).

Поверхность — наружная сторона объекта. Блестящие поверхности — поверхности, имеющие блики, кажущиеся с различных направлений различно яркими. Матовые поверхности — поверхности, диффузно отражающие свет, кажущиеся одинаково яркими с различных направлений.

Поверхностный цвет — цвет, воспринимаемый в единстве с фактурой объекта; как правило, это почти всегда цвет переднего плана. Поверхностный цвет позволяет отобразить свойства поверхности объекта с наибольшей достоверностью.

Пограничный контраст — цветовой контраст, наблюдаемый по границам соприкосновения цветowych пятен.

Порог различия — наименьшая прибавка к силе действующего раздражения, при которой возникает едва заметное различие в силе или качестве ощущений.

Порог цветоразличения — наименьшее цветовое различие, впервые замеченное человеком в определенных условиях наблюдения.

Пространственный цвет — бесфактурный цвет, характеризующий предметно пространственные ситуации. Например, цвет удаленных объектов и сред (небо, вода).

Рефлекс — ответ цвета и света на поверхности объекта, падающий от окружающих объектов, например, неба или соседних объектов. Рефлекс помогает более полно воспринимать объем и показывает качественные характеристики поверхности объекта, вызванные их сложной взаимосвязью.

Ритм — повторение соизмеримых элементов; мощное выразительное средство, отражающее в пространственных чередованиях присущие природе временные и пространственные закономерности, взаимосвязи, динамику движения. Ритм может быть монотонным, размеренным или нарушаться специальными акцентами или пропусками повторяющихся деталей. Ритмика архитектурного объекта может быть явной или скрытой и проявляться, например, в сложном и напряженном взаимодействии теплых и холодных тонов или наделенных внутренней энергией строительных материалов.

Свет — электромагнитное оптическое излучение, включающее, наряду с видимым излучением (светом), ультрафиолетовую и инфракрасную области.

В архитектурной колористике под светом понимается освещение архитектурного объекта, вызванное источником света (солнце, луна, фонари и т. д.) или его отражением (блик, рефлекс). Свет лежит в основе такого важного выразительного средства, как светотень. Сам свет и его сила передаются с помощью светлоты цвета, а также контрастных световых отношений. В основном максимальная яркость света совпадает с максимальной насыщенностью цвета. Воспроизведение сильного солнечного света в сочетании с использованием локальных цветов спектра приводит к выбеливанию колорита вследствие обесцвечивания светом.

Светлота цвета — одна из основных характеристик цвета, связанная с количественным соотношением отраженного света и поглощенного поверхностью объекта. Уровень светлоты окрашенных объектов определяется при их сравнении с ахроматическими объектами и выявлении степени их приближения к белому цвету, отражающему максимум света, и удаления от черного цвета, поглощающего максимум света. Светлота зависит от большей или меньшей близости данного цвета к белому.

Световоздушная среда — заполнение свободного от объекта пространства различными атмосферными состояниями природы (туман, дождь, снег, солнечный свет).

Светотень — постепенные переходы светлого и темного, распределение цветов по степени насыщенности, что помогает воспроизвести объем изображаемого объекта, окруженного световоздушной средой. Светотень является важным выразительным средством, обладающим большим эмоциональным воздействием, способным передавать не только постоянные свойства материального мира, но и изменчивость среды и атмосферных состояний.

Синестезия — явление восприятия, когда при раздражении данного органа чувств, наряду со специфическими для него ощущениями, возникают и ощущения, соответствующие другим органам чувств. Например, при звуках музыки возникает ощущение цвета, или при наблюдении цвета представляются какие-либо звуки, осязательные или вкусовые ощущения и т. д.

Содержательность цвета — семантика и символика цвета. Цвет можно трактовать как своего рода знаковую систему или язык.

Социальная психология цветовосприятия — особенности эмоционального восприятия того или иного цвета в культурах разных народов, связанные с длительной исторической традицией внутри относительно изолированного развития этноса, религии.

Спектр — последовательность цветов, на которые разлагается световой поток, проходящий через призму. Впервые получен И. Ньютоном.

Спектральные цвета — семь цветов солнечного спектра, составляющие при оптическом смешении видимый глазом естественный дневной свет: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Каждый спектральный цвет через многочисленные оттенки переходит в соседние цвета.

Статика цветовая — частный случай равновесия, для которого характерна полная остановка движения, состояние покоя или неподвижности.

Стимул цветовой — излучение определенной интенсивности и спектрального состава, которое, проникая в глаз, производит ощущение цвета в результате психофизиологического процесса переработки зрительных впечатлений в мозговых центрах.

Структура — устройство, строение, состав материала.

Текстура — наблюдаемые на поверхности внешние признаки структуры материала, из которого изготовлен предмет. Наиболее часто текстурой характеризуются изделия из дерева и ткани. Различные текстуры используются как декоративный элемент при проработке изделия. В выявлении текстуры значительную роль играет цвет, особенно разница (контраст) в естественной окраске волокон древесины.

Теплые цвета — цвета красные, красно-оранжевые, оранжевые, желто-оранжевые, желтые и желто-зеленые.

Техническая семиотика — в технических приложениях смысл цветовых маркеров определяет применение каждого цвета: красный — опасность, запрет; желтый — «Осторожно!», «Внимание!»; зеленый — безопасность, экологичность. Причины выбора сигнальных цветов связаны с цветовым и яркостным контрастом. Так, желтый участок спектра имеет максимальную видимость, а потому чередование желтых полос с черными обеспечивает восприятие на наибольшем расстоянии.

Тон — 1) начальный, простейший элемент цвета в природе или в колорите созданной композиции, интенсивность цветового оттенка, соответствующего данному участку объекта по отношению к основным цветам спектра, выражающее его отличительные черты (огненно-красный, золотисто-оранжевый, лимонно-желтый и т. д.); 2) общий светотеневой строй объекта, определяемый целым диапазоном его светотеневых градаций от самого темного до самого светлого тона; 3) общий тон, близкий по значению к тональности и цветовой гамме, цветовой строй произведения или мотива, его основной оттенок, обобщающий и подчиняющий себе все цвета, создающий единый колорит (золотистый, теплый, холодный и т. д.) и лежащий в основе «тональности» произведения; это качество цвета, позволяющее зрительному анализатору ощущать отличие

красного цвета от зеленого, синего от желтого и т. д., характеризуется длиной волны и выражается в нанометрах, нм.

Тон цветовой — качество цвета, в отношении которого этот цвет можно приравнять к одному из цветов спектральных или пурпурных.

Тональность — общий колористический или светотеневой строй произведения. Чаще употребляется по отношению к цвету, приближаясь по значению к понятию цветовой гаммы и общего цветового тона. В ахроматическом произведении указывает на характер общего светотеневого тона.

Фактура — характер поверхности и ее воспроизведение в архитектурной композиции. Фактурные особенности зависят от физических свойств объекта (локальные цвета передаются в архитектурной композиции либо более густым рельефным слоем, либо проработкой светотеневых эффектов поверхности), его назначения и размеров (фактура эскиза более свободная, чем фактура архитектурного объекта).

Фон — задний, пространственный план композиции. Он может быть нейтральным (лишенным какого-либо изображения) или включать в себя элементы антуража, интерьера, орнамент и т. д.

Холодные цвета — цвета зелено-голубые, голубые, синеголубые, синие и сине-красные, сине-фиолетовые.

Хроматические цвета — цвета солнечного спектра, создающегося при преломлении солнечного луча; обладают цветовым тоном, отличающим их один от другого. Хроматический цвет — цвет с чистотой цвета, большей нуля, и имеющий определенную доминирующую или дополнительную длину волны. Условно цвета спектра располагаются по цветовому кругу, который содержит большое количество переходов от холодных к теплым цветам.

Хроматическое цветовое ощущение — цветовое ощущение, которое можно охарактеризовать цветовым тоном, одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как осознанное зрительное ощущение и позволяющее наблюдателю распознавать качественные различия излучений, обусловленные различным спектральным составом света.

Цвет (воспринимаемый), цветовое ощущение — аспект зрительного восприятия, позволяющий наблюдателю различать цветовые стимулы, отличающиеся по спектральному составу

излучения, т. е. отличать один объект от другого, если различие между ними обусловлено только различием спектрального состава, исходящего от них света. Зависит не только от цветового стимула, но и от условий наблюдения (предварительной цветовой адаптации, яркости цветности фона и др.).

Цвета дополнительные — любые два цвета (противоположные в цветовом круге), которые при аддитивном смешении в соответствующих пропорциях дают стандартизованный ахроматический цвет.

Цвета побежалости — золотистый, серебряный, медный и др. цвета, возникающие в результате появления тонкого слоя окислов на чистой поверхности, нагретой стали, а также на поверхности некоторых минералов.

Цветность — качественная характеристика цвета, определяемая его координатами либо совокупностью цветового тона и чистоты цвета.

Цветовая композиция — сочетание цветовых пятен на плоскости, в пространстве, организованное в определенной закономерности и рассчитанное на эстетическое восприятие. Выделяют четыре типа цветовых композиций: 1) монохромия (строится на одном хроматическом цвете); 2) полярная (строится на двух контрастных или дополнительных цветах); 3) трехцветие (основными являются три хроматических цвета); 4) многоцветие (строится на четырех и более цветах).

Цветовая модель — метод точного описания способа получения цветовых оттенков путем смешивания нескольких основных цветов. Основными цветовыми моделями являются следующие: RGB, CMYK, HSB и HLS.

Цветоведение — исследование процесса восприятия и различения цвета на основе систематизированных сведений из различных научных дисциплин. Цветоведение включает: 1) физическую теорию цвета; 2) теории цветового зрения; 3) теорию измерения и количественного выражения цвета.

Цветовое зрение — способность человеческого глаза различать цвета, т. е. ощущать отличия в спектральном составе видимых излучений и в окраске предметов. Оно обусловлено работой нескольких светоприемников, т. е. фоторецепторов сетчатки разных типов, отличающихся спектральной чувствительностью. Фоторецепторы преобразуют энергию излучения в физиологическое

возбуждение, которое воспринимается нервной системой как различные цвета, так как излучения возбуждают приемники в неодинаковой степени.

Цветовой интерьер — сочетание цветовых компонентов отделки и оборудования помещений; рассматривается как с точки зрения эстетического восприятия, так и с точки зрения гигиенической и инженерной психологии. Это один из факторов окружающей среды, воздействующих на человека в производственных условиях и в быту.

Цветовой тон — качество цвета, позволяющее дать ему название (красный, синий и т. д.). Измеряется длиной волны преобладающего в спектре данного цвета излучения. Ахроматические цвета не имеют цветового тона.

Цветовоспроизведение — техническое воспроизведение какого-либо цвета, осуществляемое в три стадии: 1) аналитическая — определение, из каких количеств синих, зеленых и красных лучей состоит данный цвет; 2) градационная — определение, как изменится последовательность светлот всего сюжета и, соответственно, цветов при воспроизведении; 3) синтетическая — непосредственно воспроизведение цвета смешением излучений или окрашенных сред. Цветовоспроизведение бывает двух видов: аддитивное (излучениями) и субтрактивное (красками).

Цветопередача — общее выражение, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником. Качество цветопередачи — соответствие (при определенных условиях наблюдения) зрительных восприятий цветного изображения, отображаемого и освещенного стандартным источником света оригинала или оттиска.

Чистота цвета — характеристика цветового ощущения, позволяющая оценить долю чистой хроматической составляющей в общем цветовом ощущении.

Шкала — ряд последовательно восходящих или нисходящих величин.

Шкала цветовая равноступенчатая — ряд тонального перехода, идущего по степени равномерного возрастания или убывания какого-либо цветового качества.

Эффект Пуркине — изменение относительной яркости цветов при усилении или ослаблении освещения. При очень больших яркостях (соответствующих прямому солнечному свету в южных широтах) цветовой тон сохраняется без существенных изменений только у желтого и голубого, остальные «выцветают». Спектр нормальной яркости соответствует рассеянному дневному освещению; ясно различаются все цвета. При сильном потемнении различаются только три основных цвета — красный, зеленый и синий.

Энтропия (информационная) — это количество информации, приходящейся на одно элементарное сообщение источника, вырабатывающего статистически независимые сообщения.

Яркость цвета — свойство цвета, определяемое его цветовым тоном, насыщенностью и светлотой, вызывающее ощущение сильно освещенной поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Искусство 3D-анимации и спецэффектов/Айзек В.Керлоу; [Пер. с англ. Е.В. Смолиной]. — М.: ООО "Вершина", 2004. — 480 с.: ил. — ISBN 0-471-43036-6 (англ.)- ISBN 5-94696-071-7
2. David Salomon The Computer Graphics Manual Springer-Verlag London Limited New York, 2011
3. Назиров Ш.А., Нуралиев Ф.М, Тўраев Б.З. Компьютер графикаси ва дизайн, Тошкент, 2015
4. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. М. 2001. 280 с.
5. Мухамадиев А.Ш., Тўраев Б.З. 3D моделлаштириш ва ракамли анимация, бакалавриат таълим йўналишлари талабалари учун ўқув қўлланма, Т.: 2017.
6. Мухамадиев А.Ш., Бекназарова С.С., Каюмова Г.А. масс медиа коммуникация, бакалавриат таълим йўналишлари талабалари учун ўқув қўлланма, Т.: 2018.
7. Бекназарова С.С. Цифровые медиа и телевизионные технологии 1- часть, бакалавриат таълим йўналишлари талабалари учун ўқув қўлланма, "Effect-D": 2021.
8. Бекназарова С.С. Цифровые медиа и телевизионные технологии 2- часть, бакалавриат таълим йўналишлари талабалари учун ўқув қўлланма, "Effect-D": 2021.
9. Голдовский Е.М. К проблеме цвета в современном кино// М.: ВГИК, 1971. — 314 с.
10. Железняков, В.Цвет и контраст. Технология и творческий выбор [Текст]: учебное пособие. — М.: ВГИК, 2010. — 157 с.
11. Кравченко А. Что такое цвет? [Электронный ресурс] / А. Кравченко. — Режим доступа: <http://elhow.ru/ucheba/opredelenija/c/что-такое-cvet> (1 стр.)
12. Шергова К. А. Монтаж как способ моделирования мышления [Текст] / Изд. «Вестник», 2014. — 13 с.
13. Базыма, Б.А. Психология цвета: теория и практика. СПб.: Речь, 2005. - 205 с.
14. Ворсобин, В.Н., Жидкин, В.Н. Изучение выбора цвета при переживании положительных и отрицательных эмоций дошкольниками // Вопросы психологии. 1980. №3. - с. 121-124.
15. Гете, И.В. Трактат о цвете // Избран. сочинения по естествознанию. М.: 1957. - 261 с.

16. Измайлов, Ч.А., Соколов, Е.Н., Сукретная, Л.П., Шехтер, Л.М. Семантическое пространство искусственных цветковых названий // Вест. МГУ. Сер. псих. 1992. №1. - с. 3-14.
17. Копинова, В.Н., Глубинная невербальная проективная методика Г.Фриллинга «Цветовое зеркало» в исследовании личностных особенностей летчиков-испытателей // Вест. МГУ. Сер. псих. 1995. №3. - с. 5-9.
18. Лосев, А.Ф. Философия. Мифология. Культура. М.: Мысль, 2011. - 534 с.
19. Люшер, М. Цветовой тест Люшера. М.: АСТ, 2005. - 190 с.
20. Миронова, Л.Н. Семантика цвета в эволюции психики человека // Проблема цвета в психологии. М.: Наука, 1993. - 207 с.
21. Пономарева, Е.С. Цвет в интерьере. Минск: Вышэйшая школа, 2014. - 167 с.
22. Соколов, Е.Н., Вартанов, А.В. К исследованию семантического цветового пространства // Психологический журнал. 2017. Т. 8. №2. - с. 58-65. Тонквист, Г. Аспекты цвета. Что они значат и как могут быть использованы // Проблема цвета в психологии. М.: Наука, 1993. - с. 5-53.
23. Фриллинг, Г., Ауер, К. Человек-цвет-пространство. М.: 2013. - 120 с.
24. Шашлов, Б.А. Цвета и цветовоспроизведение. М.: Книга, 2016. - 280 с.
25. Яньшин, П.В. Цвет как фактор психической регуляции // Прикладная психология. 2000. №4. - с. 14-27.
26. Абдуллин, А. Р. Онтологическое мышление: виды и сущность / А. Р. Абдуллин. - Уфа : Изд-во БашГУ, 2002. - 481 с.
27. Арзамасцев, А. М. Экклезиаст Малевича / А. М. Арзамасцев // Кризис как иррациональное явление : Сб. материалов межвуз. науч. конф. -Магнитогорск : МГТУ, 2004. - Вып. 3. - С. 3-16.
28. Арсеньев, А. С. Философские основания понимания личности / А. С. Арсеньев. - М.: ACADEMIA, 2001. - 592 с.
29. Базыма, Б. А. Психология цвета: теория и практика / Б. А. Базыма. - М.: Речь, 2005.-205 с.
30. Базыма, Б. А. Цвет и психика : монография / Б. А. Базыма. Харьков : Изд-во ХГАК, 2001.-172 с.

ТЕСТЫ

1. Назовите имя ученого, впервые систематизировавший цвета:
 - А. Б.В. Оствальд
 - В. М.В. Ломоносов
 - С. И. Ньютон
 - Д. В. Кандинский
2. Основные признаки цвета:
 - А. Цветовой контраст
 - В. Насыщенность
 - С. Ахроматический вариант
 - Д. Цветовой тон
3. Чего можно достичь в цвете, используя модели геометрических фигур?
 - А. Гармонию родственно-контрастных цветов
 - В. Декоративную стилизацию
 - С. Цветовое равновесие
 - Д. Гармоническое сочетание взаимодополнительных цветов
4. Каким способом можно изменить собственный цвет?
 - А. Рассеянным освещением
 - В. Добавлением ахроматического цвета
 - С. Декорированием
 - Д. Усилением связи формы и цвета
5. Какими средствами передать динамичность декоративного натюрморта:
 - А. Активными ракурсами предметов
 - В. Ньюансом цветовой гаммы
 - С. Геометрическим орнаментом динамического характера
 - Д. Изменчивостью цветовых аккордов
6. Какие первые цветовые гармонии известны науке цветоведения?
 - А. Теория В.М. Шугаева
 - В. Теория Б. Освальда
 - С. Теория М. Сарьяна
 - Д. Теория Б. Теплова
7. В чем смысл декоративного рисования стилизованных объектов?

- А. Верно сочетать выбранный декор с характером изображаемой формой объекта
- В. В выделении характерных индивидуальных особенностей формы
- С. В абрисе формы
- Д. В овладении графическими средствами

8. Основной принцип декоративного изображения:

- А. Достижение максимальной выразительности
- В. Достоверность изображения
- С. Графическая обработка формы и выявление ее природных особенностей
- Д. Стилизация форм

9. В чем выражается цветовая комбинаторика?

- А. В изображении диаграмм все используемых сочетаний
- В. В изменении формы
- С. В подборе композиционной схемы
- Д. В сочетании цветовых масс

10. Чем определяется понятие "стиль"?

- А. Системой внутренних связей
- В. Целостностью всех компонентов художественного произведения
- С. Копировальной грамотой
- Д. Манерой исполнения

11. В чем выражается выразительность цвета в композиции?

- А. В спектральности цвета
- В. В обогащении содержания образа цветовыми контрастными и нюансными отношениями
- С. В совокупности многих цветов
- Д. В символическом цветовом кодировании

12. В чем выражается значение, смысл и функция цвета в композиции?

- А. В колористическом единстве
- В. В информативности
- С. В объединении элементов формы
- Д. Функцию различения (выделения)

13. Роль цвета в выделении доминанты композиции:

- А. Акцентирование доминанты контрастно-дополнительными цветами

- В. Сопоставление противоположных форм
- С. Использование основных свойств цвета
- Д. Ассоциативное построение доминанты

14. Что такое цветовой акцент?

- А. Цветовой нюанс
- В. Подчеркивание, выделение, ударение
- С. Видоизменение реального объекта
- Д. Ритмическая взаимосвязь форм

15. Как достичь цветового равновесия?

- А. Сгармонизировать цветовые отношения
- В. Выделить главный цвет
- С. Использовать чистые (спектральные) цвета
- Д. Соотнести плоскости между собой

16. К какой группе относятся цвета, производные от красного и желтого?

- А. Ахроматические цвета
- В. Теплые цвета
- С. Холодные цвета
- Д. Основные цвета
- Е. Рефлексы



17. Укажите колорит натюрморта Питера Класа

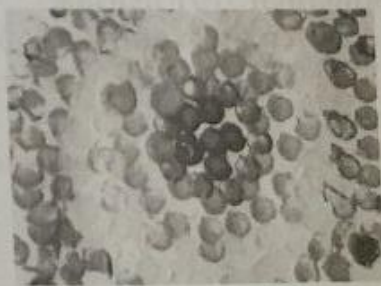
"Завтрак с ветчиной":

- А. Теплый, темный, спокойный
- В. Теплый, яркий, солнечный
- С. Холодный, блеклый, светлый
- Д. Холодный, светлый, яркий



18. Как называется техника живописи, создающая изображение при помощи точек локального цвета?

- А. Городецкая роспись
- В. Пуантилизм
- С. Инкрустация
- Д. Композиция



19. Как называется колорит композиции в черно-белой гамме?

- А. Ахроматический
- В. Теплый
- С. Холодный
- Д. Основной



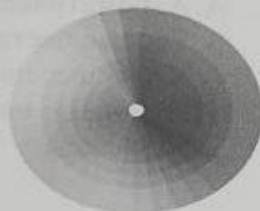
20. Какие цвета не получаются путем смешивания других цветов и называются основными?

- А. Синий, желтый, зеленый
- В. Красный, желтый, синий
- С. Красный, желтый, фиолетовый
- Д. Желтый, синий, фиолетовый



21. Холодные цвета – это:

- А. производные от желтого, красного и коричневого
- В. производные от синего цвета
- С. любой цвет, если в него добавить черный



22. Какие характеристики больше подходят чистым теплым цветам?

- А) спокойный, уравновешенный, тихий
- Б) яркий, энергичный, жизнерадостный
- В) нейтральный, успокаивающий,
- Г) спокойный, рассудительный, мрачный



23. В какой цветовой гамме выполнен этот пейзаж?

- А) в теплой, контрастной, яркой гамме
- Б) в холодной, бледной, спокойной гамме
- В) в теплой, уравновешенной гамме



24. Какая из этих букв выполнена в более теплом цвете?

- А) А
- Б) Б
- В) В



25. Термин колористики, означающий процент присутствия в цвете белого цвета называется

- А. яркость
- В. насыщенность
- С. светлота
- Д. контрастность
- Е. глубина

26. Что такое Адаптация?

- А. приспособление глаза к силе света, темноте и цвету, в основе которого лежит изменение чувства зрения
- В. понижение чувствительности глаза при световом раздражении
- С. повышение чувствительности глаза в темноте
- Д. понижение чувствительности глаза к цветовым раздражителям в результате их воздействия на глаз

27. Что такое хроматическая адаптация?

- А. понижение чувствительности глаза к цветовым раздражителям в результате их воздействия на глаз
- В. приспособление глаза к силе света, темноте и цвету, в основе которого лежит изменение чувства зрения
- С. понижение чувствительности глаза при световом раздражении
- Д. повышение чувствительности глаза в темноте

28. Что такое граничная адаптация?

- А. повышение чувствительности глаза в темноте, способствует различению краев объектов, расположенных на фоне, который мало отличается от их яркости
- В. понижение чувствительности глаза к цветовым раздражителям в результате их воздействия на глаз
- С. приспособление глаза к силе света, темноте и цвету, в основе которого лежит изменение чувства зрения
- Д. понижение чувствительности глаза при световом раздражении

29. Что такое яркостная адаптация?

- А. понижение чувствительности глаза при световом раздражении
- В. повышение чувствительности глаза в темноте, способствует различению краев объектов, расположенных на фоне, который мало отличается от их яркости
- С. понижение чувствительности глаза к цветовым раздражителям в результате их воздействия на глаз
- Д. приспособление глаза к силе света, темноте и цвету, в основе которого лежит изменение чувства зрения

30. Архитектурная колористика...

- А. наука о пространственном восприятии цвета архитектурного объекта, зависящем от источников освещения; воздействия, цветовых составляющих окружения; пропорциональной согласованности различных цветов; тектонической выразительности архитектурного элемента цвета с учетом его пространственной активности
- В. наука о пространственном восприятии цвета архитектурного объекта, воздействия, цветовых составляющих окружения; пропорциональной согласованности различных цветов; тектонической выразительности архитектурного элемента цвета с учетом его пространственной активности
- С. наука зависящем от источников освещения; воздействия, цветовых составляющих окружения; пропорциональной согласованности различных цветов
- Д. наука о пространственном восприятии цвета архитектурного объекта, зависящем от источников освещения; воздействия, цветовых составляющих окружения; пропорциональной согласованности различных цветов;

31. Цветовая ассоциация – это?

- А. закономерная связь между цветовыми ощущениями и связанными с ними воспоминаниями, эмоциями, образами, психическими и физическими состояниями
- В. цвета, не имеющие цветового тона и отличающиеся друг от друга только по светлоте
- С. совокупность различных локальных цветов, выбранных для решения определенной композиционной задачи; с учетом характера психофизиологического воздействия цветов выделяют следующие типы гамм: теплую, холодную, темную, светлую, насыщенную, нейтральную и т. д.

следующие типы гамм: теплую, холодную, темную, светлую, насыщенную, нейтральную и т. д.

- Д. закономерное сочетание цветов на плоскости и в пространстве, вызывающее положительную психологическую реакцию с учетом всех их основных характеристик — цветового тона, светлоты, насыщенности, формы, фактуры и размера

32. Цветовая гармония – это?

- А. закономерное сочетание цветов на плоскости и в пространстве, вызывающее положительную психологическую реакцию с учетом всех их основных характеристик — цветового тона, светлоты, насыщенности, формы, фактуры и размера
- В. закономерная связь между цветовыми ощущениями и связанными с ними воспоминаниями, эмоциями, образами, психическими и физическими состояниями
- С. цвета, не имеющие цветового тона и отличающиеся друг от друга только по светлоте

- Д. совокупность различных локальных цветов, выбранных для решения определенной композиционной задачи; с учетом характера психофизиологического воздействия цветов выделяют следующие типы гамм: теплую, холодную, темную, светлую, насыщенную, нейтральную и т. д.

33. Цветовая гамма – это?

- А. совокупность различных локальных цветов, выбранных для решения определенной композиционной задачи; с учетом характера психофизиологического воздействия цветов выделяют следующие типы гамм: теплую, холодную, темную, светлую, насыщенную, нейтральную и т. д.

- В. закономерное сочетание цветов на плоскости и в пространстве, вызывающее положительную психологическую реакцию с учетом всех их основных характеристик — цветового тона, светлоты, насыщенности, формы, фактуры и размера

- С. закономерная связь между цветовыми ощущениями и связанными с ними воспоминаниями, эмоциями, образами, психическими и физическими состояниями

- Д. цвета, не имеющие цветового тона и отличающиеся друг от друга только по светлоте

34. Ахроматические цвета – это?

А. цвета, не имеющие цвета и отличающиеся друг от друга только по светлоте; насыщенность равна нулю, цветовой тон белый

В. совокупность различных локальных цветов, выбранных для решения определенной композиционной задачи; с учетом характера психофизиологического воздействия цветов выделяют следующие типы гамм: теплую, холодную, темную, светлую, насыщенную, нейтральную и т. д.

С. закономерное сочетание цветов на плоскости и в пространстве, вызывающее положительную психологическую реакцию с учетом всех их основных характеристик — цветового тона, светлоты, насыщенности, формы, фактуры и размера

Д. закономерная связь между цветовыми ощущениями и связанными с ними воспоминаниями, эмоциями, образами, психическими и физическими состояниями

35. - постепенное изменение цвета, светотени, следование оттенков в рамках одного объекта, а также последовательность оптических характеристик объекта (оптические плотности или логарифмы яркостей), расположенных по возрастанию или убыванию.

- А. Градация
- В. Гармония цветовая
- С. Гамма цветовая
- Д. Восприятие цвета

36. Что вы понимаете под термином «Декоративность»?

А. качественная особенность объекта, определяемая его композиционно-пластическим и колористическим строем

В. выражение в произведении архитектуры движения, временных изменений и внутренней энергии при помощи особых приемов, создающих определенный ритм, воспринимаемый во времени

С. отношения нарастания, усиления какого-либо качества цвета

Д. преобладание какого-либо цвета в работе, выбранного для определенных целей

37. Цветовая динамика – это?

А. отношения нарастания, усиления какого-либо качества цвета

В. качественная особенность объекта, определяемая его композиционно-пластическим и колористическим строем

С. выражение в произведении архитектуры движения, временных изменений и внутренней энергии при помощи особых приемов, создающих определенный ритм, воспринимаемый во времени

Д. преобладание какого-либо цвета в работе, выбранного для определенных целей

38. Доминанта цветовая – это?

А. преобладание какого-либо цвета в работе, выбранного для определенных целей

В. отношения нарастания, усиления какого-либо качества цвета

С. качественная особенность объекта, определяемая его композиционно-пластическим и колористическим строем

Д. выражение в произведении архитектуры движения, временных изменений и внутренней энергии при помощи особых приемов, создающих определенный ритм, воспринимаемый во времени

39. Процесс восприятия человеком предметов внешнего мира, состоящий в преобразовании органом зрения света, излученного или отраженного этими предметами – это...

- А. Зрение
- В. Зрительная инерция
- С. Зрительное восприятие
- Д. Зрительное ощущение

40. Что такое «Зрительная инерция»?

А. остаточные ощущения светлоты или цвета; связана с невозможностью моментального восстановления зрительного пигмента, распадающегося под воздействием света

В. осознанное содержание сложного ощущения, полученного органами зрения и дополненного памятью

С. первый этап зрительного восприятия, возникающего в высших отделах нервной системы в результате действия излучения на орган зрения

Д. изменение характеристик цвета под влиянием наблюдения другого цвета

41. Индукция цветовая – это...?

А. изменение характеристик цвета под влиянием наблюдения другого цвета

В. первый этап зрительного восприятия, возникающего в высших отделах нервной системы в результате действия излучения на орган зрения

С. осознанное содержание сложного ощущения, полученного органами зрения и дополненного памятью

Д. остаточные ощущения светлоты или цвета

42. Существует сколько видов индукции?

А. 2

В. 3

С. 4

Д. 5

43. От чего зависят виды индукции?

А. От меры различия характеристик цвета

В. От совпадения темное и светлое

С. От двух взаимно индуцирующих цветов

Д. От положительную характеристику

44. Что такое отрицательный вид индукции?

А. — характеристики двух взаимно индуцирующих цветов изменяются в противоположном направлении

В. — характеристики двух взаимно индуцирующих цветов сближаются, то есть нивелируется

С. — изменение характеристик цвета под влиянием наблюдения другого цвета

Д. — кажущееся изменение площади цветового пятна, окруженного фоном, отличающимся от пятна по светлоте

45. Что такое положительный вид индукции?

А. — характеристики двух взаимно индуцирующих цветов сближаются, то есть нивелируется

В. — кажущееся изменение площади цветового пятна, окруженного фоном, отличающимся от пятна по светлоте

С. — изменение характеристик цвета под влиянием наблюдения другого цвета

Д. — характеристики двух взаимно индуцирующих цветов изменяются в противоположном направлении

46. Иррадиация-это...?

А. кажущееся изменение площади цветового пятна, окруженного фоном, отличающимся от пятна по светлоте

В. характеристики двух взаимно индуцирующих цветов изменяются в противоположном направлении

С. изменение характеристик цвета под влиянием наблюдения другого цвета

Д. характеристики двух взаимно индуцирующих цветов сближаются, то есть нивелируется

47. ...— метод анализа, основанный на определении концентрации вещества по интенсивности окраски растворов.

А. Колориметрия

В. Колорит

С. Комбинаторика

Д. Композиция

48. Композиция — это...?

А. структура объекта, определяющая взаиморасположение его частей, их подчинение друг другу и единому целому в соответствии с какой-либо идеей

В. тип упражнений, в которых различные сочетания составляются из заданных элементов

С. взаимосвязь всех цветовых элементов объекта, система соотношений цветовых тонов, образующая определенное единство и являющаяся эстетическим претворением красочного многообразия действительности

Д. метод анализа, основанный на определении концентрации вещества по интенсивности окраски растворов

49. Взаимосвязь всех цветовых элементов объекта, система соотношений цветовых тонов, образующая определенное единство и являющаяся эстетическим претворением красочного многообразия действительности-это...?

А. Колорит

В. Колориметрия

С. Комбинаторика

Д. Композиция

50. Константность цвета — это...?

А. тенденция воспринимать предметный цвет, независимо от изменяющихся условий освещения, его силы и спектрального состава

В. резко выраженная противоположность, сопоставление двух противоположных качеств, способствующее их усилению

С. мера различия цветов

D. ощущение цвета, возникающее при наблюдении цветового пятна на фоне

51. ... — резко выраженная противоположность, сопоставление двух противоположных качеств, способствующее их усилению.

- A. Контраст
- B. Константность цвета
- C. Координаты цвета
- D. Хроматический контраст

52. Какой перечень цветов относится к теплой цветовой гамме?

- A. красный, оранжевый, желтый и промежуточные оттенки
- B. синий, голубой, зеленый, и переходные — сине-фиолетовый, сине-зеленый
- C. красный, синий, зеленый, желтый и промежуточные оттенки
- D. переходные — сине-фиолетовый, сине-зеленый

53. Какие цвета относятся к холодным цветам?

- A. синий, голубой, зеленый, и переходные — сине-фиолетовый, сине-зеленый
- B. красный, оранжевый,
- C. красный, синий, переходные — сине-фиолетовый, сине-зеленый
- D. зеленый, желтый и промежуточные оттенки

54. Что такое Координаты цвета?

- A. Это количества трех основных цветов, необходимые для получения колориметрического равенства с измеряемым цветом
- B. Это резко выраженная противоположность, сопоставление двух противоположных качеств, способствующее их усилению
- C. Это система цветов, в которой цветовое многообразие упорядочено на основании объективной закономерности
- D. Это определяющий, основной и неизменный цвет предмета без учета внешних влияний

55. Локальный цвет — это...?

- A. определяющий, основной и неизменный цвет предмета без учета внешних влияний, то есть цвет, характерный для данного предмета и не претерпевший никаких изменений.

B. количества трех основных цветов, необходимые для получения колориметрического равенства с измеряемым цветом.

C. резко выраженная противоположность, сопоставление двух противоположных качеств, способствующее их усилению.

D. система цветов, в которой цветовое многообразие упорядочено на основании объективной закономерности.

56. Круг цветовой это?

- A. Это система цветов, в которой цветовое многообразие упорядочено на основании объективной закономерности
- B. Это количества трех основных цветов, необходимые для получения колориметрического равенства с измеряемым цветом
- C. Это резко выраженная противоположность, сопоставление двух противоположных качеств, способствующее их усилению
- D. Это определяющий, основной и неизменный цвет предмета без учета внешних влияний

57. Качество, характеризующее степень, уровень, силу выражения цветового тона и связанное с количеством (концентрацией) пигмента, краски, красителя — это?

- A. Насыщенность цвета
- B. Цветовой круг
- C. Локальный цвет
- D. Окраска

58. Окраска — это...?

- A. Это физические свойства поверхности объекта избирательно отражать или поглощать падающий свет
- B. Это система цветов, в которой цветовое многообразие упорядочено на основании объективной закономерности
- C. Это количества трех основных цветов, необходимые для получения колориметрического равенства с измеряемым цветом
- D. Это определяющий, основной и неизменный цвет предмета без учета внешних влияний

59. На сколько видов делится Окраска?

- A. 3
- B. 2
- C. 5
- D. 4

60. Освещение — это...?

- А. применение света в конкретной обстановке, рядом с объектами или в их окружении, с целью сделать их видимыми.
- В. величина, показывающая мощность светового потока, падающего на единицу площади поверхности.
- С. количественные различия между цветами во всех их характеристиках и свойствах.
- Д. небольшое различие одного цветового или светотеневого тона.

61. Величина, показывающая мощность светового потока, падающего на единицу площади поверхности – это?

- А. Освещенность
- В. Освещение
- С. Цветовые отношения
- Д. Оттенок

62. Первичные цвета ...

- А. RGB
- В. HSB
- С. CMYK
- Д. LAB

63. Спектр — это?

А. последовательность цветов, на которые разлагается световой поток, проходящий через призму.

В. семь цветов солнечного спектра, составляющие при оптическом смешении видимый глазом естественный дневной свет.

С. частный случай равновесия, для которого характерна полная остановка движения, состояние покоя или неподвижности.

Д. излучение определенной интенсивности и спектрального состава, которое, проникая в глаз, производит ощущение цвета в результате психофизиологического процесса переработки зрительных впечатлений в мозговых центрах.

64. Излучение определенной интенсивности и спектрального состава, которое, проникая в глаз, производит ощущение цвета в результате психофизиологического процесса переработки зрительных впечатлений в мозговых центрах – это?

- А. Стимул цветовой
- В. Спектр
- С. Цветовая статика
- Д. Спектральные цвета

65. Что такое Спектральные цвета?

А. семь цветов солнечного спектра, составляющие при оптическом смешении видимый глазом естественный дневной свет: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

В. последовательность цветов, на которые разлагается световой поток, проходящий через призму.

С. частный случай равновесия, для которого характерна полная остановка движения, состояние покоя или неподвижности.

Д. излучение определенной интенсивности и спектрального состава, которое, проникая в глаз, производит ощущение цвета в результате психофизиологического процесса переработки зрительных впечатлений в мозговых центрах.

66. Что такое Цветовая модель?

А. Метод точного описания способа получения цветовых оттенков путем смешивания нескольких основных цветов

В. Исследование процесса восприятия и различения цвета на основе систематизированных сведений из различных научных дисциплин

С. Качественная характеристика цвета, определяемая его координатами либо совокупностью цветового тона и чистоты цвета

Д. Сочетание цветовых пятен на плоскости, в пространстве, организованное в определенной закономерности и рассчитанное на эстетическое восприятие

67. Исследование процесса восприятия и различения цвета на основе систематизированных сведений из различных научных дисциплин – это...?

- А. Цветоведение
- В. Цветовая модель
- С. Цвета побежалости
- Д. Цвета дополнительные

68. Какие теории включает цветоведение?

А. Физическую теорию цвета; цветового зрения; измерения и количественного выражения цвета

В. Теорию измерения и количественного выражения цвета

С. Теории цветового зрения

Д. Теории физического цвета

69. Оранжевый цвет можно получить путём смешения:

- А. красного и жёлтого;

- В. красного и синего;
- С. красного и зелёного;
- Д. синего и зелёного.

70. Задуманное художником цветовое сочетание, с помощью которого он создаёт художественный образ, называют:

- А. колоритом;
- В. гармонией;
- С. гаммой цвета;
- Д. цветоведением.

71. Различные оттенки серого называют:

- А. нейтральными;
- В. дополнительными;
- С. доминирующими;
- Д. оптическими.

72. Зелёный цвет получают смешением:

- А. синей и жёлтой;
- В. жёлтой и фиолетовой краски;
- С. синей и фиолетовой;
- Д. синей и оранжевой.

73. К составным цветам относятся:

- А. оранжевый, зелёный, фиолетовый;
- В. синий, жёлтый, красный;
- С. жёлтый, зелёный, оранжевый;
- Д. красный, зелёный, фиолетовый.

74. Фиолетовую краску можно получить, смешав:

- А. синюю и красную;
- В. красную и зелёную;
- С. черную и красную;
- Д. синюю и зелёную.

75. Цвета, в цветовом круге, которые находятся напротив друг друга и дающие при смешивании ахроматический цвет, называются:

- А. дополнительными;
- В. нейтральными;
- С. оптическими;
- Д. доминирующими.

76. К ахроматическим цветам относятся:

- А. белый, серый, чёрный
- В. зелёный, жёлтый, серый

- С. синий, белый, зелёный
- Д. чёрный, синий, жёлтый

77. Хроматические цвета, расположенные в определённом порядке по цветовым тонам, образуют:

- А. спектр;
- В. контраст;
- С. призма;
- Д. радуга.

78. Хроматические цвета отличаются друг от друга:

- А. по тени;
- В. по светлоте;
- С. по цветовому фону;
- Д. по контрасту.

79. Какие цвета различают в спектре?

- А. тёплые;
- В. холодные;
- С. блеклый;
- Д. горячие.

80. Выбери основные цвета:

- А. красный, жёлтый
- В. розовый, чёрный
- С. фиолетовый;
- Д. синий.

81. Выбери тёплые цвета:

- А. жёлтый, красный, оранжевый.
- В. синий, красный, жёлтый.
- С. зелёный, оранжевый, голубой.
- Д. голубой, зелёный, красный.

82. Выбери холодные цвета спектра:

- А. синий
- В. жёлтый
- С. красный
- Д. оранжевый

83. Как называют цвета, которые получаются путём соединения двух или нескольких цветов?

- А. производные цвета;
- В. холодные цвета;
- С. тёплые цвета;
- Д. основные цвета.

- А. красный и голубовато-зелёный; жёлтый и синий
- В. красный и оранжевый; фиолетовый и жёлто-зелёный
- С. жёлтый и голубовато-синий; оранжевый и голубой
- Д. фиолетовый и жёлто-зелёный; оранжевый и голубой

85. При соединении красного и жёлтого цветов можно получить:

- А. оранжевый
- В. розовый
- С. голубой
- Д. фиолетовый

86. При соединении зелёного и красного цветов можно получить цвет:

- А. коричневый
- В. оранжевый
- С. розовый
- Д. голубой

87. При соединении красного и синего цветов можно получить цвет:

- А. лиловый
- В. чёрный
- С. розовый
- Д. оранжевый

88. При соединении жёлтого и синего цветов можно получить цвет:

- А. зелёный
- В. фиолетовый
- С. оранжевый
- Д. чёрный

89. Общая цветовая гармония, где каждый цвет находится в согласованном единстве с другими:

- А. колорит
- В. спектр
- С. рефлекс
- Д. контраст

90. Наиболее интенсивный тон, в котором ярче всего выражены цветовые качества данного цвета:

- А. насыщенный тон
- В. красочный тон

- С. яркий тон
- Д. светлый тон

91. Ученый, написавший в 18 в. труд дидактической направленности «Учение о цвете», посвященный в основном психологии цветовосприятия:

- А. И. Гете
- В. Леонардо да Винчи
- С. Ч. Валиханов
- Д. Н. Тесла

92. Какие цвета кажутся удаленными?

- А. Холодные
- В. Темные
- С. Теплые
- Д. Ахроматические

93. Перечислите цвета круга Гете:

А. Красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, фиолетовый

- В. Фиолетовый, оранжевый, голубой, красный, зеленый
- С. Желтый, синий, голубой, зеленый, красный
- Д. Красный, синий, желтый, черный, белый, бежевый

94. Какой цвет получается при почти полном поглощении световых лучей?

- А. Черный
- В. Светло-коричневый
- С. Лазурный
- Д. Зеленый

95. Шеврёль Мишель Эжен, это французский ученый, который классифицировал цвета:

- А. В системе из 72 цветных образцов
- В. В круге из 4 цветов
- С. В так называемом цветовом аккордеоне
- Д. В аналоговой гармонии холодных цветов

96. Какой цвет называется интенсивным, «чистым»?

- А. Цвет, максимально отличающийся от ахроматики.
- В. Цвет наиболее светлого предмета в группе других.
- С. Цвет наиболее темного предмета в группе других.
- Д. Цвет, занимающий больше места в группе других.

97. В эксперименте Ньютона с призмой объединение цветов базируется на принципе...

- A. Сложения
- B. Пульсации
- C. Замещения
- D. Фокусировки

98. Какой цвет является дополнительным, и, следовательно, наиболее контрастным для фиолетового?

- A. Желтый
- B. Зеленый
- C. Красный
- D. Фиолетовый

99. Цвето- и светочувствительные рецепторы, находящиеся в центре и на периферических областях сетчатки глаза:

- A. Колбочки и палочки
- B. Эритроциты и лейкоциты
- C. Горошки и салочки
- D. Аксоны и нейроны

100. Самым ярким, светлым ахроматическим цветом является:

- A. Белый
- B. Оранжевый
- C. Сероватый
- D. Желтый

Содержание

Введение	3
ГЛАВА I. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦВЕТА	6
1.1. Физика цвета	6
1.1.1. Цветовые модели	20
1.1.2. Восприятие цвета и цветовые источники	28
1.2. Взаимодействие цвета	43
1.3. Базовые понятия в колористике	64
ГЛАВА II. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЦВЕТА. ЦИФРОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦВЕТА	69
2.1. Цветовой круг, гармонии и колориты	69
2.2. Технология цвета, контраст	75
2.2.1. Контрастные противопоставления	103
2.2.2. Цифровое представление цвета	112
2.2.3. Новая модель цифрового цвета	130
ГЛАВА III. ТЕХНОЛОГИЯ ЦВЕТА В МУЛЬТИПЛИКАЦИЯХ, КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЕ	140
3.1. Теория цифровой обработки видеоснимка	140
3.1.1. Цифровое представление телевизионного сигнала	151
3.2. Технология цвета в мультипликциях (ретроспективный анализ)	169
3.2.1. Технология цвета в мультипликциях	195
3.3. Цвет в кино: особенности восприятия	201
Список сокращений	209
Глоссарий	211
Библиографический список	225
Тесты	227

Бекназарова Саида Сафибуллаевна
Жаумытбаева Мехрибан Караматдин қизи

МУЛЬТИПЛИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕХНОЛОГИЯ ЦВЕТА

Учебное пособие

Toshkent - "METHODIST NASHRIYOTI" - 2024

Muharrir: Bakirov Nurmuhammad

Texnik muharrir: Tashatov Farrux
Musahhih: Muhammadiyeva Sevinch
Dizayner: Ochilova Zarnigor

Bosishga 10.05.2024.da ruxsat etildi.

Bichimi 60x90. "Times New Roman" garnituras.

Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i 16. Nashr bosma tabog'i 15,5.

Adadi 300 nusxa.

"METHODIST NASHRIYOTI" MCHJ matbaa bo'limida chop etildi.

Manzil: Toshkent shahri, Shota Rustaveli 2-vagon tor ko'chasi, 1-uy.



+99893 552-11-21

Nashriyot rozilgisiz chop etish ta'qiqlanadi.

ISBN 978-9910-03-112-0



9 789910 031120