

Основные цветовые системы

1. Цветовые круги.
2. Эволюция объёмно-пространственных цветовых моделей.
3. Современные цветовые модели.
4. Систематизация и количественное выражение цветов.

Цветовые системы – это классификация цветов в определённом порядке, с использованием цветового тона, светлоты, насыщенности. Сегодня существуют различные виды цветовых систем, от обычных цветовых кругов, атласов, шкал, вееров, цветовых таблиц, объёмно-пространственных цветовых систем до современных цветовых пантонов.

Цветовые круги



Основоположник научного цветоведения И. Ньютон первым предложил реально существующий линейный спектр цветов для удобства изучения их взаимосвязей изображать в виде цветового круга.

Цветовой круг Ньютона включал семь последовательно расположенных и радиально ориентированных секторов: красного, оранжевого, жёлтого, зелёного, голубого, синего и фиолетового цветов. При добавлении неспектрального цвета – пурпурного – получилась 8-секторная двухмерная цветовая модель хроматических цветов. Цветовой круг И. Ньютона оказался очень удобным инструментом для расчёта результатов смешения цветов. После этого появилось множество цветовых систем как плоских (полосы, круги, треугольники), так и пространственные (шары, конусы, призмы и т.д.).



И.В. Гёте не хотел признавать учения И. Ньютона о световой природы цвета (он возмущался тем, что Ньютон «посмел» ради доказательства своей идеи разложить при помощи призмы белый «божественный» цвет на составляющие спектра).

Иоганн Гёте предложил свою версию цветового круга – 6-секторного. Его круг был образован тремя основными (по его мнению) цветами: красным, жёлтым и синим, располагающимися в углах равностороннего треугольника, между которыми находились цвета, получавшиеся в результате смешения фланкирующих их цветов: фиолетовым (между красным и синим), оранжевым (между жёлтым и красным) и зелёным (между жёлтым и синим). Эти цвета, как и основные, располагаются в углах другого равностороннего треугольника, образующего с первым шестиконечную звезду.

Очень удобной цветовой системой, имеющей широкое практическое применение, является цветовой круг, разработанный **В.М. Шугаевым**. В основу своей системы В.М. Шугаев положил четыре цвета – синий, красный, жёлтый и зелёный. Зелёный цвет является производным – результатом смешения синего и жёлтого, но при этом он воспринимается как абсолютно нейтральный по отношению к своим «родителям».

Определив четыре цвета как главные, В.М. Шугаев расположил их в круге на концах взаимно перпендикулярных диаметров. Цвета, которые располагаются в пределах одной четверти, являются **родственными** друг к другу, поскольку каждый из них имеет в составе оба главных цвета, между которыми они находятся.

В противоположных четвертях помещаются **контрастные** цвета. У них нет ничего общего, так как они составлены различными парами главных цветов.

Цвета, расположенные в смежных четвертях, называются **родственно-контрастными**. Они объединены одним общим цветом, но содержат в себе контрастные цвета.



Цветовой круг В.М. Шугаева

Основная идея теории цветовой выразительности, разработанной немецким учёным и практиком Иоханесом Иттенем, состоит в разложении всего спектра на двенадцатичастотный круг. Причём вся дальнейшая работа с цветом основывается на работе с этим кругом. **Круг И. Иттена** состоит из трёх основных элементов, каждый из которых, в свою очередь, делится на составные части. Основные цвета: красный, жёлтый и синий.

Основные цвета должны быть определены с максимальной возможной точностью. Три основных цвета первого порядка размещаются в равностороннем треугольнике так, чтобы жёлтый был у вершины, красный справа внизу и синий – внизу слева. Затем данный треугольник вписывается в круг и на его основе выстраивается равносторонний шестиугольник. В образовавшиеся равнобедренные треугольники мы помещаем три смешанных цвета, каждый из которых состоит из двух основных цветов, и получаем, так разом, цвета второго порядка:

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

Все цвета второго порядка должны быть смешаны весьма тщательно. Они не должны склоняться ни к одному из своих компонентов. Затем на некотором расстоянии от первого круга мы чертим другой и делим полученное между ними кольцо на двенадцать равных частей, размещая основные и составные цвета по месту их расположения и оставляя при этом между каждыми двумя цветами пустой сектор. В эти пустые сектора вводим цвета третьего порядка, каждый из которых создаётся благодаря смешению цветов первого и второго порядка, и получаем:

- жёлтый + оранжевый = жёлто-оранжевый
- красный + оранжевый = красно-оранжевый
- красный + фиолетовый = красно-фиолетовый
- синий + фиолетовый = сине-фиолетовый
- синий + зелёный = сине-зелёный
- жёлтый + зелёный = жёлто-зелёный.

Таким образом, возникает правильный цветовой круг из двенадцати цветов, в котором каждый цвет имеет своё неизменное место, а их последовательность имеет тот же порядок, что в радуге или в естественном спектре.

В нашем круге все двенадцать цветов имеют равные отрезки, поэтому цвета, занимающие диаметрально противоположные места по отношению друг другу, оказываются **дополнительными**.

Эта система даёт возможность мгновенно и точно представить себе все двенадцать цветов и легко расположить между ними все их вариации

Полученные навыки позволяют на практике применять гармоничные цвета и составлять цветовые схемы всего чего угодно, начиная от рисунков, одежды, заканчивая архитектурой.



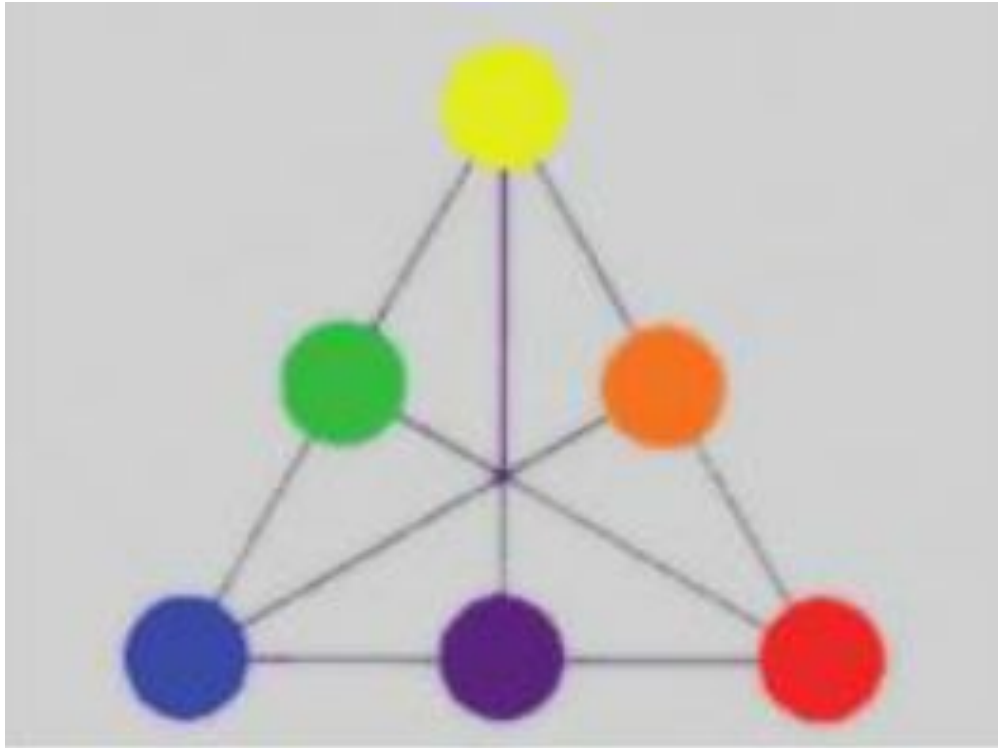
Цветовой круг И. Иттена

Эволюция объёмно-пространственных цветовых моделей

Прикладное цветовое моделирование, сводившееся к синтезу новых цветов методом смешивания имеющихся пигментов, возникло практически одновременно с появлением живописи. Значительно позже начались опыты по анализу красок, то есть выявлению чистых, изначальных цветов, не являющихся смесями, и определению их минимального количества. Исходной цветовой моделью может считаться цветовая полоса, представляющая собой упрощённое изображение семью локальными спектральными цветами. Живописцы размещали чистые краски вдоль края палитры в порядке следования цветов солнечного спектра, а в промежутках создавали красочные смеси. Округлая форма палитры подсказала идею усовершенствования этой модели: расположение красок по кругу (цветовой круг Ньютона).

Модель КЖС

По первым буквам названий первичных цветов (красный, жёлтый и синий) модель КЖС и получила название. Несмотря на кажущуюся стройность, модель КЖС стала серьёзным камнем преткновения для её пользователей. Её практическое использование давало неплохие результаты, но попытки их логического осмысления заводили в тупик. Вопреки ожиданиям, художественные краски отказывались подчиняться открытому Ньютоном закону смешивания цветных лучей. Вместо ожидаемого белого цвета смесь пигментов даёт нечто противоположное: практически чёрный, вернее грязно-чёрный цвет. Это несоответствие, серьёзно озадачившее исследователей, было принято как необъяснимый феномен и на некоторое время оставлено в покое. Для его осмысления требовались знания об истинной природе цвета, а их пока недостаточно. Тем не менее исследования продолжились, и законы смешения пигментов изучались эмпирическим путём. Поэтому пусть и без теоретического обоснования, но на основе экспериментальных данных было решено считать смесь красок всех цветов чёрным цветом, а их полное отсутствие на холсте – белым. Впоследствии это понятие, дополненное представлениями о возрастании насыщенности цветов в направлении от заднего к переднему плану, оказалось исключительно важным для создания современных цветовых



Окончательным вариантом этой модели стал треугольник, на вершинах которого расположены первичные цвета, а не биссектрисах – вторичные. Дополнительным считается цвет, расположенный напротив любого, принятого за основной.

Треугольная модель стала вершиной цветового моделирования, использовавшей максимум возможностей двумерного моделирования цвета.

Между тем далеко не весь набор характеристик цвета, необходимых для исчерпывающего описания его свойств, смог уложиться на плоскости. Плоская модель, прекрасно описывающая смешение цветов между собой, показала свою уязвимость в вопросах их утемнения и высветления, то есть смешивания спектральных цветов с чёрным и белым. Вспомнив о том, что белый цвет чистого холста находится «внизу», а суммарный чёрный цвет смеси – «вверху», исследователи решили ввести в модель третью координату – высоту. Выход в третье измерение стал по-настоящему революционным решением.

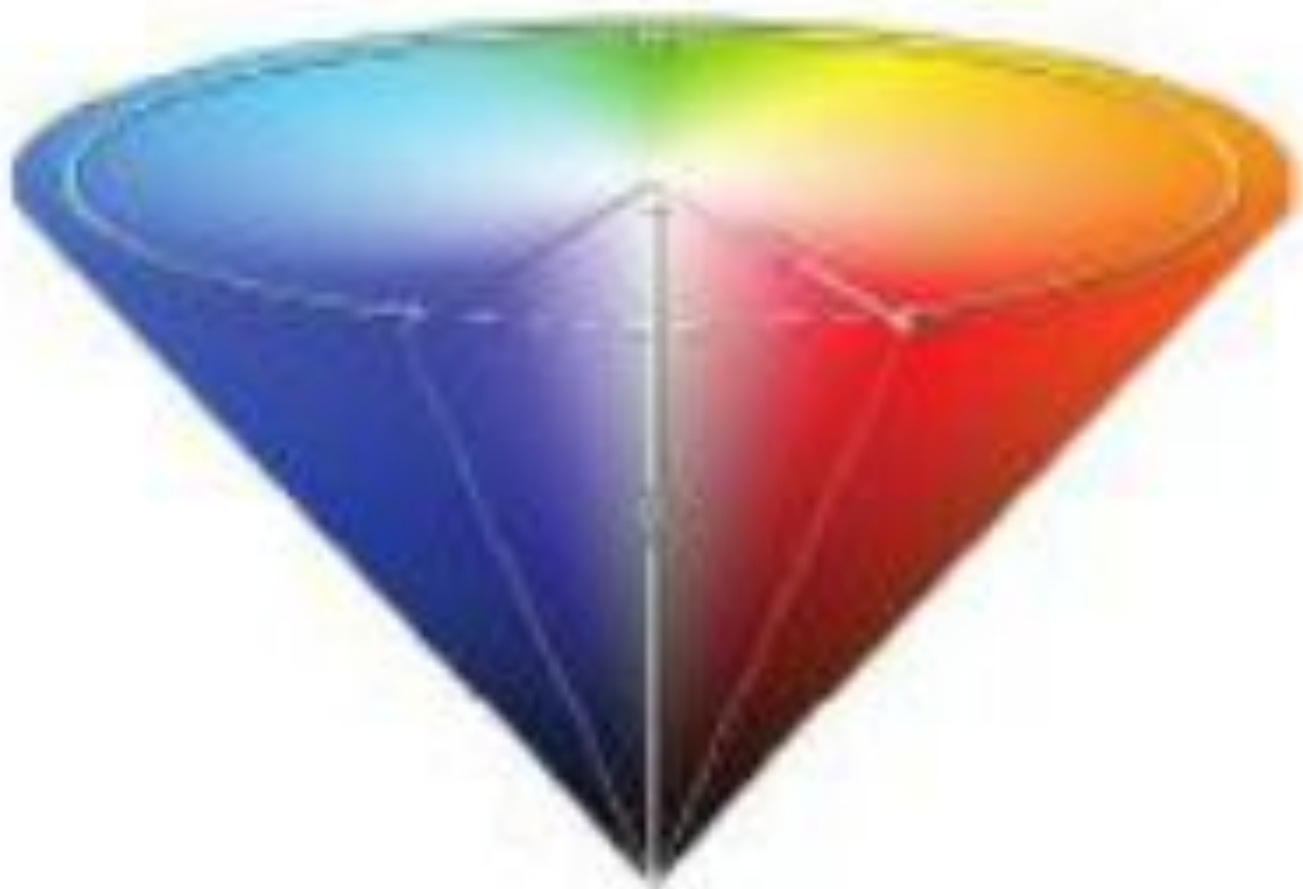
Оказалось, что, независимо от подхода и конечного назначения модели, для исчерпывающего описания любого цвета необходимо и достаточно именно трёх параметров. Ими могут быть не только цветовой тон, насыщенность и светлота, которыми оперируют представители классического изобразительного искусства, но и другие характеристики, принятые в иных профессиональных кругах. Так, например, в среде фотографов и кинематографистов наиболее предпочтительными считаются понятия «цвет», «насыщенность» и «яркость», а в компьютерной графике закрепился метод

Модель HSB

Типичным представителем пространственных цветовых моделей является модель HSB, аббревиатура которой составлена из первых букв английских слов, обозначающих цвет, насыщенность и яркость.

Её основой является цветовой круг, по периметру которого расположены все спектральные цвета максимальной насыщенности. К центру круга насыщенность убывает до нуля, то есть до полного отсутствия цветовых тонов, или белого цвета.

Яркость цветов уменьшается вдоль образующей конуса, достигая минимума на его вершине. Эта точка характеризует полюс чёрного цвета. Построенное таким образом цветовое тело позволяет однозначно описывать любой из цветовых оттенков с учётом содержания в нём утемняющего чёрного и высветляющего белого цветов.



Цветовая модель HSB

Изучение существующих пространственных цветовых моделей показало, что, несмотря на множественность их толкований, большинство из них относительно легко может быть представлено в виде ряда сравнимых цветовых тел, построенных по единому алгоритму. По примеру модели HSB, в его основу могут быть положены два элемента: цветовая плоскость и серая шкала.

На цветовой плоскости может быть расположен цветовой круг, треугольник или любая другая двухмерная цветовая схема. Плоскость позволяет отобразить не только основные спектральные цвета, но и закон изменения их насыщенности, то есть процесс изменения цветов при постепенном уменьшении количества пигмента, замещаемого белым фоном холста. Перпендикулярная к плоскости серая шкала, начинающаяся в её полюсе белого, содержит плавный ахроматический переход к полюсу чёрного, находящемуся на противоположном её конце. Она характеризует снижение яркости спектральных цветов, происходящее при добавлении в них чёрной краски. Кривая, описывающая закон изменения яркости от максимума, расположенного на периферии цветового круга, до нуля, находящегося на полюса чёрного, может служить образующей наружной поверхности цветового тела.

Для придания обобщённой модели большей универсальности целесообразно отменить обязательность перпендикулярности оси. С учётом этого можно увидеть, что «пронзённая» осью серой шкалы цветовая плоскость является основой целого ряда пространственных цветовых моделей.

Обобщённая цветовая модель.

Она представляет собой пространственное тело, базовым сечением которого служит цветовой круг (или иная плоская фигура), а осью – линейная серая шкала. По периметру базового сечения располагаются насыщенные цветовые тона (или спектральные цвета). По мере удаления от края плоскости интенсивность (или насыщенность) цветов постепенно понижается до полной потери цвета на самой оси.

Сечения цветового тела, параллельные базовой плоскости, могут рассматриваться в качестве её разбелённых или утемнённых копий, в зависимости от их расположения относительно белого и чёрного полюсов оси. При этом габариты промежуточных сечений пропорциональны степени изменения их светлоты.

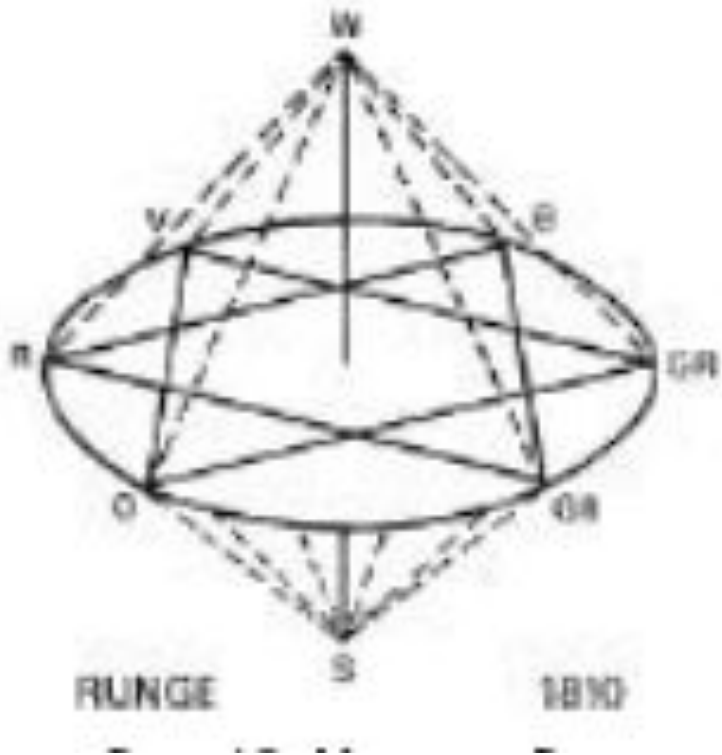
Таким образом, обобщённая цветовая модель представляет собой объём, заполненный всеми существующими цветами, точным описанием каждого из которых является его положение в пространстве.



Обобщённая цветовая модель

Цветовой шар Отто Рунге был самой первой трёхмерной моделью.

Современник Гёте, Филипп Отто Рунге – немецкий художник-романтик и теоретик искусства, классифицировал цвета, используя принцип глобуса. Цветовая модель, разработанная по принципу земного шара, возникла, по всей вероятности, благодаря поискам эстетического абсолюта О. Рунге как художника – одного из лидеров немецкого романтизма, приверженца аллегорических сопоставлений в изобразительном искусстве. В своей философской поэтике художник проводит основную мысль немецкой романтической философии – единство Бога, мира и человека. Таким образом, в своих рассуждениях о значении цвета, Рунге видел в трёх основных цветах «простой символ Святой Троицы»: синий – Отца, красный – Сына, жёлтый – Святого духа. Далее он определил зелёный как цвет жизни и отнёс оттенки зелёного к «физическому миру»; синий и фиолетовый обозначил как «холодные» и сопоставил их с «женским миром», красный ассоциировал с любовью и определил к «идеальному миру», оранжевый и жёлтый – «тёплые» – к «мужскому». Свои цветовые ассоциации Филипп Отто Рунге представил в виде шестиконечной звезды, составившей основу его системы цветовых предпочтений.



В «экваториальной» плоскости (сечении) этого шара помещался 6-секторный цветовой круг Гёте. По вертикальной оси располагался ряд ахроматических цветов от белого (сверху) до чёрного (внизу). На «меридианах» поверхности шара, совпадающих с точками основных и смешанных цветов (красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, синий, фиолетовый) и сходятся в точках «северного» и «южного» полюсов, можно проследить изменение цветовых тонов (наиболее насыщенных в «экваториальной» плоскости) по степени убывания насыщенности (чистоты) к «северному полюсу» (разбеливание цвета) и к «южному полюсу» (затемнение цвета).

По горизонтальным (широтным) сечениям шара прослеживалось изменение светлоты (яркости) того или иного цветового тона в соответствии с изменением светлоты серого цвета (по вертикальной оси шара) сверху вниз. Промежуточные участки поверхности шара между «меридианами», проходящими через точки шести цветов круга Гёте (являющиеся сферическими двугольниками), представляют собой смешение соседних пар цветов, изменяющихся по чистоте по мере удаления от экваториальной плоскости вверх и вниз. В центре шара – серый цвет как результат оптического смешения цветов.

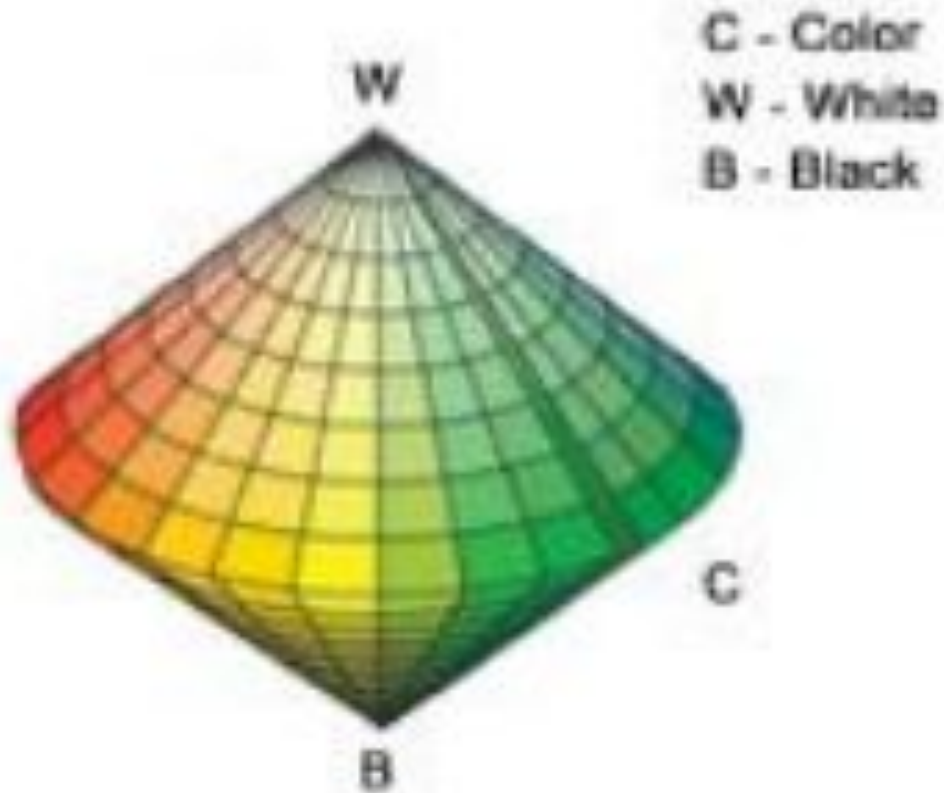


Модель Ламберта.

Черты обобщённой модели можно обнаружить и в работах других исследователей. Очень похожа на неё модель Ламберта, наиболее существенным отличием которой является упрощённое, линейное, а не экспоненциальное изменение светлоты и насыщенности.

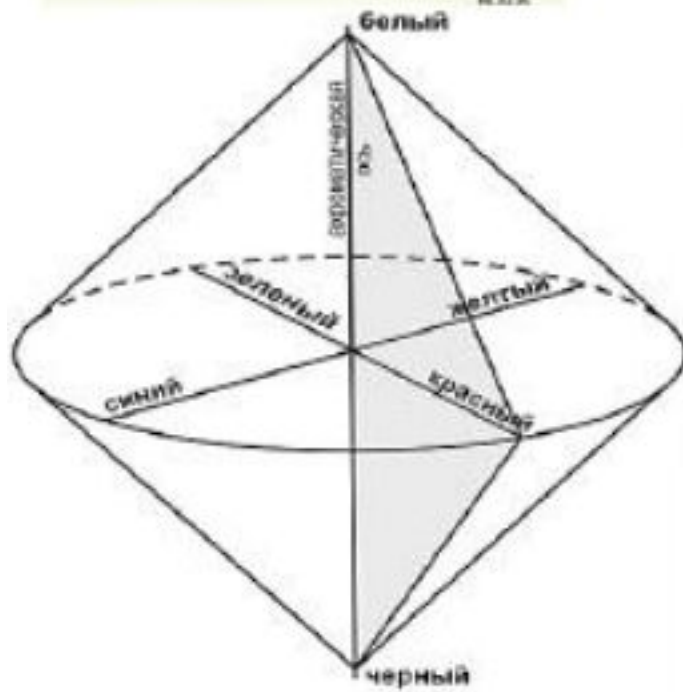
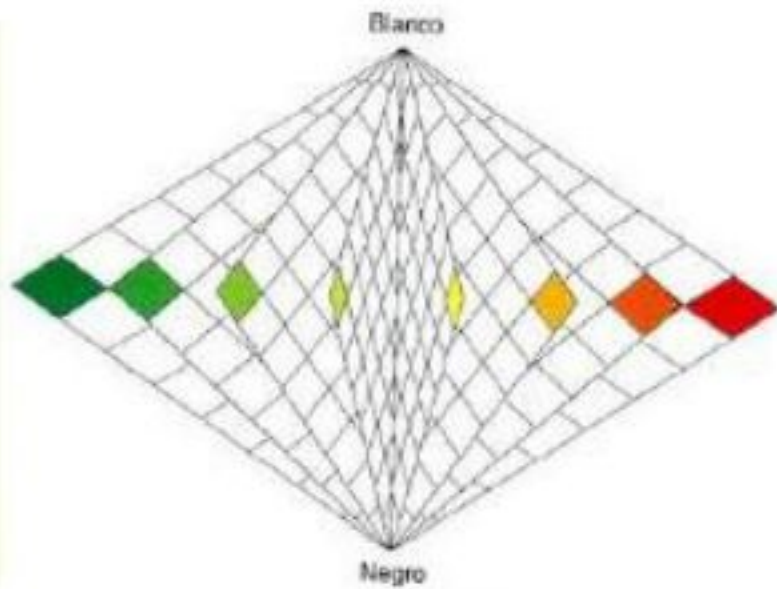
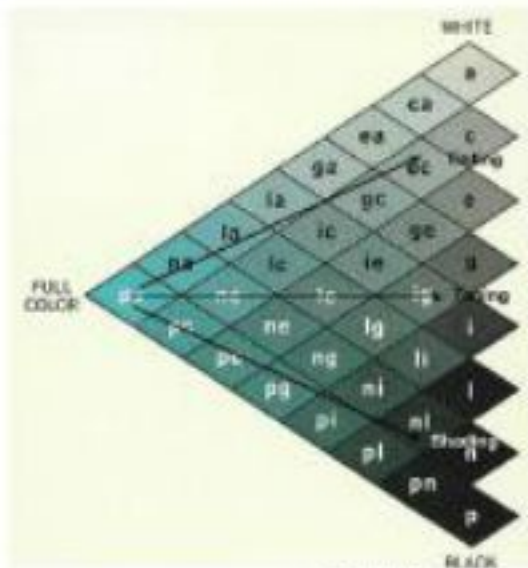
В конце XIX– начале XX в. **Вильгельм Фридрих Освальд** – немецкий физик и химик, усовершенствовал систему сферы Ренге. Он построил цветовую систему, охватывающую большое многообразие цветов. В основе его системы лежит все тот же цветовой круг, но его круг включал в себя уже 24 цвета: лимонно-жёлтый, жёлтый, золотисто-жёлтый, жёлто-оранжевый, красно-оранжевый, киноварно-красный, красный, карминно-красный, пурпурно-красный, пурпурно-фиолетовый, фиолетовый, сине-фиолетовый, синевато-фиолетовый, ультрамаринный, средне-синий, синий, васильково-синий, бирюзовый, цвет морской волны, изумрудно-жёлтый, сине-зелёный, хлорофилловый, жёлто-зелёный.

Система представляет собой двойной конус. Основанием конуса служит 24-ступенчатый круг чистых цветов. У верхней вершины конуса расположен белый цвет, у нижней – чёрный. Между ними по оси конусов размещается ряд ахроматических цветов (оттенки серого – смешение белого и чёрного) По образующим конуса расположены ряды разбелов или зачернений чистых цветов. В сечениях конусов, параллельных основанию, располагаются «ломаные цвета» (смешение хроматических с серыми). В сечениях же, проходящих через радиусы и ось конуса, получаются треугольники, в которые входят все основные типы цветовых рядов.



**Цветовое тело В.
Оствальда.**

Получило наибольшее признание построенное на базе плоской треугольной модели вдоль однонаправленной серой шкалы.



Цветовая модель Освальда легла в основу современной систематизации цвета. В несколько изменённом виде модель Освальда была принята в 1931 году Международным советом по освещению под названием «цветового тела». Это дало возможность специалистам различных отраслей (науки, искусства, техники, промышленности, дизайна) пользоваться единой общепринятой системой классификации цветов. Так, если поместить все 24 треугольника в альбом и снабдить каждый цвет колориметрическими характеристиками, то такой альбом можно использовать вместо колориметра. По такому принципу построены атласы цветов Освальда и Рабкина.

При всём изяществе и наглядности этих моделей, они не учитывают особенностей психофизиологического восприятия человеком различных областей спектра, предполагая одинаковую для всех цветов интенсивность. Между тем даже при беглом взгляде на радугу заметна ощутимая разница кажущейся яркости цветов. Попыткой учесть это явление стала **модель Манселла**.

Американский учёный Альберт Генри Манселл осуществил первую попытку числового описания цвета. Суть его цветовой системы в том, что она определяет три атрибута цвета: H (hue – цветовой тон), V (value – величина = яркость), C (chroma – цветность).

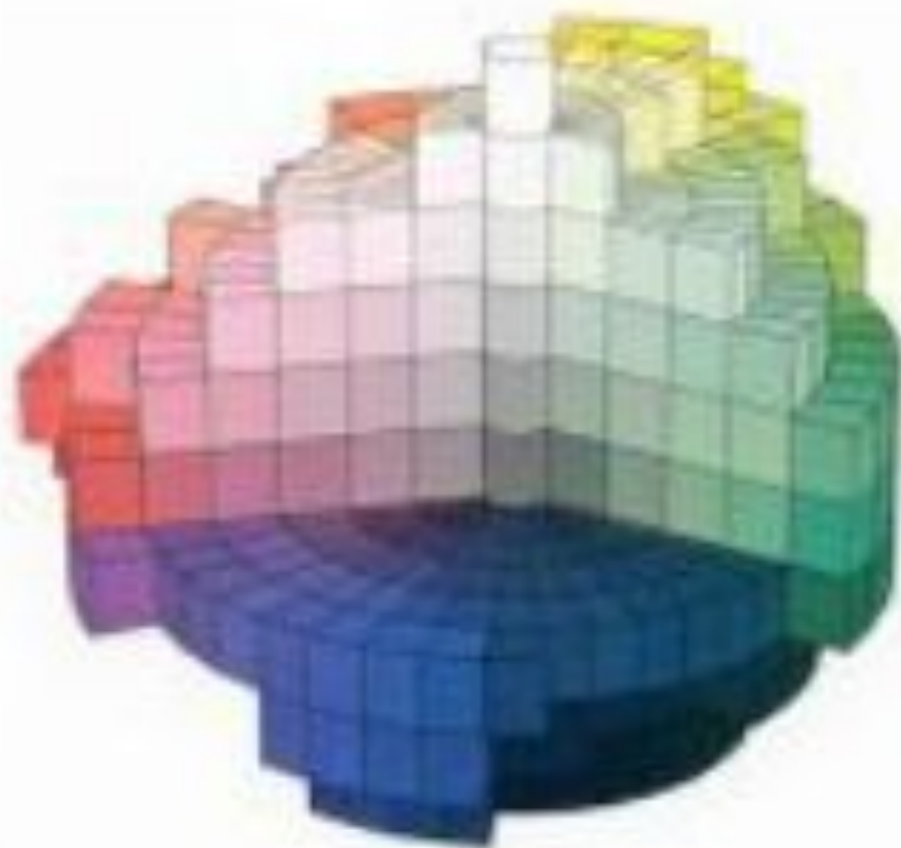
Цветовой тон. Каждый горизонтальный круг в системе Манселла разделён на пять основных тонов: красный (Red), жёлтый (Yellow), зелёный (Green), голубой (Blue) и фиолетовый (Purple). Между ними располагаются пять переходящих тонов. Каждый из этих 10 ступеней разделён на 10 подступеней, полученным 100 тонам присвоены целочисленные значения. Два цвета одинакового значения и хромы на противоположных сторонах круга смешиваются в нейтральный серый того же значения.

Величина, т.е. мера яркости или темнота цвета, изменяется по вертикали оси от чёрного (0) внизу до белого (10) наверху. Вдоль по оси располагаются нейтральные цвета.

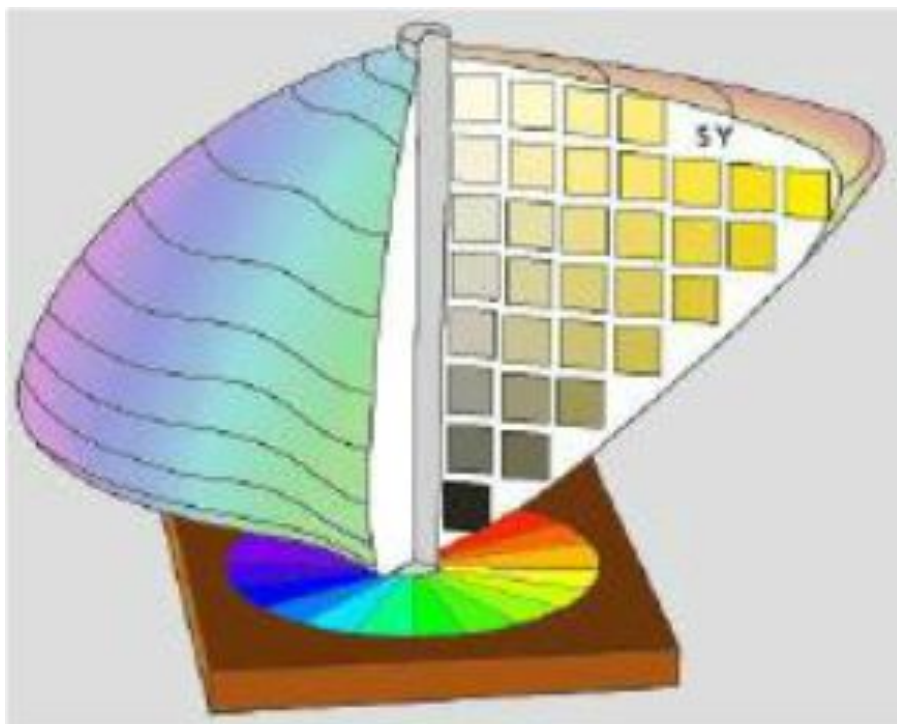
Цветность («хрома»), т.е. мера насыщенности или чистоты цвета) измеряется радиально от центра каждого горизонтального «среза». Меньшее значение хромы соответствует менее чистому цвету (ненасыщенному, пастельному). Различные области цветового пространства имеют различный максимум хромы.

Сечения модели получили отличные от круговых формы. В ней «радиусы» различных цветов пропорциональны их интенсивности – для «ярких» цветов они больше, для «приглушённых» – меньше. Существенным отличием этой модели является отсутствие явно выраженной главной цветовой плоскости. Здесь каждый цвет наделён собственной плоскостью, место которой определяется светлотой тона – чем он светлее, тем она выше. Тем не менее, цветовое тело Мансела не только выглядит как возможный вариант обобщённой модели, главная цветная плоскость которой неперпендикулярна оси, но и является таковым на самом деле.

Исследования Альберта Манселла имеют не только теоретическое значение в области цветовых исследований, но и практическое применение. Уже после смерти автора вышел в свет атлас цветов, названный «Книга цветов Манселла». Американская организация Стандартов рекомендовала использование этого издания при создании спецификации цветов.



Модель Манселла



Цветовое дерево Манселла



Книги цветов Манселла

В 1921 году свою интерпретацию цветового круга создал **Иоганн Иттен** – швейцарский художник, теоретик, педагог. Это современная цветовая модель, которая получила наибольшую популярность среди дизайнеров и очень активно используется в наши дни. В основу положен 12-ступенчатый цветовой круг.



Рис.51

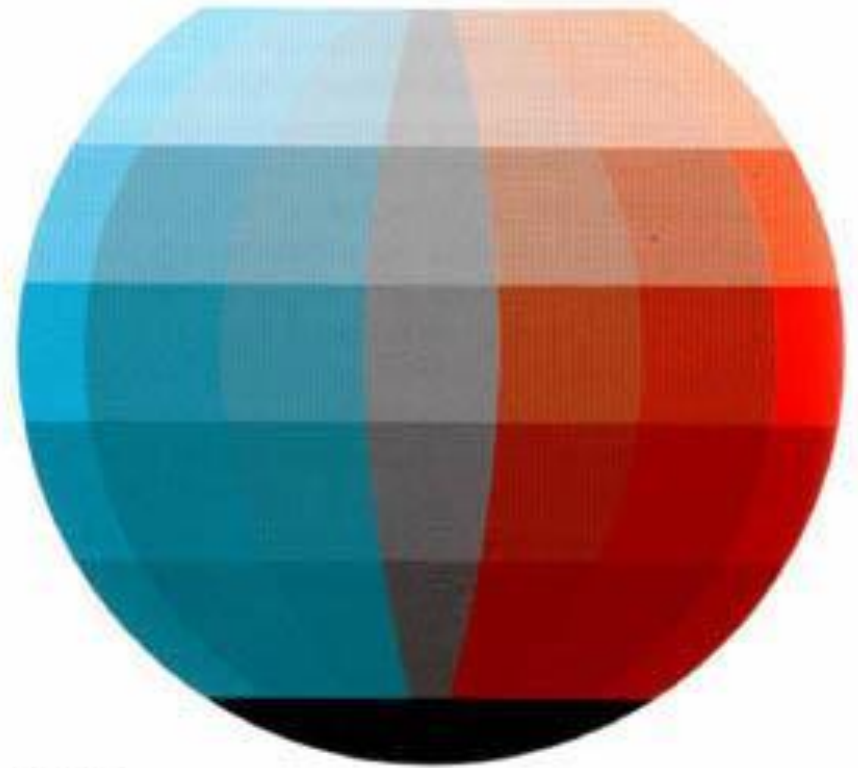


Рис.52

Цветовой шар Иттена



Рис.39

Звезда Иттена

Современные цветовые модели

Цветовые модели могут быть аппаратно-зависимыми (их пока большинство, RGB, CMYK в их числе) и аппаратно-независимыми (модель Lab). В большинстве графических современных пакетов (например, Photoshop) можно преобразовывать изображения из одной цветовой модели в другую.

Телевизоры, камеры, сканеры, мониторы компьютеров основаны на аддитивной системе воспроизведения цветов (RGB), где красный – R, зелёный G и синий B в комбинации создают белый.

Офсетная, цифровая печать, краски, пластик, ткань и фотография основаны на субтрактивной системе цвета (CMY/ CMYK).

Специалистами в различных отраслях используются и другие модели, мы рассмотрим подробнее самые известные и широко распространённые из них.

Система RGB – обычно её называют моделью аддитивных основных цветов.

Все цвета образуются смешением трёх основных цветов в разных пропорциях (т.е. с разными яркостями). При смешении двух лучей основных цветов, результирующий цвет будет светлее составляющих. Модель является аппаратно-зависимой, так как значения базовых цветов (а также точка белого) определяются качеством применяемого в вашем мониторе люминофора. В результате на разных мониторах одно и то же изображение выглядит неодинаково.

Эта модель обычно имеет более широкий цветовой охват, чем типичный охват цветов CMYK, поэтому иногда изображения, замечательно выглядящее в RGB, значительно тускнеют и гаснут в CMYK.

Также в RGB легче компоновать изображения и работать с ними. Многие фильтры

Система CMYK (в переводе с английского Cyan, Magenta, Yellow, BlackKey – голубой, пурпурный, жёлтый, чёрный) – субтрактивная цветовая модель. Согласно теории цвета, практически любой оттенок можно получить с помощью трёх красок, в том числе чёрный – смешиванием их в равной пропорции и с максимальной интенсивностью. Однако на практике из-за несовершенства пигментирования красок стоцентное смешивание этих трёх цветов даёт скорее грязно-коричневый или грязно-серый цвет; триадные краски не дают той глубины и насыщенности, является чрезвычайно важной в печатном процессе, в цветовую модель было решено ввести ещё один цвет. Так было сделано ещё и в интересах удобства и простоты печати одноцветных объектов – например, чёрного текста. Белый цвет в схеме отсутствует, так его мы имеем – это цвет бумаги.

Систематизация и количественное выражение цветов

В практике и научных исследованиях применяют два способа систематизации и количественного описания цветов. Первый способ – измерительный или колориметрический, второй – способ цветowych эталонов.

Колориметрический способ основан на том, что каждому цвету соответствуют три вполне определённые величины основных возбуждений (КЗС – приёмников глаза). Измерить эти величины – значит выразить тремя числами. Такие числа называются цветовыми координатами. Количественное выражение цветов в колориметрическом способе непосредственно связано с объективными характеристиками цвета: яркостью, цветовым тоном и чистотой цвета.

В способе цветowych эталонов заранее изготавливают наборы на красок. Их раздают в виде атласа цветов. Подбор цвета атласа к цвету объекта производится путём непосредственного зрительного сравнения этих цветов. Количественное выражение цветов в способе цветowych эталонов непосредственно связано с субъективными характеристиками: светлотой, цветовым тоном и насыщенностью.

Существует многообразие атласов цветов.

Каждый из двух рассмотренных способов систематизации и количественного выражения цветов имеет свои достоинства и недостатки. Система цветowych атласов отличается простотой и наглядностью. Для оценки цвета не требуется никаких приборов и вычислений. Цвет выражается в величинах цветowych ощущений, и можно непосредственно видеть его изменение с изменением этих величин.

В колориметрическом способе для определения цветowych координат требуются достаточно сложные приборы – колориметры. Само вычисление координат очень трудоёмко. Цвет выражается тремя отвлечёнными числами – координатами, которые непосредственно не связаны с характеристиками цветowych ощущений.