

Учебный Центр Русские Краски

# МИР ЦВЕТА

Пособие по колористике



# Мир цвета

## Пособие по колористике

### Оглавление

#### 1. Условия возникновения цвета

1.1. Излучение, свет и цвет

1.2. Наблюдатель

1.3. Объект

1.4. Источники света

1.5. Взаимодействие источника, объекта и наблюдателя

1.6. Метамерия

#### 2. Измерение цвета

2.1. Системы измерения цвета

2.2. Система LAB

#### 3. Системы образцов цвета

3.1. Цветовая система Манселла

3.2. Цветовая система Освальда

#### 4. Цветовой круг – правила цветосмещения

4.1. Цветовой круг Гете

4.2. Цветовой круг Иттена

4.3. Диаграмма цветов и оттенков

#### 5. Оценка и сравнение образцов

5.1. Типы эмалей и их свойства

5.2. Стандартные углы для оценки

5.3. Область отражения, вид сверху, вид сбоку

#### 6. Разработка и колеровка цветов "солид"

#### 7. Разработка и колеровка цветов "металлик" и "перламутр"

#### 8. Пигментные пасты и их применение

## 1. Условия возникновения цвета

Весь материальный мир, окружающий нас, представляется человеку в двух главных формах - как вещество и свет. Основное восприятие вещественных предметов происходит при воздействии света на орган зрения - глаз. Глаз позволяет человеку с помощью света оценить два важнейших качества предметов: форму и цвет.

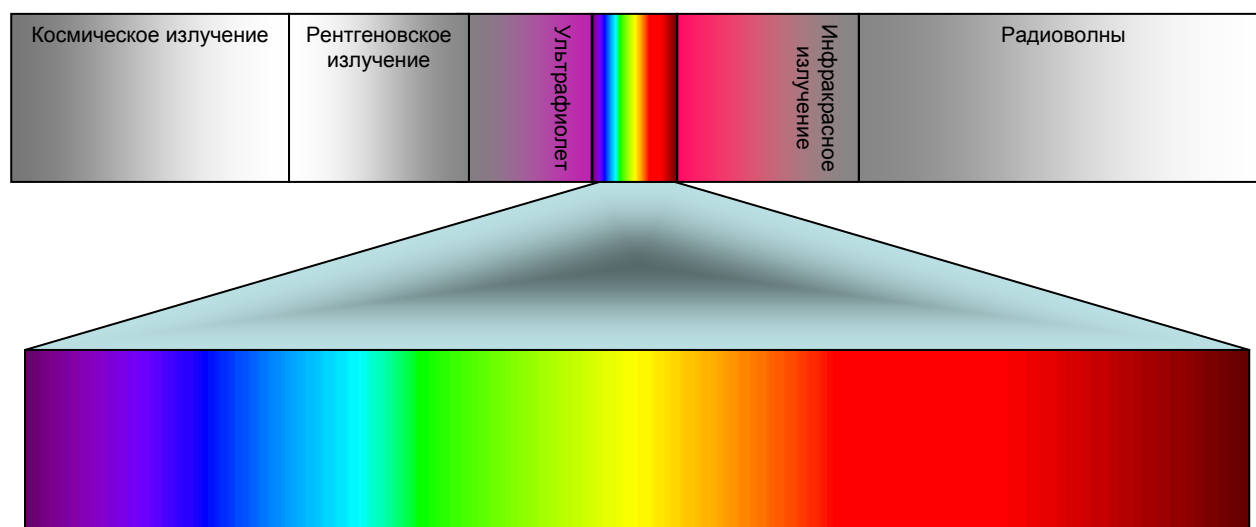
Цвет - это ощущение (психофизиологическая реакция), возникающее в мозгу в ответ на свет, попадающий в глаз человека. Свет, например белый солнечный, падая на окрашенные предметы изменяется (модифицируется) и воздействуя на глаз наблюдателя вызывает ощущение того или иного цвета. Таким, образом, для восприятия окружающего нас мира в цвете необходимо наличие трех составляющих системы: света, объекта наблюдения и самого наблюдателя.

Теперь подробнее рассмотрим эти три фактора, определяющие цвета предметов.

### 1.1. Излучение, свет и цвет

Свет – это движущаяся в виде электромагнитного излучения материя. Она имеет двойственную природу - волновую и корпускулярную. Поэтому световым частицам - корпускулам или фотонам присущи волновые свойства. Волновые свойства разных фотонов характеризуются длиной волны электромагнитных колебаний. Длины волн видимого глазом света измеряются в нанометрах (1нм - одна миллионная часть миллиметра) и занимают диапазон от 380 до 780 нм, называемый видимым спектром электромагнитных волн. Помимо видимых глазом волн света человек использует и невидимые электромагнитные волны: начиная от самых коротких - рентгеновских лучей - и, кончая длинными радио волнами.

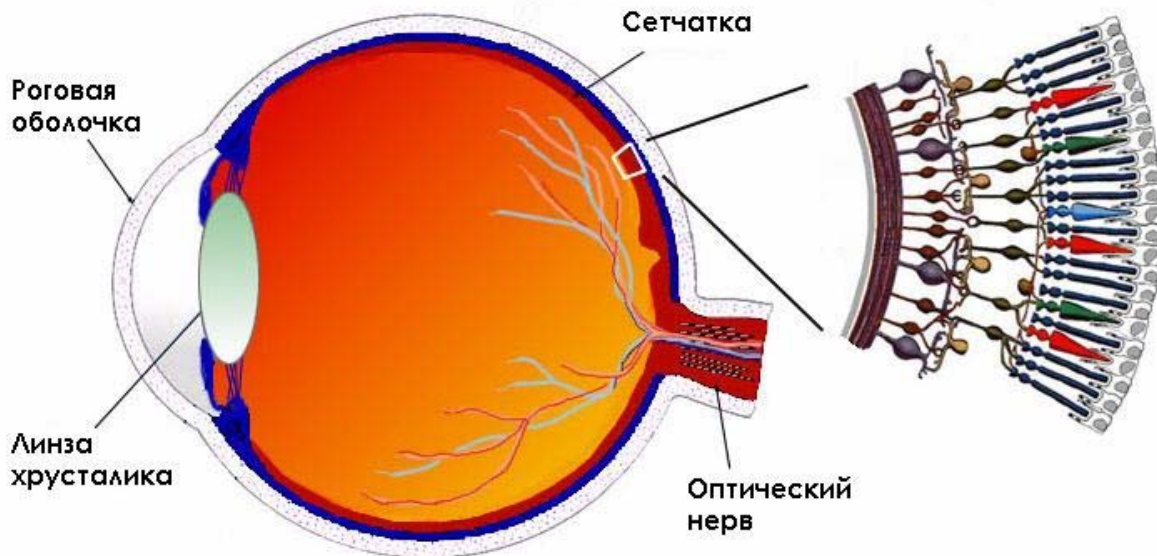
### Шкала электромагнитного излучения



### Спектр видимого излучения

## 1.2. Наблюдатель

Органом наблюдения является глаз, который можно сравнить с фотоаппаратом. Глаз имеет сложное устройство, основными частями которого являются роговая оболочка, линза хрусталика и светочувствительный слой сетчатки. Хрусталик создает изображение предмета на сетчатке, которая связана нервными окончаниями с мозгом.

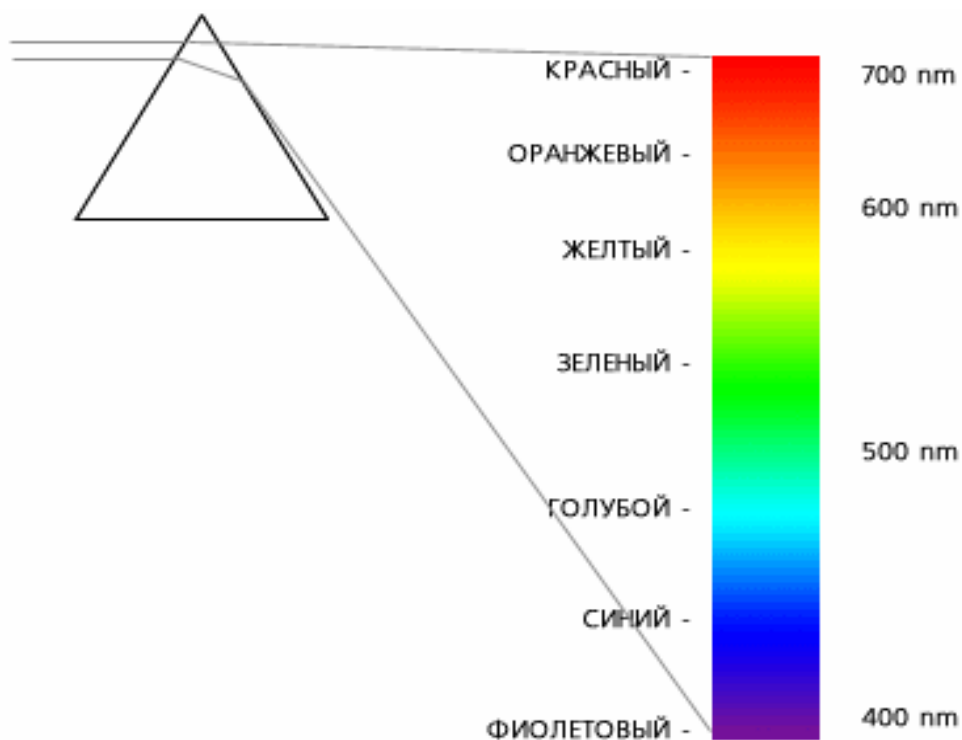


Сетчатка состоит из трех типов светочувствительных элементов (сенсоров) с максимумами чувствительности в синей (450 нм), зеленой (550 нм) и красной (620 нм) областях видимого спектра. Все три типа сенсоров чувствительны в большей или меньшей степени во всем видимом спектре.



Сенсоры, освещаемые световыми волнами, посылают сигналы в наш мозг. Эти сигналы интерпретируются мозгом как определенный цвет. Какой именно цвет получится в результате этой интерпретации, зависит от сочетания в свете волн различной длины. Например, если сенсоры зарегистрируют волны сразу всех длин волн солнечного спектра, то мозг будет воспринимать этот свет, как белый. Отсутствие света на определенном световом фоне воспринимается мозгом, как черный цвет.

Видимый спектр можно получить, разложив луч белого солнечного света в стеклянной призме на цветные монохроматические составляющие. Преломление света в призме (изменение направления распространения) тем больше, чем меньше его длина волны и наиболее сильно отклоняются синие и фиолетовые лучи. Этот эксперимент впервые правильно объяснил Ньютон, подчеркивая, что лучи света разной длины волны только интерпретируются нами как цветные. При невысокой яркости мы уверенно выделяем в видимом непрерывном спектре солнечного света, например в радуге дождя, семь цветов (при условии, что каждый из них является фоном для других): красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Их легко запомнить по первым буквам слов в мнемонической фразе - Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан. На самом деле различимых цветов видимого спектра значительно больше и при достаточной яркости человек путем сравнения выделяет около ста тридцати спектральных цветов.



В диапазоне длин волн от 700 до 660 нм мы воспринимаем оттенки красного цвета, от 540 до 500 нм оттенки зеленого цвета, от 450 до 470 нм оттенки синего цвета и так далее. Различимость цветовых оттенков различна в различных спектральных диапазонах. Она максимальна в синем диапазоне (около 23 цветов) и минимальна в красном (около 6 цветов).

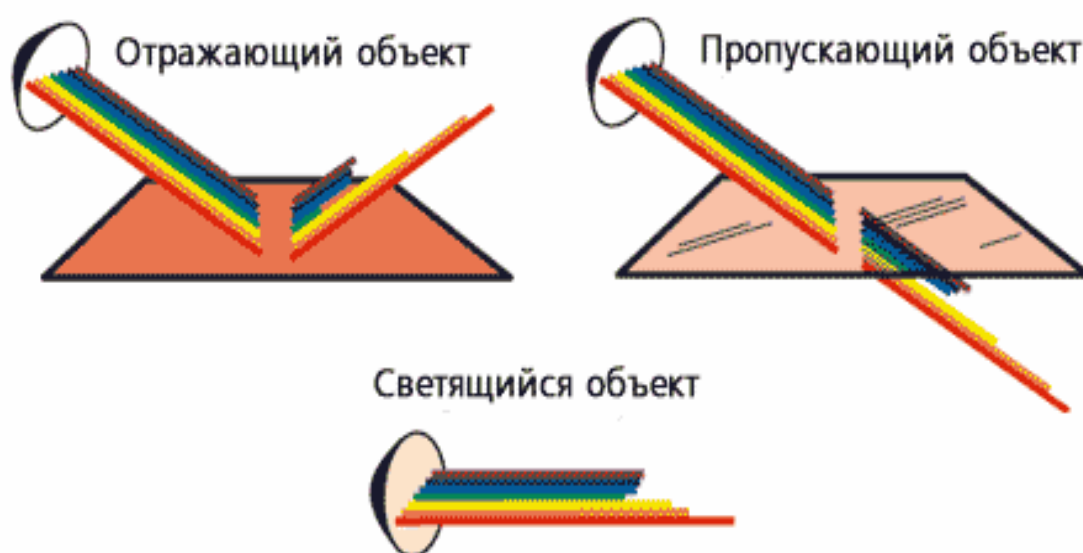
Реальное же число различимых цветов очень велико. Каждый спектральный цвет может быть разбавлен белым светом и в итоге число различимых цветов, например в виде карточек образцов цвета, может достигать двадцати тысяч. Поэтому мы видим окружающий нас мир полный цветных объектов. Каждый объект посылает нам в глаза определенное сочетание длин волн света, что в конечном итоге определяет его цвет.

### 1.3. Объект

Все объекты в природе с точки зрения восприятия их зрением можно разделить на самосветящиеся (первичные источники света) и отражающие или пропускающие свет (вторичные источники света). Впечатление определенного цвета объекта создается излучением, например солнечным, в спектре которого часть световых волн либо отсутствует, либо имеет относительно меньшую интенсивность.

Предметы окрашиваются красками, содержащими разное количество различных пигментов, красящих веществ или красителей. Поверхности окрашенных предметов поглощают, отражают и пропускают различные уникальные сочетания длин волн источников света. Количество поглощенного, отраженного и пропущенного предметами света может меняться в очень широких пределах.

Различные сочетания длин волн в отраженном или пропущенном предметом свете и формируют различные цвета. Следует отметить, что сами источники света могут иметь различный цвет, т.е. испускать свои собственные уникальные комбинации длин волн.



### 1.4. Источники света

Поскольку разные источники света излучают собственные уникальные сочетания длин волн (спектр), то цвет предметов зависит и от типа осветителя.

Поэтому цветовые измерения следует производить при определенных условиях. Для этого в 1931 году были установлены три стандартных источника белого света: **А**, **В** и **С**. Спектральный состав их излучения точно известен и характеризуется через спектр излучения Абсолютно Черного Тела (АЧТ).

АЧТ - это тело, поглощающее любое излучение, упавшее на него. В качестве АЧТ может служить теплоизолированная полость (шаровая, цилиндрическая или коническая) из материала хорошо поглощающего излучение. Эта полость имеет небольшое отверстие для выхода излучения.



Излучательная способность АЧТ по длинам волн (его спектр излучения), как эталонного источника точно определяется только его абсолютной температурой в градусах по шкале Кельвина ( $^{\circ}\text{K}$ ).

### Зависимость цвета предмета от температуры нагрева

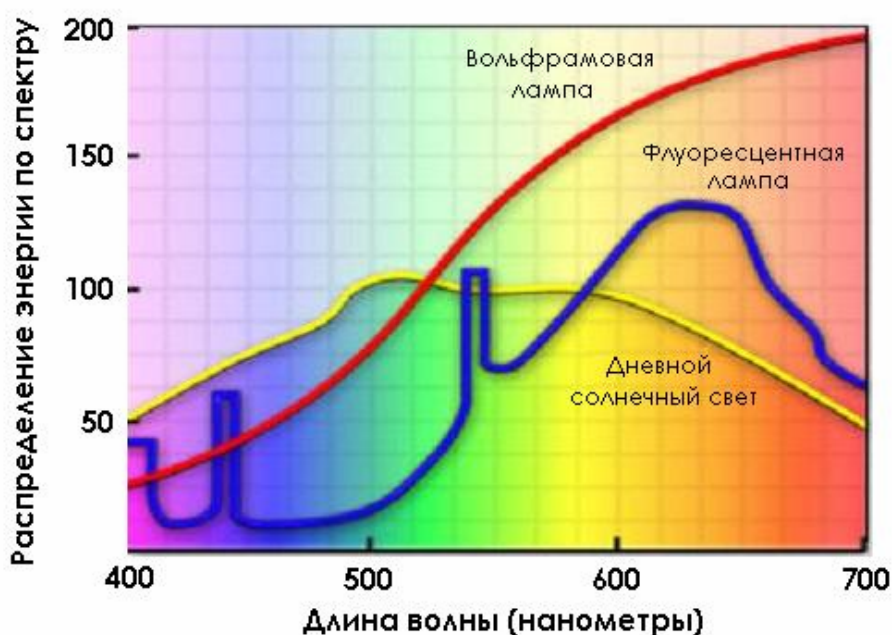


Стандартный источник света типа **A** воспроизводит условия освещения вечерним солнечным светом с помощью вольфрамовой лампы накаливания. Источник **A** имеет спектр излучения АЧТ, нагретого до  $2856^{\circ}\text{K}$ . Эта температура называется цветовой температурой источника света **A**.

Таким образом, цветовая температура источника света, это температура АЧТ, при которой АЧТ излучает свет того же цвета, что и источник света. Источник света типа **B** с цветовой температурой около  $4874^{\circ}\text{K}$  воспроизводит прямой солнечный свет. Источник света типа **C** с цветовой температурой около  $6774^{\circ}\text{K}$  воспроизводит рассеянный солнечный свет.

В дальнейшем были добавлены еще два типа стандартных источников света **D** и **E**. Два таких источника **D50** и **D65** воспроизводят определенные фазы света после восхода солнца и соответствуют цветовой температуре  $5000^{\circ}\text{K}$  и  $6500^{\circ}\text{K}$  соответственно. Источник типа **E** это гипотетический источник с равномерным распределением энергии по спектру.

### Источники видимого света



### 1.5. Взаимодействие объекта, источника и наблюдателя

Для существования нашей визуальной палитры цветов необходимо, чтобы присутствовали все три элемента — свет, объект и наблюдатель. Без света не будет электромагнитных волн различной длины; без объектов свет останется просто белым, немодифицированным; а без наблюдателя не будет того сенсорного восприятия, благодаря которому волны различной длины распознаются или регистрируются как тот или иной уникальный “цвет”.

“Если красную розу никто не видит, есть ли у нее цвет?” Ответ на этот вопрос (хотя, возможно, он вас и удивит) — нет. Формально, цвет существует в виде электромагнитных волн различной длины. Однако цвет, известный нам как красный, — это лишь наше представление о красном цвете, возникающее после того, как наша система визуального восприятия отреагирует на эти самые волны определенной длины.

Если нет наблюдателя, роза, по сути дела, бесцветна. Она лишь отражает определенное сочетание волн определенной длины, необходимое нам для того, чтобы видеть красный цвет...



...однако цвет, который мы воспринимаем и помним как “красный”, является лишь порождением нашего мозга.

### 1.6. Метамерия при уравнивании цветов

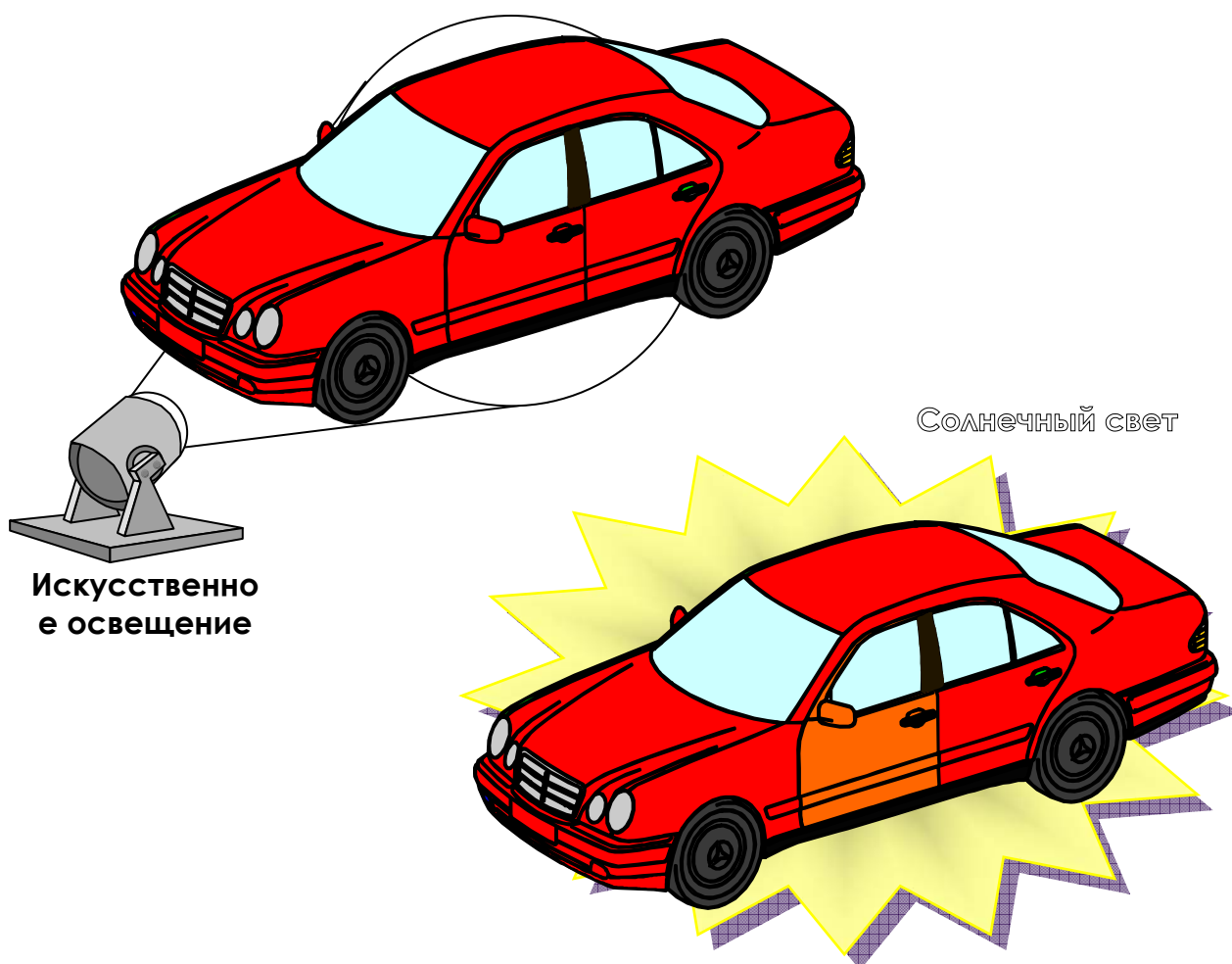
Хорошо известно, что белый цвет можно получить, смешивая все составляющие солнечного спектра (все цвета радуги). Известно также, что ощущение белого цвета можно создать, смешивая излучения всего двух дополнительных цветов. Такими взаимно дополнительными цветами являются, например: красный - голубой, зеленый - пурпурный, желтый - синий и т.д. Теоретически число взаимно дополнительных различных цветов бесконечно велико. Реальное их число также очень велико.



Вообще все излучения (стимулы), различные по спектральному составу, но одинаковые по любому цвету, называют метамерными. Число метамерных стимулов разных цветов достигает по современным данным 10 миллионов.

Поскольку существуют метамерные стимулы, то существуют и краски с различными наборами пигментов, создающие спектры отражения света одинаковые по цвету. Однако, поскольку спектр отражения краски зависит от типа источника света, то при смене типа осветителя очень часто метамерность стимулов двух красок нарушается. В результате нарушается равенство цветов двух красок с разными пигментными составами.

Этот эффект часто проявляется в практике ремонта автомобилей при подборе цвета краски по образцу. Например, отремонтированная деталь автомобиля может не отличаться по цвету от его окружающих частей под искусственным источником света, а при свете солнца ясно видна разница в цвете.



## 2. Измерение цвета

К настоящему времени разработано достаточно много систем измерения цвета, а также систем, состоящих из образцов (карточек) цвета. Наиболее известны и употребительны четыре системы измерения цвета и три системы образцов цвета.

### 2.1. Системы измерения цвета

Физиологическая **система ЛРВ** очень наглядна и ее координаты непосредственно связаны с нашими ощущениями:

- цветовой тон - это длина волны спектрального цвета, который при разбавлении белым светом дает цвет предмета;
- чистота цвета  $P$  - характеризует степень разбавления спектрального цвета  $\lambda$  белым светом и определяет долю монохроматического излучения в общей смеси его с белым светом; цветовой тон  $\lambda$  и чистота  $P$  характеризуют качество цвета и определяют его цветность.
- яркость цвета  $B$  это его количественная характеристика.

Координаты  $\lambda$ ,  $P$ ,  $B$  однозначно характеризуют данный цвет. Однако сложение цветов в данной системе невозможно.

**Система RGB** опирается на трехкомпонентную теорию цвета и связана с фундаментальными свойствами зрения. За основные цвета системы RGB приняты три смешиваемые монохроматические излучения: красное (700 нм); зеленое (546 нм); синее (436 нм). Любой другой цвет  $C$  представляется вектором с составляющими  $r$ ,  $g$ ,  $b$  по осям  $R$ ,  $G$ ,  $B$ , а именно:

$$C = rR + gG + bB$$

причем  $r=g=b$  для белого света. Координаты любого цвета можно найти экспериментально, меняя при смешении яркость составляющих  $B_r$ ,  $B_g$ ,  $B_b$  основных излучений системы RGB. Следует отметить, что при смешении трех цветов с равными яркостями получается не белый, а голубой цвет. Для получения белого цвета соотношение яркостей должно быть следующим:

$$B_r : B_g : B_b = 1 : 4,59 : 0,06.$$

Яркость любого цвета  $C$  равна сумме яркостей излучений, составляющих цветов. Длина вектора  $C$  равна сумме координат его составляющих, так как длина единичного вектора зависит от его направления в пространстве.

Недостатком системы RGB является отрицательные значения для некоторых составляющих  $r, g, b$  в ряде цветов. Этот недостаток системы RGB преодолен в чисто расчетной **системе XYZ МКО** (Международной комиссии по освещению) путем математических преобразований систем координат. В результате за основные цвета были приняты не существующие - не реальные единичные цвета XYZ.

Составляющие  $x$ ,  $y$ ,  $z$  по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  выражаются по математическим формулам через составляющие  $r$ ,  $g$ ,  $b$  по осям  $R$ ,  $G$ ,  $B$ , т.е. система XYZ базируется на реальной системе цветов RGB. В системе XYZ все реальные цвета имеют положительные координаты. Как и в системе RGB при равенстве

координат составляющих  $x=y=z$  получается белый цвет  $C=xX+yY+zZ$ , но вся яркость сосредоточена в координате  $Y$ . Яркостные коэффициенты в системе  $XYZ$  равны  $V_x : V_y : V_z = 0 : 1 : 0$ .

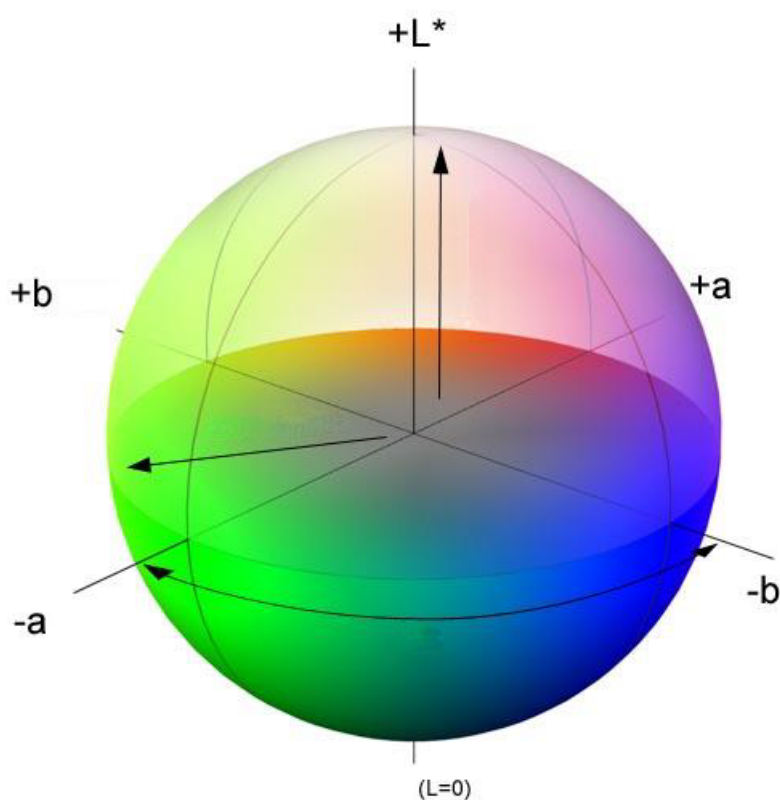
Общепринятое международное обозначение системы  $XYZ$  следующее:  $(x, y, Y)$  МКО.

Неудобством системы  $X Y Z$  является ее неравная контрастность. Это проявляется в том, что одинаково воспринимаемые цветовые различия цветов, например в зеленой и красной областях спектра, характеризуются разными расстояниями на графике цветности в системе  $X Y Z$ .

## 2.2. Система Lab

В этой системе, рекомендованной к применению МКО, визуальные цветовые различия характеризуются приблизительно равными расстояниями в любых частях цветового пространства Lab МКО.

Формула, используемая для расчета цветовых различий в единицах Lab МКО, характеризует расстояния в цветовом пространстве Lab МКО.



Для расчета цветовых различий координаты цвета  $X, Y, Z$  МКО преобразуют с помощью простых расчетов в три величины  $L, a$  и  $b$ . Эти три величины определяют другое цветовое пространство, называемое равноконтрастным цветовым пространством Lab МКО.

Все четыре представленные системы цветовых расчетов вытекают последовательно одна из другой и, по сути, представляют связанные системы.

## 3. Системы образцов цвета.

Хотя система определения цвета (x, y, Y) МКО принята во всем мире, в ряде случаев, когда требуется меньшая точность, применяются системы, состоящие из образцов цвета. Некоторые из них разработаны и применяются в конкретных областях промышленности, строительства, производстве пластмасс и т.п. В большинстве этих систем образцы цвета представляют собой печатные оттиски или накраски. Есть системы, состоящие из светофильтров (жидкостных, пластмассовых или стеклянных).

Наиболее широко известны три системы образцов цвета: Манселла, Освальда и "Цветовая карта DIN".

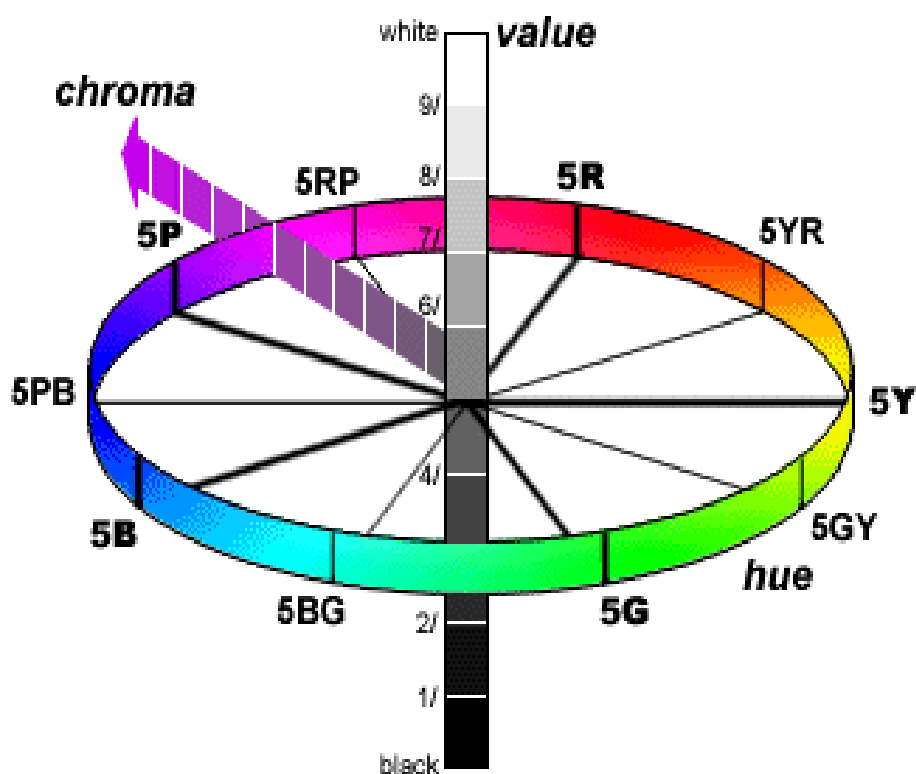
### 3.1. Цветовая система Манселла.

Цветовая система Манселла включает два набора окрашенных образцов цвета: набор из более 1300 образцов с матовой поверхностью и набор из около 1600 образцов с блестящей поверхностью. Времени от времени число образцов увеличивается и обновляется по мере выпуска более насыщенных и стойких пигментов. Стандартные образцы цвета в виде небольших карточек собраны в двухтомном "Атласе цветов Манселла". Имеются варианты в виде набора карт в скоросшивателе и в виде не скрепленных листов. В системе Манселла цвета поверхности карточек характеризуются тремя параметрами:

**hue** - цветовым тоном по Манселлу;

**chroma** - насыщенностью по Манселлу;

**value** - светлотой по Манселлу.



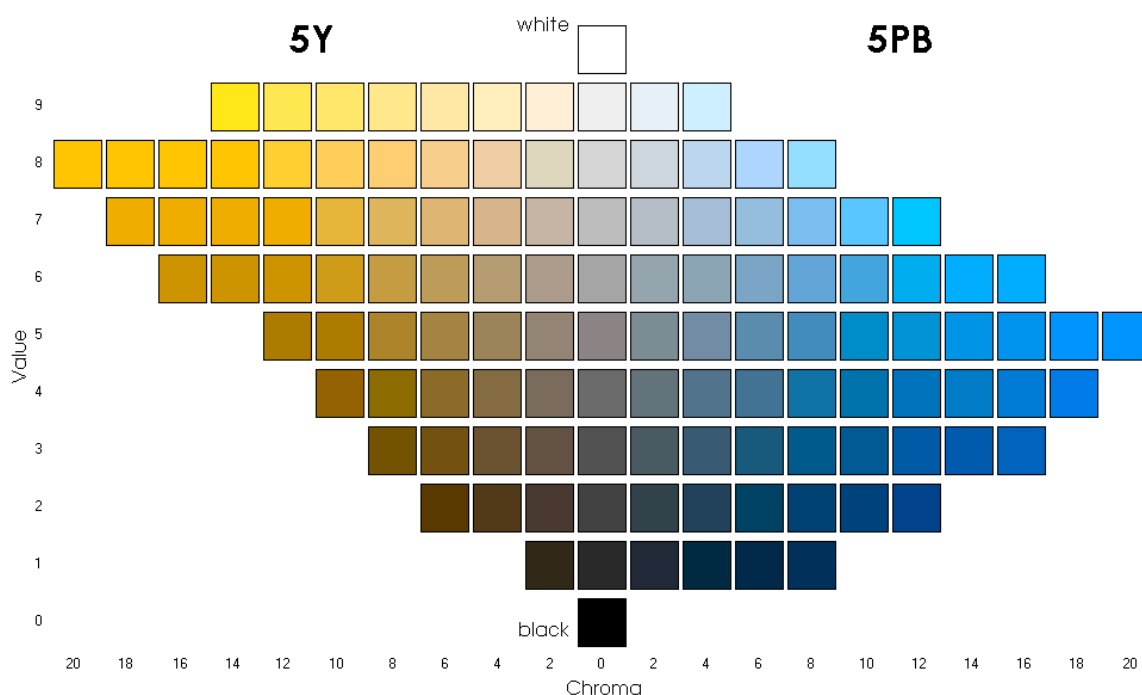
Они позволяют идентифицировать цвет в системе Манселла путем сравнения неизвестного цвета с цветом образца при определенных условиях наблюдения: обычный дневной цвет (источник типа С), освещение под углом 45° и наблюдение по прямой линии зрения, перпендикулярной к поверхности.

В круге цветовых тонов Манселла имеется десять областей от красной до красно - пурпурной. Интервал одного цветового тона, например R, включает 11 радиусов красного тона от 0-го до 10-го. Последний 10-й радиус красного тона совпадает с нулевым радиусом следующего желто - красного тона YR.

В каждом интервале одного цветового тона имеется основной цветовой тон, например в красном 5R. Образцы цвета в атласе Манселла представлены для четырех цветовых оттенков одного, например R, цветового тона: 2,5R, 5R, 7,5R, 10R. Таким образом, всего 40 радиусов цветовых тонов от красного до красно - пурпурного выбирались в соответствии с равномерным распределением их восприятия.

Светлота по Манселлу **value** обозначается в пределах от 0 до 10 и определяется путем сравнения с измеренной для эталонного образца.

Насыщенность по Манселлу **chroma** определяется, как отличие от серого цвета той же светлоты и нулевой насыщенности. Шкала насыщенности образцов цвета по Манселлу обозначается четными цифрами 2, 4, 6, 8, до максимально допустимой для данного цветового тона, например Y или PB.



Равномерность ступеней 2 - 4, 4 - 6, 6 - 8, и т.д. предполагает равномерность зрительного восприятия.

Обозначения Манселла легко записываются, например желтый образец, характеризуемый цветовым тоном 7,5Y, светлотой 7 и насыщенностью 8 имеет цвет 7,5Y 7/8. Контрольные серые цвета обозначаются буквой N без обозначения насыщенности и тона, а только светлоты, например N6.

### 3.2. Цветовая система Освальда.

Система Освальда представляет собой два идентичных конуса с общим 24-х секторным цветовым кругом. Вершины каждого из конусов соответствуют: верхний - белому(Б) цвету и нижний - черному(Ч) цвету. 24 точки на их общем круге с центром О соответствуют чистым цветовым тонам Ц.

Вертикальное сечение цветового тела представляет два треугольника ОБЦ и ОЧЦ с общей вертикалью Б - О - Ч и общей стороной ОЦ. Вершина Ц характеризует чистый цвет данного цветового тона, например красного.



Все другие точки внутри треугольников ОБЦ и ОЧЦ представляют собой смеси чистого цвета, например красного с черным и белым. Такие распределения одинаковы для всех 24-х чистых тонов. Цветовые тона воспроизводятся аддитивным усреднением чистого цвета, белого и черного в соответствующих пропорциях на вращающемся диске.

Практическое применение системы Освальда встречает технические трудности, а также трудности при субтрактивном смешении цветов пигментов.

#### 4. Правила цветосмещения.

При смешении цветов необходимо различать два понятия: смешение излучений - стимулов и смешение пигментов различных цветов. Для краткости будем говорить о смешении стимулов и смешении пигментов. Законы цветосмещения стимулов и пигментов различны.

В самом общем виде бывает аддитивное и субтрактивное цветосмещение. При аддитивном цветосмещении излучения различного спектрального состава складываются. При субтрактивном цветосмещении происходит последовательное вычитание (поглощение) из излучения источника света отдельных спектральных составляющих (отдельных цветов).

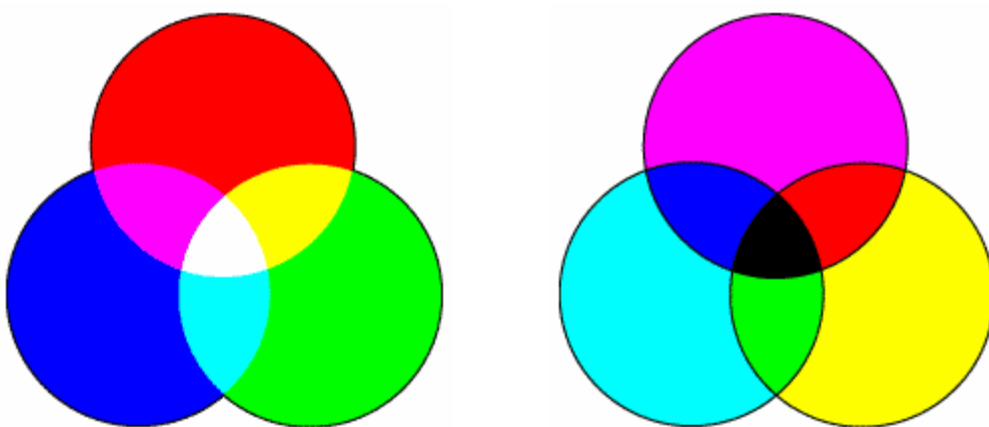
Законы аддитивного смешения цветов — правила, сформулированные первоначально Исааком Ньютоном, получения определенных цветов за счет их смешивания:

1. Для каждого цвета существует другой единственный цвет („дополнительный“), при смешении с которым получается ахроматический серый цвет;

2. Субъективно одинаково воспринимающиеся цвета при смешении с другими цветами дают также одинаково воспринимающиеся цвета, вне зависимости от их спектрального состава;

3. При смешении двух разных цветов получается цвет, промежуточный между исходными, так что при смешении этого полученного цвета с одним из исходных нельзя получить второй исходный цвет.

4. При смешении двух разных цветов результирующий цвет всегда менее насыщен, чем хотя бы один из исходных.



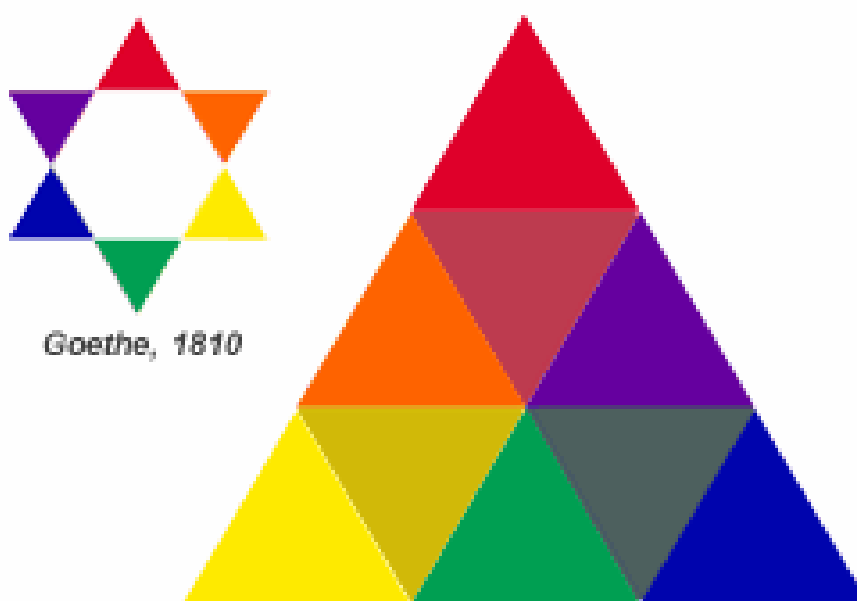
На основе этих законов была создана Международная система спецификации цвета в терминах Стандартного наблюдателя, которая впервые в 1856 г. ввел Грассман.

Пигменты и красители характеризуются субтрактивным цветосмещением. Луч белого солнечного света, проникающий в глубь пленки краски, состоящей, например, из смеси частиц желтого и зеленого пигментов, отражается от них в виде желто - зеленого света. Т.е. синие и красные лучи дневного света полностью поглощаются частицами пигментов.



#### 4.1. Цветовой круг Гете

Классический цветовой круг Гете представляет из себя шесть печатных цветных образцов, расположенных в соответствии с их цветовым тоном в порядке следования цветов в радуге (спектре) солнечного света. Замыкается круг Гете неспектральным пурпурным (красно - синим) цветом. Особенностью цветового круга Гете является то, что он предназначен для цветосмещения цветковых стимулов. В нем первичными цветами являются сектора красного, зеленого и синего цвета. Это соответствует трехкомпонентной теории зрения. Дополнительными являются желтый, голубой и пурпурный цвета излучений, располагаемые в секторах круга напротив основных - синего, красного и зеленого соответственно. Стимулы дополнительных цветов в смеси с основными дают ощущение белого цвета.



Три первичных цвета представляют аддитивные цвета, т.к. сложение цветов двух основных стимулов в соответствующих пропорциях дает цвет дополнительного, лежащего между ними. Соответствующее сложение трех основных стимулов дает ощущение белого цвета.

Вычитание (субтрактивный синтез) из спектра белого излучения одного из основных цветов дает в результате излучение дополнительного цвета, лежащего напротив. Поэтому стимулы дополнительных цветов называют субтрактивными.

#### 4.2. Цветовой круг Иттена

Цветовой круг Иттена предназначен для цветосмещения пигментов. В нем первичными (основными) цветами выбраны красный, желтый и синий цвета пигментов. Вторичными цветами являются оранжевый, зеленый и фиолетовый, получающиеся при смешении соответственно пар цветов первичных пигментов: красный + желтый, желтый + синий, синий + красный. Вторичные цвета последовательно располагаются в цветовом круге между первичными в порядке следования цветов в радуге: красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий и фиолетовый.

Шесть дополнительных цветов: кармин, охра, светло-зеленый, бирюзовый, ультрамарин и пурпурный получаются при последовательном смешении рядом лежащих основных и вторичных цветов.



Таким образом, цветовой круг Иттена содержит двенадцать цветов.

Цветовой круг Иттена позволяет исключить из вариантов смешения пигменты, цвета которых расположены напротив друг друга. Как это будет показано ниже такое смешение дает весьма низко яркие цвета.

#### 4.3. Диаграмма цветов и оттенков

Существующая система трех основных цветов неэффективна: она приводит к неудачам, ограничивает выбор оттенков и увеличивает расход дорогостоящей краски.

Выход прост: забудьте о традиционной системе и примите совершенно новый подход к цвету – мы должны изменить образ мыслей.

Из всех доступных нам пигментов ни один нельзя назвать чистым. Таких цветов, как чисто красный, чисто синий или чисто желтый, просто не существует.

Краски могут восприниматься однотонными и часто описываются как таковые, но это не совсем точно.

Когда мы в первый раз объясняли, почему цвет предмета выглядит определённым образом, мы делали это несколько упрощенно. Давайте теперь рассмотрим всё более детально.

До сих пор мы утверждали, что любой цвет, например цвет красной розы, образуется оттого, что поверхность поглощает все цвета, кроме своего собственного, в данном случае – красного.

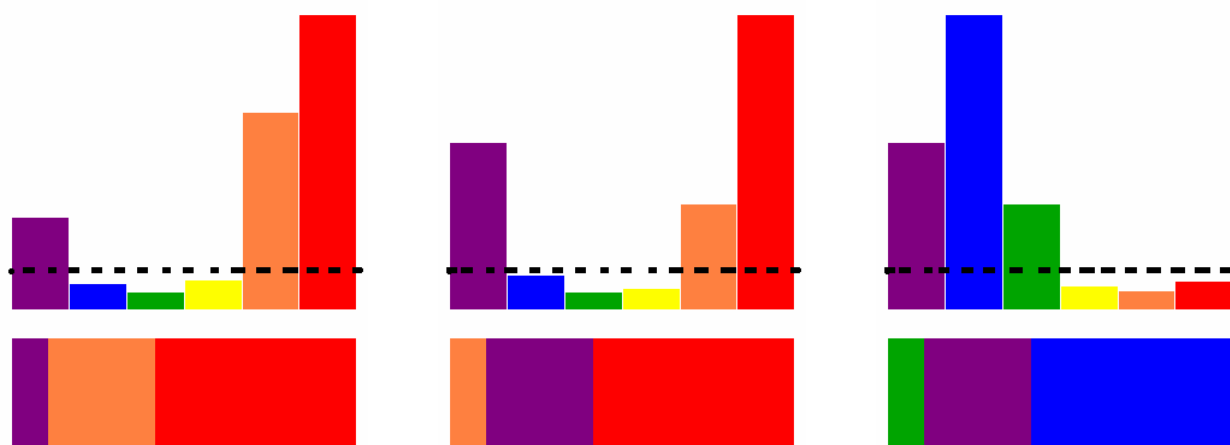
В действительности же вместе с большим числом отраженных лучей красного света поверхность отбрасывает различное количество и других цветов, содержащихся в световом потоке. Наряду с красным отражается и относительно большая часть оранжевого. Отражается и желтый, немного зеленого, синего и фиолетового.

В воспринимаемом нами потоке света представлены цвета всего спектра. Основные составляющие отражения – это красный и оранжевый, остальные цвета представлены в незначительно малых пропорциях. Цветов чистых оттенков просто не существует, уж тем более в виде пигмента.

Любой красный цвет, который можно встретить, это либо оранжево-красный, либо фиолетово-красный. Любой оттенок синего или голубого – это либо зелено-голубой, либо фиолетово-синий. А любой желтый – либо зеленовато-желтый, либо желтый с оранжевым оттенком.

Более того, оказывается, что другие цвета тоже являются сочетаниями оттенков. Нет, например, и чисто зеленого цвета, это всегда совмещение всего спектра. Зеленый воспринимается таковым в силу того, что большая часть отраженного света зеленая. Другие же цвета просто теряются в отраженном зеленом цвете.

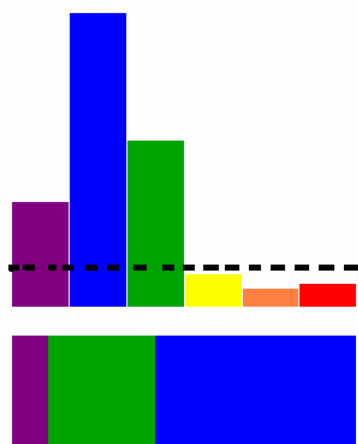
Световые волны могут быть представлены и по-другому: цвета, обозначенные на рисунках ниже пунктирной линии, отражаются в таких ничтожных количествах, что ими можно пренебречь.



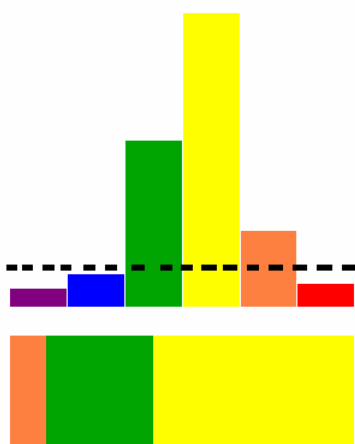
Оранжево-красный цвет, такой как цвет киноленты, хорошо отражает красный, большую часть оранжевого и немного фиолетового.

Фиолетово-красный цвет, например кармин, отражает зримую долю красного с примесью фиолетового, и достаточное количество оранжевого.

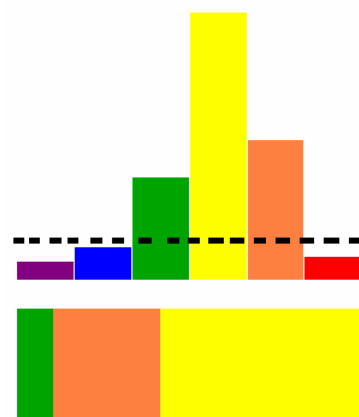
Ультрамарин можно считать оттенком фиолетово-синего. В нем присутствует синий, отдаленно угадывается фиолетовый, менее всего заметен зеленый.



Зелено-голубые цвета, такие как церулеум, превосходно отражают синий и значительное количество зеленого. Немного меньше отбрасывается и фиолетовый.



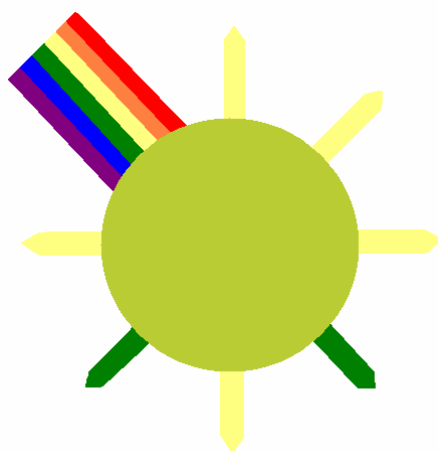
Зелено-желтые оттенки, обычно называемые лимонно-желтыми, отражают значительную долю желтого, заметное количество зеленого и немного оранжевого.



Оранжево-желтые цвета, такие как кадмий желтый, хорошо отражают желтый, в достаточной степени оранжевый и немного зеленого.

Теперь давайте рассмотрим подробнее, что же происходит, когда сочетаются не чисто желтый и синий, а их оттенки. К примеру, цвета таких красок, как лимонно-желтая ганза и церулеум.

В целом можно сказать, что любая зелено-желтая краска, например, ганза желтая или лимонно-желтый кадмий, отражает не только желтый, но и



часть зеленого.

Представим себе последовательность разворачивающегося процесса, изображенного на рисунке выше:

1) Белый свет падает на окрашенную поверхность и проникает сквозь прозрачный связующий компонент.

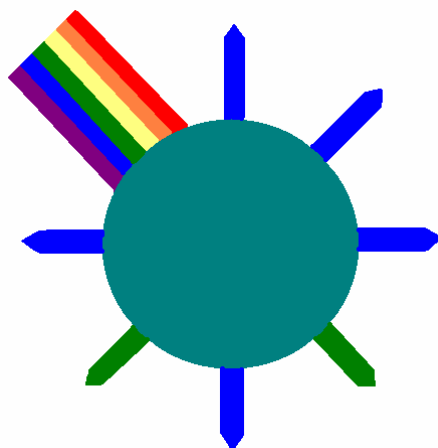
2) Как показано на рисунке, белый свет – это комбинация всего спектра цветов.

3) Желтый пигмент в разной степени поглощает все цвета светового потока, отражая преобладающую часть желтого и значительную часть зеленого.

Именно эти цвета, как показано, и отбрасываются зелено-желтым пигментом поверхности.

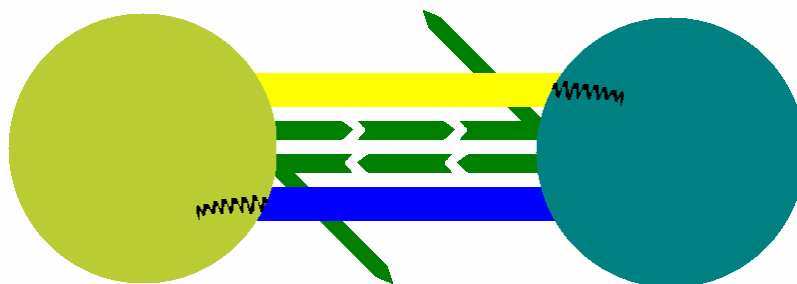
Как показывает диаграмма на странице 18, краски зелено-голубого цвета, включая церулеум, будут отбрасывать преобладающую долю синего, значительную часть зеленого и совсем немного фиолетового.

Здесь мы тоже обратим внимание лишь на два доминирующих цвета: синий и зеленый.



Проанализировать ситуацию, можно сказать, что нанесенная на поверхность краска поглощает весь поток света, за исключением значительной доли синего и меньшей части зеленого.

Схема взаимодействия пигментов



Свет желтой и зеленой частей спектра, отражаемые лимонной ганзой, ведут себя по-другому, взаимодействуя с пигментом церулеума.

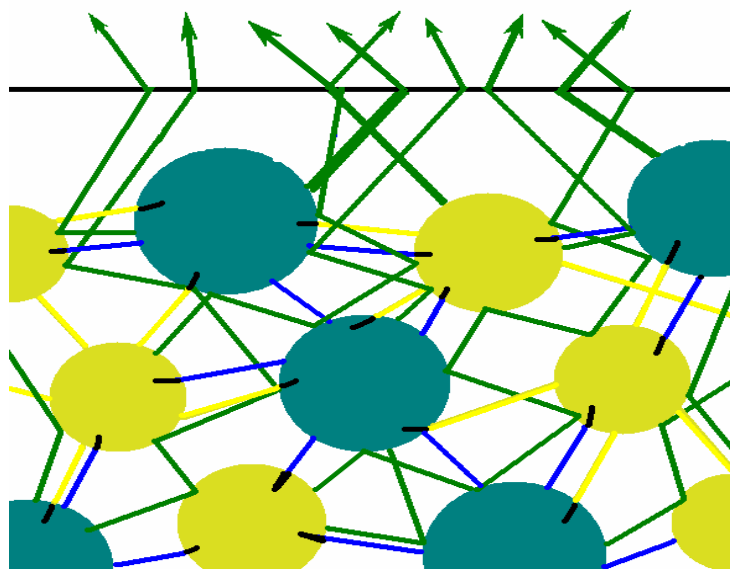
Желтая часть спектра поглощается синей поверхностью в силу её физических качеств. Но зеленая часть спектра отразится, так как в данном оттенке синего присутствует зеленый пигмент. Церулеум обладает способностью отражать как синюю, так и зеленую часть спектра, следовательно, когда оба цвета попадают на поверхность желтых частиц, синий поглощается, а зеленый отражается.

Когда мы смешиваем две данные краски, нас не интересуют причины, по которым синий и желтый цвета поглощают друг друга.

Мы должны проследить, что происходит с зеленой частью спектра, отраженной пигментами обеих красок.

Зеленая часть спектра отражается окрашенной в два цвета поверхностью, едва попав на неё. Другая же часть задерживается в структуре краски, многочисленно отражаясь от частиц то синего, то желтого пигмента.

Однако и эта часть рано или поздно прорывается к поверхности и покидает её. Наблюдателю такая поверхность будет казаться зеленой.



Теперь вы понимаете, почему данные оттенки желтого и синего дают зеленый не сами по себе?

Просто зеленый – это единственный цвет, который остается после того, как все остальные поглощены. Он появляется, так как ни желтый, ни синий (так называемые первичные цвета) не были представлены в чистом виде. Мы считали, что можем представить себе, как выглядят синий и желтый цвета, но до сих пор вряд ли их видели. Это всего лишь понятия.

Как синий и желтый сами по себе не дают зеленый, так же и комбинация красного и желтого может дать оранжевый, если в ней, уже в качестве "примеси", есть этот цвет. Чисто красный и чисто желтый, имея мы их под рукой, не смогли бы дать нам оранжевый оттенок.

Красный и синий, как таковые, тоже нельзя смешать в фиолетовый. Если же синяя и красная краски содержат в себе (т.е. отражают) фиолетовый, то данный цвет может получиться при смешивании этих красок. В действительности чистый тон синего и красного "взаимоуничтожаются", т.е. поглощают друг друга.

Установив, что "первичных" цветов в чистом виде не существует (даже если бы и существовали, то при пропорциональном сочетании давали бы темно-серый цвет), мы видим, что традиционные цветовые диаграммы, мягко говоря, выглядят неточными и устаревшими.

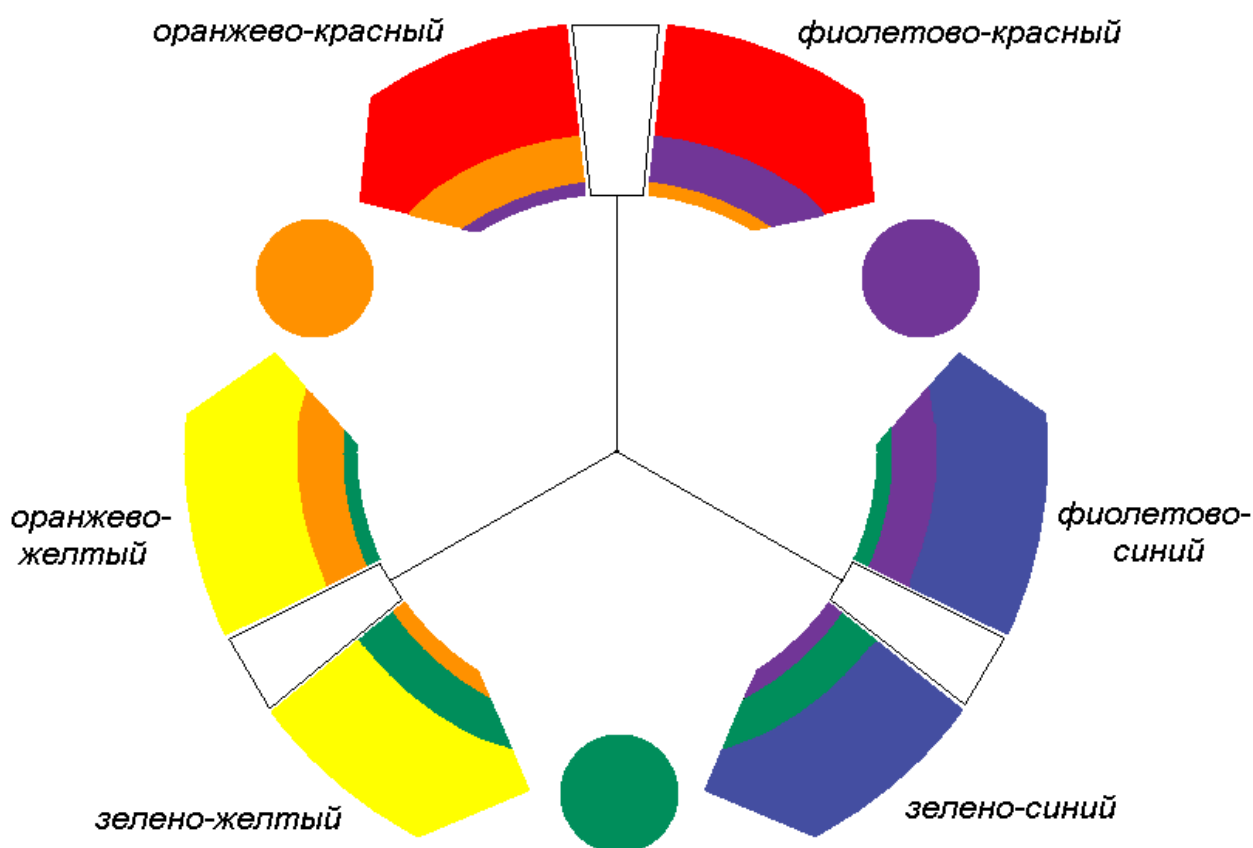
Основные цвета занимали почетные места на цветовых кругах в бесчисленных изданиях, как будто эти цвета действительно существуют. Теперь мы знаем, что этих цветов нет ни в форме пигмента, ни в привычной нам

природе. Именно поэтому сектора красного, желтого и синего в "Диаграмме цветов и оттенков" не закрашены.

Коротко обобщим:

1. В чистом виде первичных цветов не существует.
2. Даже у ярко-красного есть оттенок либо фиолетового, либо оранжевого.
3. Мы можем поместить шесть цветов во вспомогательную цветовую диаграмму.
4. Указав стрелкой одного цвета на сектор, окрашенный другим, мы можем определить, к какому цвету стремится данный оттенок.

Теперь мы можем составить диаграмму цветов и оттенков.



Заметьте, что сектора с названиями цветов КРАСНЫЙ, ЖЕЛТЫЙ и СИНИЙ не закрашены.

Причина тому отсутствие этих цветов в доступных нам видах краски. Однако эти цвета указываются практически на всех диаграммах для комбинации цветов так, как если бы они действительно существовали и их можно было бы использовать.

На окончательном варианте цветового круга, который мы назовем диаграммой цветов и оттенков, можно видеть шесть цветовых тонов, которые



мы и будем использовать в дальнейшем, заменив ими традиционные три первичных цвета.

Именно эти шесть цветов являются минимумом для получения широкой гаммы. Каждый из этих цветов, как показывают стрелки, является промежуточным, или, иначе, стремится к одному из "вторичных" цветов.

Мы можем использовать данную цветовую диаграмму, чтобы определить состав каждого конкретного цвета. Если вы действительно хотите овладеть мастерством в получении нужного цвета, то вам необходимо избавиться от старых методов и представлений и принять совершенно новые.

## 5. Оценка и сравнение образцов

На практике при составлении красок очень важно правильно оценить цвет образца. Для этого необходимо научиться рассматривать панели. В этой главе рассмотрены способы ориентирования при оценке образцов под тремя углами наблюдения, в настоящее время используемых в лабораториях по цветоподбору.

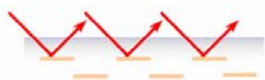
### 5.1. Типы эмалей и их свойства

Существует три типа эмалей, которые обладают определенными цветовыми эффектами: цвета СОЛИД, цвета МЕТАЛЛИК и цвета ПЕРЛАМУТР.

Цвета "солид" не меняют свой оттенок при изменении угла рассматривания. В цвета "солид" окрашены приблизительно 30% автомобилей. Эти краски имеют превосходную укрывистость и легки в применении.

Цвета "металлик" и "перламутр" однако, зависят от углов зрения. Наличие эффектных частиц – металлического зерна или перламутровых частиц, влияет на восприятие цвета при изменении угла рассматривания. Эта особенность называется "polychromaticity", или многоцветность. Если Вы посмотрите на автомобиль, окрашенный краской "металлик" или "перламутр", Вы заметите, что эмаль ярко светится, искрится, а затем постепенно темнеет при изменении угла обзора.

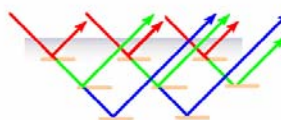
Металлический эффект



Алюминиевые хлопья, различные по форме и размеру.



Перламутровый эффект



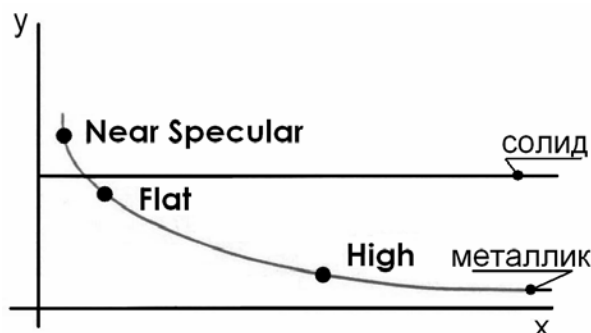
Полупрозрачные частицы слюды, покрытые тонкой пленкой двуокиси титана  $\text{TiO}_2$ .



Проиллюстрируем, почему содержащее зерно краски ведет себя таким образом. Представьте себе, что зерна алюминия как крошечные зеркала отражают весь падающий на них свет и ориентированы параллельно поверхности краски. Когда свет падает на поверхность краски, часть света отражается пигментом (цвет), а часть отражается алюминиевым зерном

(яркость). В зависимости от угла зрения мы видим либо отражение от пигментов, либо от зерна. Когда свет от алюминиевого зерна отражается в сторону от наблюдателя, краска выглядит более темной, потому что преобладает отражение от пигментов.

Мы составили график из поведения различных типов краски.



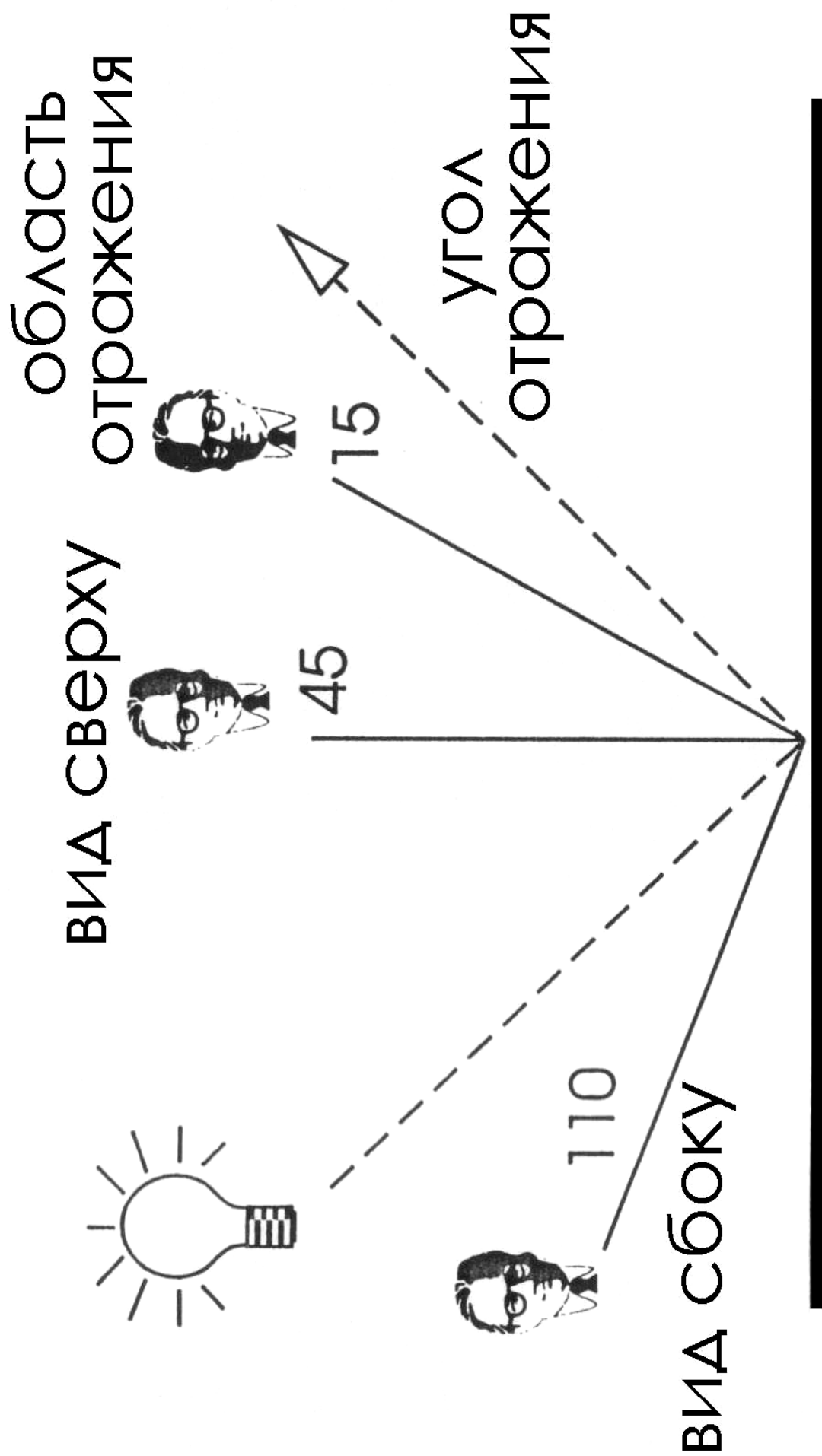
Значение яркости краски расположено на оси Y, в то время как угол рассматривания представлен на оси X. Отражение цветов "солид" не меняется с углом рассматривания, и это может быть представлено прямой линией. Чтобы оценить цвет, используем для рассматривания любой угол. С другой стороны, со скольких точек зрения мы должны описать визуальные свойства металликов и перламутров?

Если мы ограничимся единственной точкой, информации будет недостаточно, чтобы повторить цвет. Используя только две точки, мы получили бы впечатление, что их поведение может быть представлено линейным способом, поэтому необходимо три точки, чтобы описать кривую. Большее количество точек дало бы более близкое описание кривой, но это приведёт к существенно более высокой сложности. Три точки дадут нам оптимальный результат.

## 5.2. Область отражения, вид сверху, вид сбоку

Специалисты DuPont экспериментально установили, что три тщательно отобранных для рассматривания угла позволяют дать оптимальную оценку цветам "металлик" и "перламутр". Эти три угла назывались "near specular", "flat" и "high". Тем временем автомобильная промышленность в значительной степени использует популярную, но неопределенную терминологию "flop" и "flip". Поэтому, специалисты DuPont решили представить собственную терминологию. Угол "near specular" остается "near specular" или "область отражения". Угол "flat" становится "head on" или "вид сверху" и "high" становится "side on" или "вид сбоку".

На иллюстрации показано, почему углы названы таким образом. Рассматривая панель, мы видим отражение источника света. Известно, что угол отражения света равняется углу падения. Все другие углы определены относительно угла отражения, "область отражения" расположена в 15 градусах от угла отражения. "Вид сверху" - 45 градусов от угла отражения, "вид сбоку" - 110 градусов от угла отражения. Вам необязательно запоминать эти определенные числа, но Вы должны уметь располагать ваш образец так, чтобы оценить цвет правильно.



## 6. Разработка и колеровка цветов "солид"

Сплошные цвета или "солиды" - название, используемое для неэффективных красок, неметалликов. Солиды не содержат ни частиц алюминия, ни частиц слюды. Как правило, солиды почти исключительно содержат укрывающие пигменты.

Воспроизведение краски в системе Vika может быть представлено в цветовой системе Lab. Черный (VK-9001) и белый (VK-7020) пигменты расположены на концах вертикальной оси L. Правило для всех цветов "солид": их яркость определяется соотношением белого и черного пигментов (градации серого).

При разработке цвета "солид" колорист, прежде всего, определяет, каким будет основной оттенок. Рассмотрим, к примеру, сине-зеленый цвет: Синий Аквамарин Opel L9995.

Очевидно, что основной оттенок зеленовато-синий. Поэтому мы выбираем зеленовато-синий пигмент из системы Vika: VK-7051. Затем, мы изменяем яркость, используя белый пигмент – VK-7020. Смесь выглядит слишком зеленой, и мы корректируем оттенок, добавляя синий пигмент. В этом случае мы используем VK-7060, потому что он уже имеет сине-зелёный цвет.

Теоретически, можно компенсировать преобладание зеленого, добавляя красный пигмент, например VK-7033 или VK-7072. Однако этого подхода следует избегать по возможности, поскольку это смешивание двух дополнительных цветов. Смешивание дополнительных цветов привело бы к чрезмерно ненасыщенной смеси, с грязным серым оттенком. Грязнить/чернить предпочтительно используя черный, который имеет дополнительное преимущество увеличения укрывистости.

Временный результат смешивания распыляется на тест-пластину. Оцениваем цвет под несколькими стандартными источниками света, включая искусственный дневной свет, желтый свет и флуоресцентный свет. Мы замечаем проявление метамерии, при сравнении с образцом. Оно проявляется под желтым светом как чрезмерно зеленый оттенок. Чтобы устранять это явление, необходимо добавить VK-7070, основной пигмент, имеющий более красный тон под желтым светом, по сравнению с VK7060.

Наконец при необходимости, мы будем грязнить/темнить смесь черным VK-9001, в зависимости от требуемой концентрации. В ассортименте пигментов Вика Вы найдете третий черный пигмент: VK-7000. Однако этот пигмент используется исключительно для разработки очень глубоко-черных цветов.

В случае если оттенок смешанной краски зеленее по сравнению с цветом автомобиля, только увеличение количества обоих синих пигментов VK-7070 и VK-7060, сохраняя соотношение между пигментами постоянным, предотвращает проявление метамерии.

Если образец по сравнению с автомобильным цветом кажется слишком зеленым под дневным светом, это означает, что добавлен только один из синих

пигментов. В зависимости от воспринятой метамерии под различными источниками света, например дневной свет и флуоресцентный свет в цехе:

- Если цвет воспринят, как слишком зеленый под желтым светом, надо добавить VK-7070.

- Если цвет слишком красен под желтым светом, надо добавить VK-7060.

С другой стороны, в случае, если смесь выглядит слишком синей по сравнению с автомобильным цветом, надо добавить VK-7051. Наконец, при необходимости, цвет можно затемнить/загрязнить в большей или меньшей степени, изменяя количество VK-7020 и VK-9001.

Запомните несколько простых правил:

Рекомендуется использовать основные пигменты, которые внесены в состав рецептуры.

Не рекомендуется превышать 10% фактического количества, при увеличении веса определенного компонента в рецептуре.

## 7. Разработка и колеровка цветов "металлик" и "перламутр"

Разработка и колеровка цветов "металлик" и "перламутр" требует ясного понимания в поведении частиц алюминия и слюды в слое краски. Алюминиевые частицы действуют подобно крошечным зеркалам, отражая свет под некоторым углом, так, что цвет подвержен изменениям относительно угла рассмотрения. Поэтому, мы всегда оцениваем цвет под тремя определенными углами, называемыми "область отражения", "вид сверху" и "вид сбоку".

Эффект перламутра обусловлен крошечными частицами слюды, покрытыми неорганическим пигментом, обычно двуокисью титана или оксидом железа. Особенность слюды - то, что она частично отражает и частично пропускает свет, преломляя его. Этот вид материала называется "прозрачным", толщина слоя слюды и природа материала покрытия определяет цвет и возможный эффект. В зависимости от увеличения толщины слоя покрытия слюды (например, двуокиси титана), цвет частицы слюды изменятся от белого до желтоватого, от золотого до медно-красного, от фиолетового до синего, от бирюзового до зеленого. При некоторой, определенной толщине слоя покрытия происходит преломление, таким образом, что отраженный и преломленный лучи света противоположны по цвету.

Металлическая частица в краске отражает лучи света полностью, а частица слюды частично отражает и частично преломляет луч света. Конечно, прозрачность частиц слюды неблагоприятно влияет на укрывающие свойства краски.

И алюминий и частицы слюды ведут себя подобно пигментам. Выбор алюминия или перламутра определен размером частицы (от VK-8101 – грубое зерно, к – VK-8105, мелкое зерно), яркостью и флопом. Использование галогенной лампы или другого сильного источника света может облегчить

надлежащий выбор алюминия или перламутра. Правильный выбор алюминиевого зерна чрезвычайно важен, поскольку невозможно осветлить цвета "металлик" в "области отражения" и при "виде сверху", и в то же самое время затемнить "вид сбоку". Эти свойства полностью зависят от типа зерна.

Чтобы получить точный размер частицы и уровень яркости, может быть, необходимо смешать два типа алюминия. "Флоп" - явление, при котором различная световая интенсивность зависит от угла рассмотрения. При "виде сбоку" мы главным образом видим цвет прозрачного пигмента, принимая во внимание, что "область отражения" - свет отраженный доминирующий алюминием. Флоп яркости зависит от размера и формы алюминиевых частиц, вязкости и способа нанесения. Некоторые пигменты (белый, оксиды, корректор флопа) влияют на ориентацию алюминиевой частицы в слое краски, которая в свою очередь влияет на флоп. Их можно использовать только в малых количествах.

Интенсивность отраженного света в "области отражения" может быть уменьшена при добавлении корректора флопа VK-8022. Дополнение небольшого количества белых пигментов осветлит цвет при "виде сбоку", но это уменьшит яркость алюминия при "виде сверху". Ассортимент основных пигментных паст для приготовления цветов "металлик" и "перламутр" главным образом состоит из прозрачных пигментов, чтобы получить оптимальный эффект от используемого алюминиевого зерна. В цветах "металлик" и "перламутр" светлое/темное соотношение определяется смесью алюминия или слюды с одной стороны и черного пигмента с другой.

Рассмотрим, к примеру, красный перламутровый цвет L9927, Renault Rouge Rubis Metallic. Разложим формулу данной краски на основные компоненты. Полное понимание свойств каждого компонента, позволит нам, при необходимости изменять их количество в формуле, что в свою очередь, даст возможность максимально точно подобрать цвет.

Первое важное наблюдение при осмотре образца, состоит в том, что мы имеем дело с красным цветом. Помимо этого ясно, что цвет "металлик" или "перламутр", поскольку слой краски содержит металлические частицы, и отраженный свет изменяется по интенсивности, когда мы смотрим на образец, поочередно, со всех трех стандартных углов. Цвет воспринят как красный. Поэтому, чтобы воспроизвести его в системе Vika, основной пигмент должен быть таким же красным, например VK-8031.

Изменяем основной цвет, добавляя VK-8033: красный с синим оттенком.

Далее необходимо выбрать тип перламутра, который мы будем использовать. Это решение основано на флоре цвета и размере частицы. Красный цвет в "области отражения" заставляет нас использовать красный перламутр VK-8202.

Под нашими стандартными источниками света, мы замечаем, что эта формула более красочна по сравнению со стандартом. Поэтому мы грязним цвет, добавляя черный. В этом случае мы выбираем VK-8000. Чтобы исправлять флоп, мы добавляем VK-8022. Добавляя небольшое количество VK-8104, меняем размер частиц.

Пришло время напылить первый тест. Выкраску сравниваем со стандартом, и определяем угол, под которым наблюдается наиболее существенное цветовое различие. В этом случае: "вид сверху". Если цветовая формула оказывается слишком красной, добавляем VK-7040.

Если цвет нашей испытательной панели недостаточно красный, увеличиваем количество VK-8031. Если цвет слишком темный или слишком светлый, надо пропорционально поменять количество алюминия или черного относительно остальной части смеси.

Второй пример: W9555 – синий перламутр. Цвет – синий, поэтому, чтобы воспроизвести его в системе Vika, основной пигмент должен быть синим, например VK-7070.

Далее мы должны выбрать тип перламутра, который будем использовать. Это решение основано на флоре цвета и размере частицы. Синий цвет в "области отражения" заставляет нас использовать VK-8206.

Много теперь зависит от желаемого эффекта при "виде сбоку". Если вид сбоку слишком зеленый, мы добавляем VK-8062. Далее, если краска слишком синяя и недостаточно красная по сравнению с цветом автомобиля, добавляем VK-8032.

Чтобы загрязнить цвет, мы добавляем черный VK-8000. Добавляя небольшое количество VK-8102, меняем размер алюминиевых частиц.

Как Вы видите, состав цветовой формулы требует полного понимания свойств пигментов цветовой системы. Этого понимания можно достигнуть, тщательно изучая и запоминая эти свойства.

**По всем вопросам, связанным с использованием колеровочных паст Vika в процессе работы с колеровочной системой Vika обращайтесь к техническим специалистам Учебного центра компании ОАО "Русские краски".**