



Цифровое представление цвета

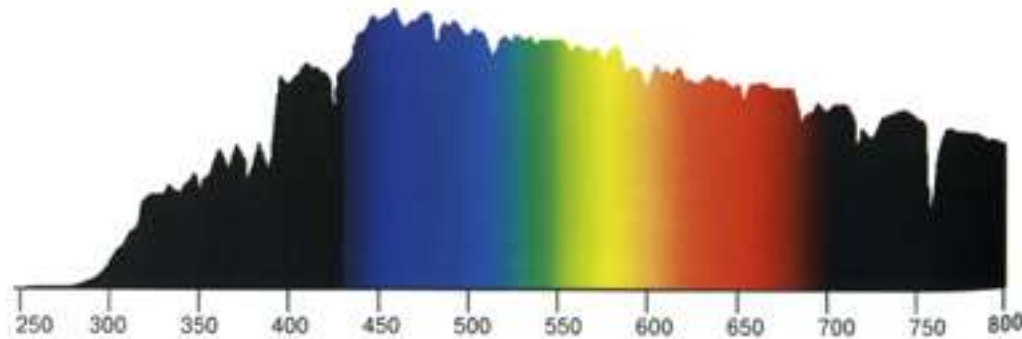
Лекция 4

Понятие цвета

- Цвет – это субъективное ощущение, формируемое мозгом.
- Электронное воспроизведение цвета требует наличия модели цвета, связывающей субъективные ощущения с измеряемыми и воспроизводимыми физическими явлениями

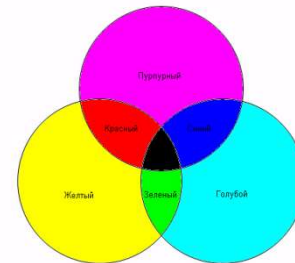
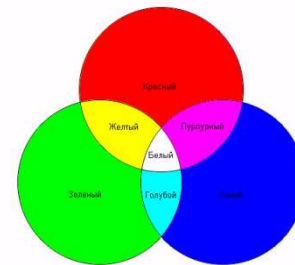
Спектральное распределение

- *спектральное распределение энергии* – описание зависимости интенсивности света, исходящего от отдельных источников, от длины волны



Цветовоспроизведение

- для излучающих объектов — аддитивное (световые излучения суммируются)
- для отражающих объектов — субтрактивное (световые излучения вычитаются)



Характеристики цвета

- Физические характеристики:
мощность, яркость, освещенность
- Визуальные параметры: *светлота, насыщенность, градация*
- Компьютерная графика: *глубина цвета, цветовая температура*

Цветовая температура

Солнечный
свет



R132 G140 B255

6500K

Вольфрамовая
лампа



R115 G132 B237

2800K

Флуоресцентное
освещение

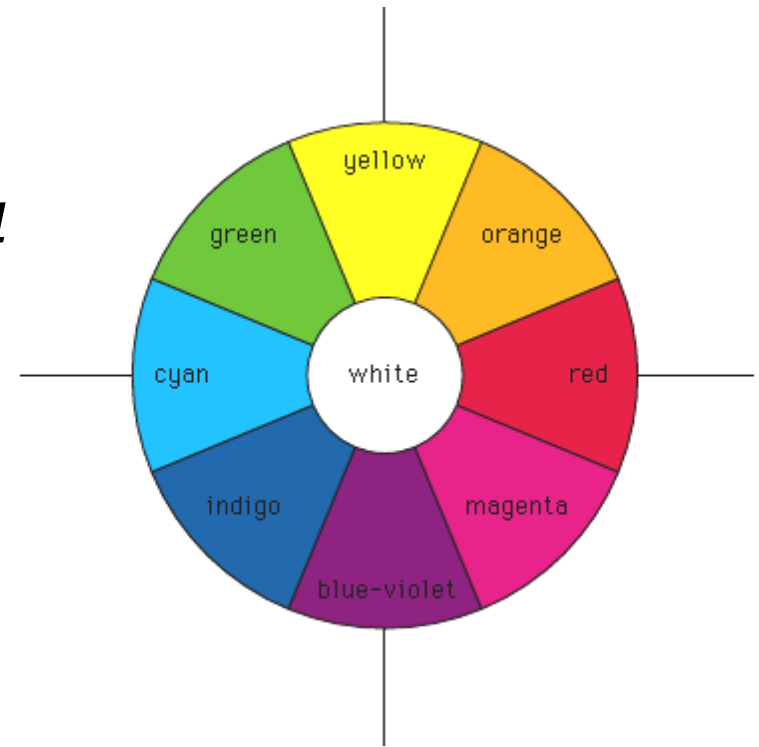


R107 G115 B206

4400K

Визуальные параметры

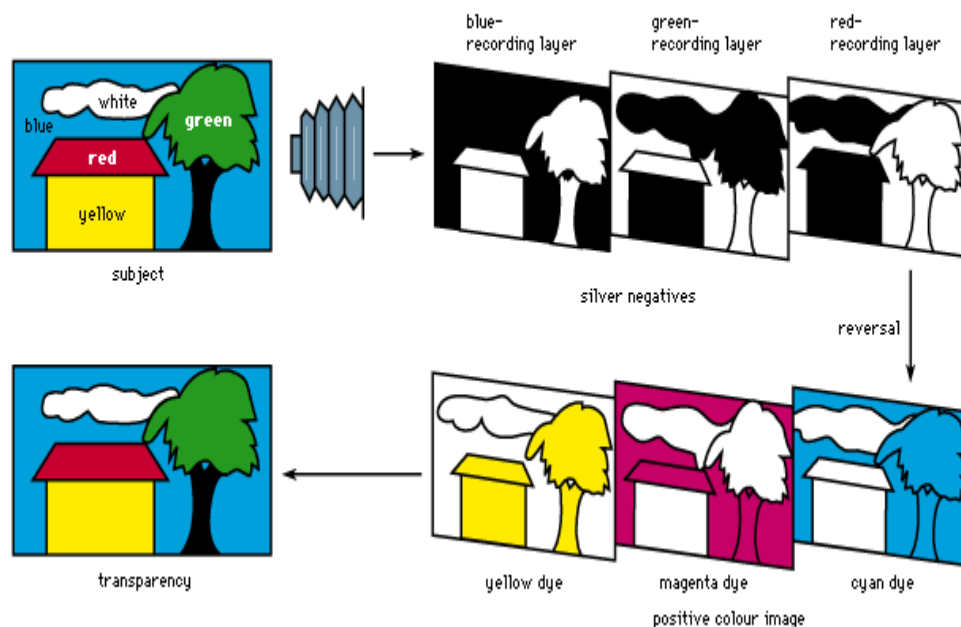
- Ахроматические цвета – *светлота*
- Хроматические цвета –
*насыщенность,
светлота,
цветовой тон*



Круг Ньютона

Способы описания цвета

- Цветовое пространство
- Цветовое разрешение (глубина цвета)
- Цветовой охват



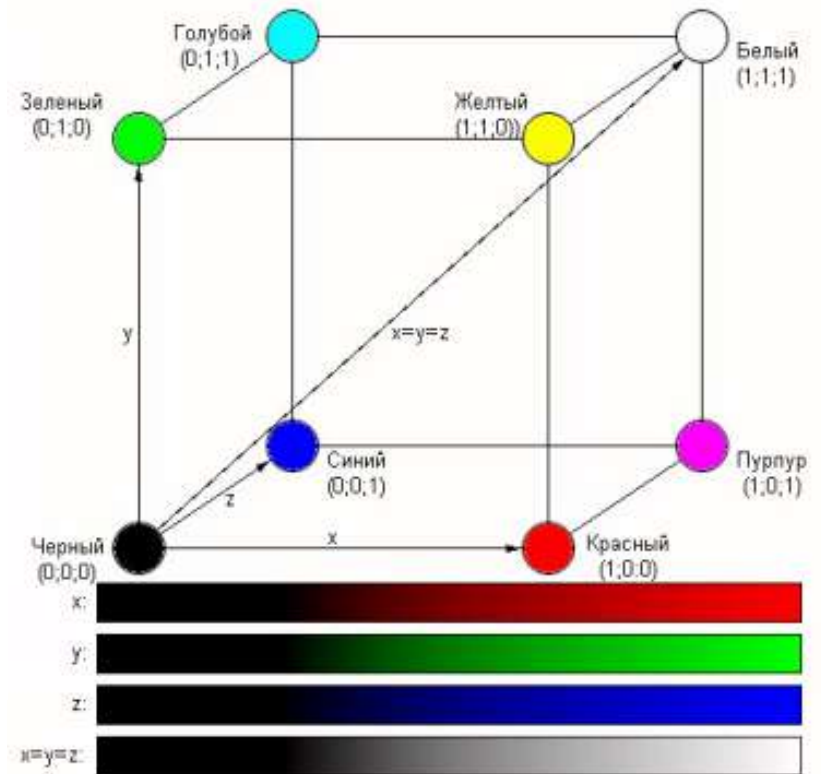
©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Законы Грассмана

1. **(закон трехмерности)** – любой цвет однозначно выражается тремя составляющими, если они линейно независимы; линейная независимость заключается в невозможности получить любой из этих трех цветов сложением двух остальных;
2. **(закон непрерывности)** – при непрерывном изменении излучения цвет смеси также меняется непрерывно; не существует такого цвета, к которому нельзя было бы подобрать бесконечно близкий;
3. **(закон аддитивности)** – цвет смеси излучений зависит только от их цвета, но не спектрального состава.

Система координат RGB

RGB модель построена на основе строения глаза. Она идеально удобна для светящихся поверхностей (мониторы, телевизоры, цветные лампы и т.п.)



Цветовая модель RGB

- Первичные цвета: *red, green, blue*
 - по стандарту HDTV
- Нельзя представить *все видимые* цвета как комбинацию R, G и B
- Описывает любые цвета монитора набором трех чисел (r, g, b)
 - в растровом файле набор сохраняется для каждой точки

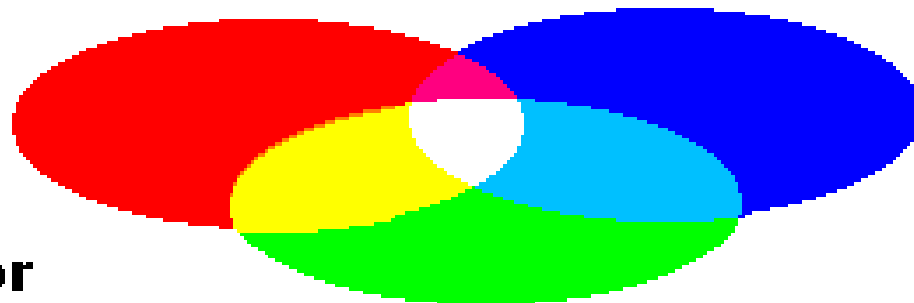
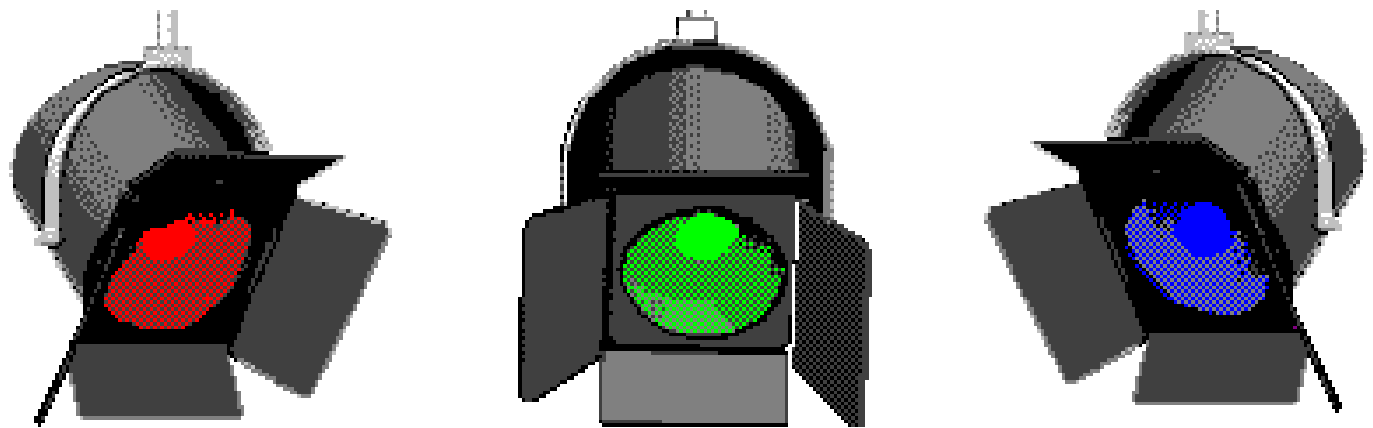
Изображение в модели RGB



256 градационных
уровней



Сложение цветов



Additive Color

Red + Blue + Green = White

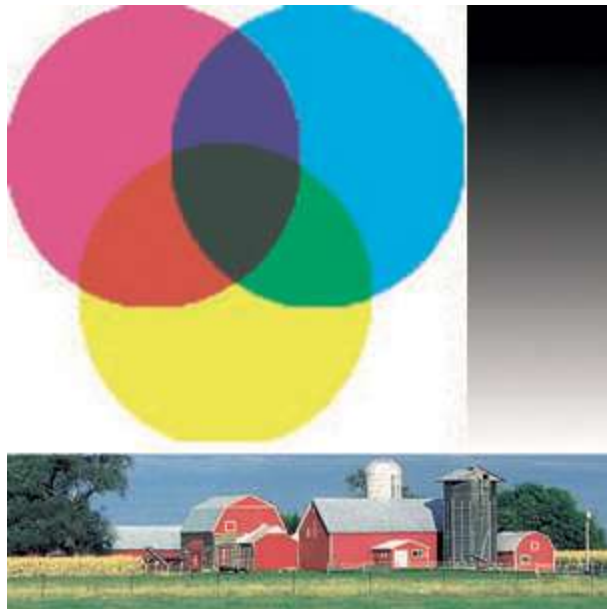
Цветовая модель СМУК

- **C**yan (голубой) = белый – красный = зеленый + синий
- **M**agenta (пурпурный) = белый – зеленый = красный + синий
- **Y**ellow (желтый) = белый – синий = красный + зеленый
- **Black** (черный)

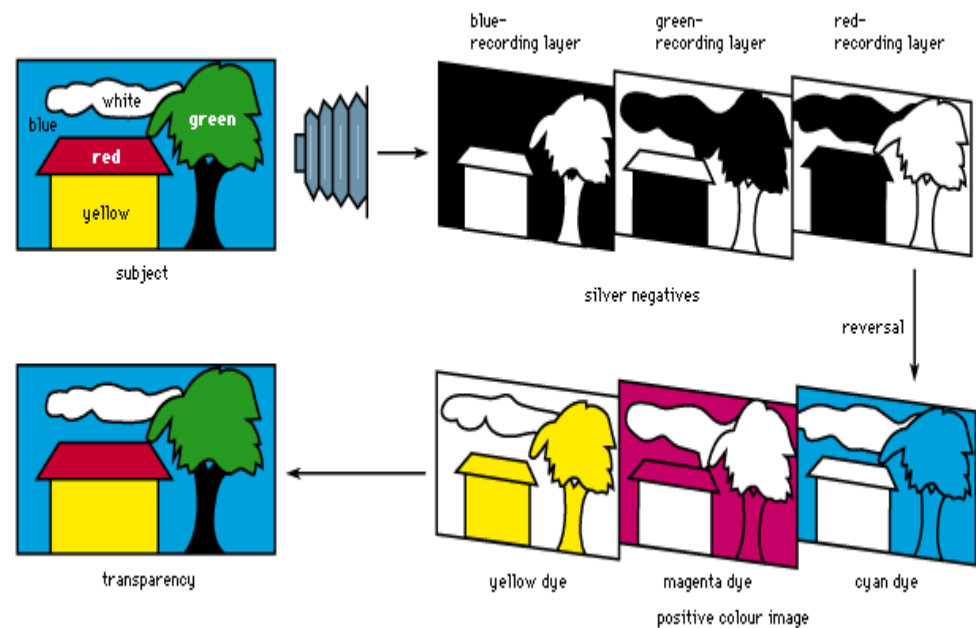
Дополнительные цвета

- *Дополнительным (complement)* называют цвет полученный вычитанием основного из белого
 - $C = G+B = W-R$
 - $M = R+B = W-G$
 - $Y = R+G = W-B$
- Субтрактивные основные цвета ***cyan, magenta, yellow*** получаются смешением красок (ink/paint)

Изображение в модели СМУК



СМУ называют
субтрактивной системой
смешения цветов

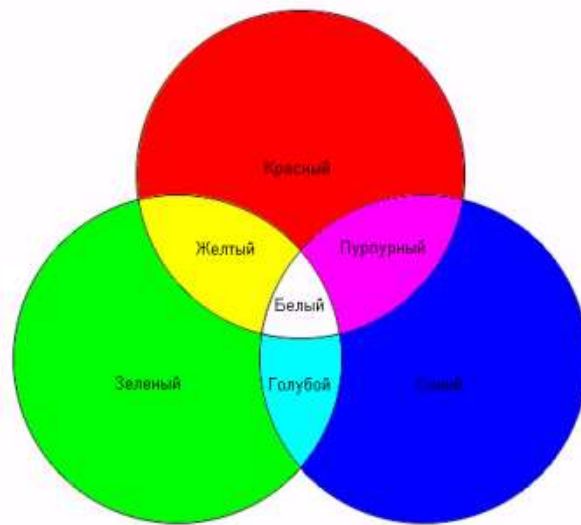


©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.

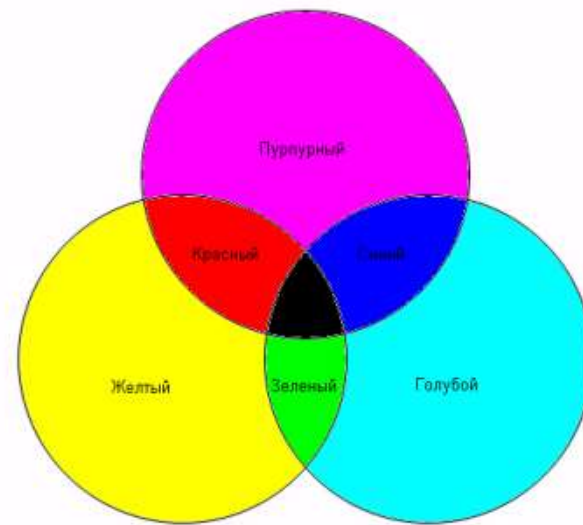
Цветоделение в CMYK

- не существует красителей точно соответствующих CMY
- комбинация трех красок не дает черного цвета
- используемые основные цвета (*process colours*) – cyan, magenta, yellow и black
- область охвата CMYK отличается от области охвата RGB

Цветовоспроизведение



аддитивное

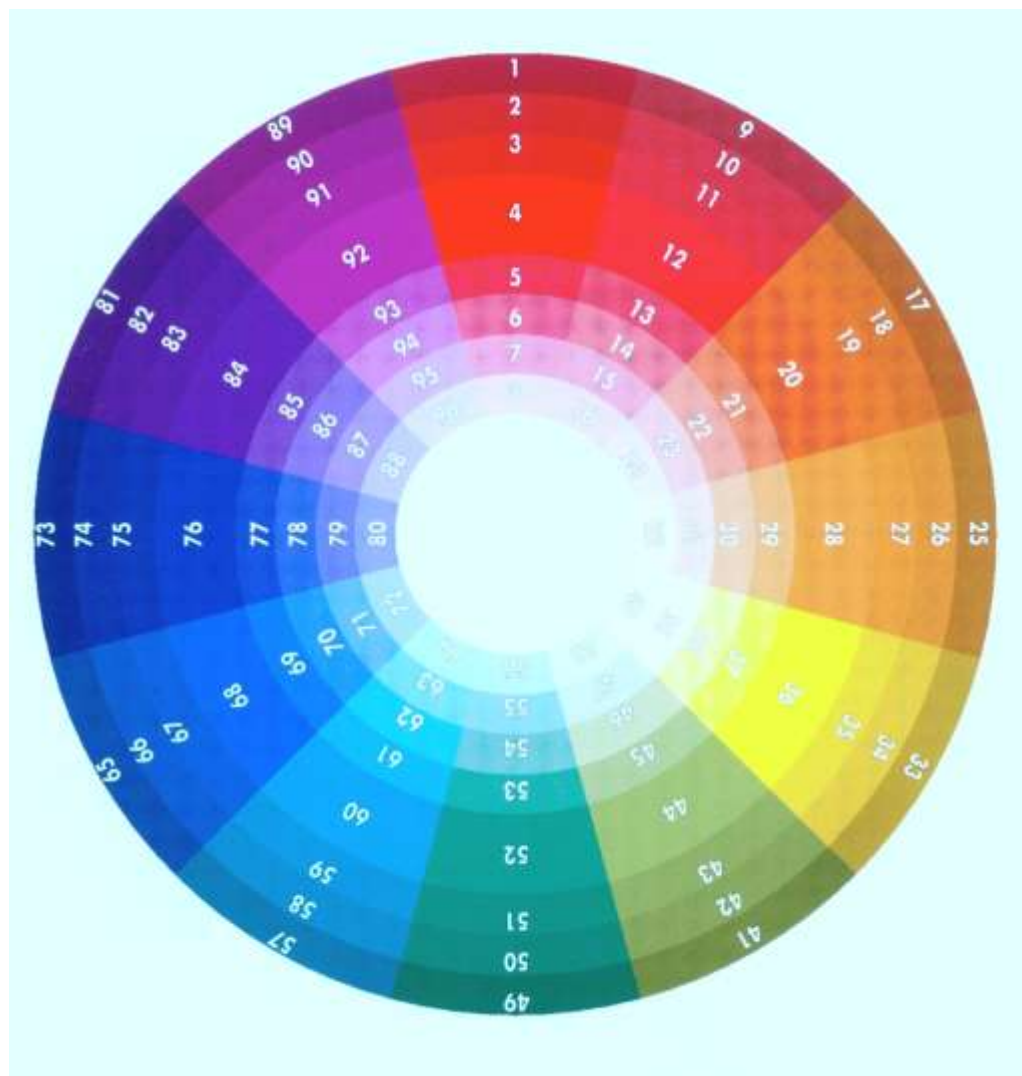


субтрактивное

Цветовая модель HSV

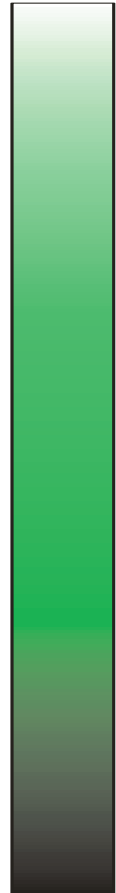
- соответствует восприятию цвета
 - *Hue* (цветовой тон, длина волны)
 - *Saturation* (насыщенность)
 - *Value* (яркость), *Brightness*, *Lightness*
- модель HSV отображается трехмерной фигурой: *H* - угол, *S* - расстояние до оси, *V* - положение на оси
- является основой для инструмента *colour picker* (выбор цвета)

Спектральный круг

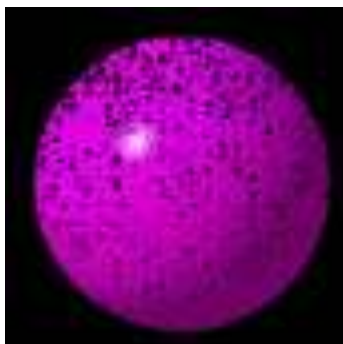


Смешение красок

- Цветовой тон – это чистый цвет
- Прибавление белого дает ненасыщенный тон (*tint*)
- Добавление черного уменьшает яркость и дает тон (*tone*)



Цветовой тон



Original Image



Hue Setting = 90



Hue Setting = -90

Ulead PhotoImpact:

Format → Hue and Saturation → Hue Control

Насыщенность



Original Image



Saturation Setting +50

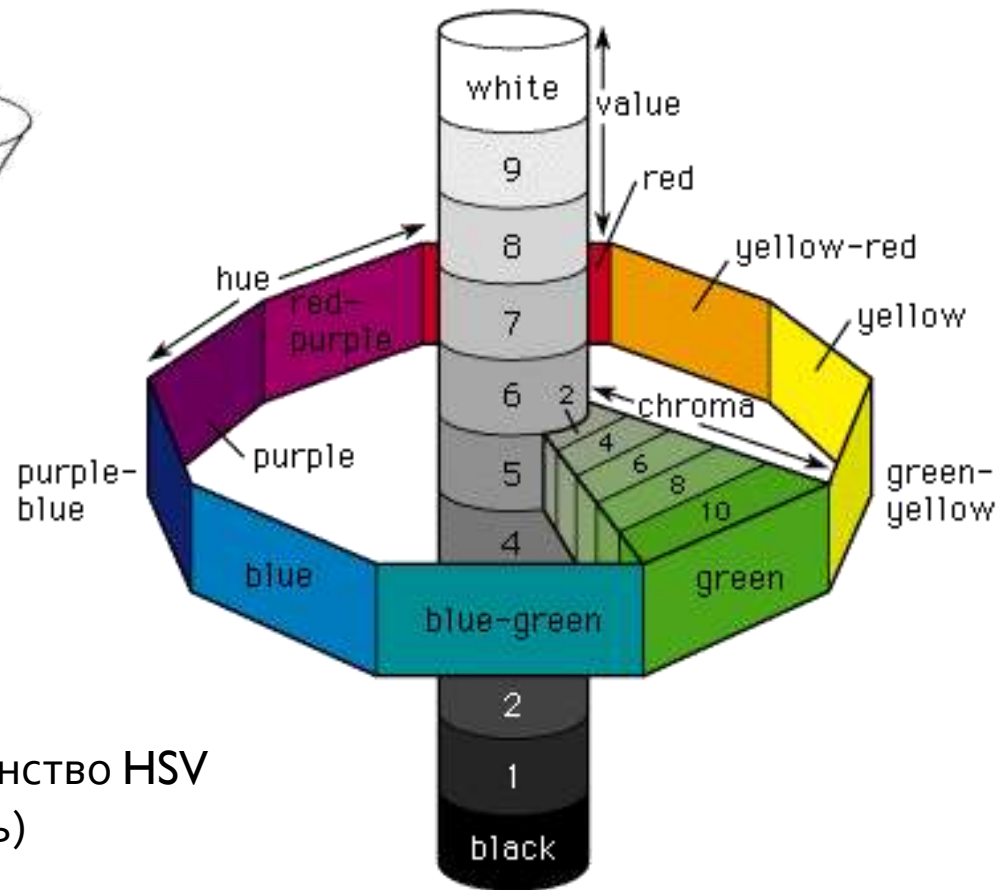
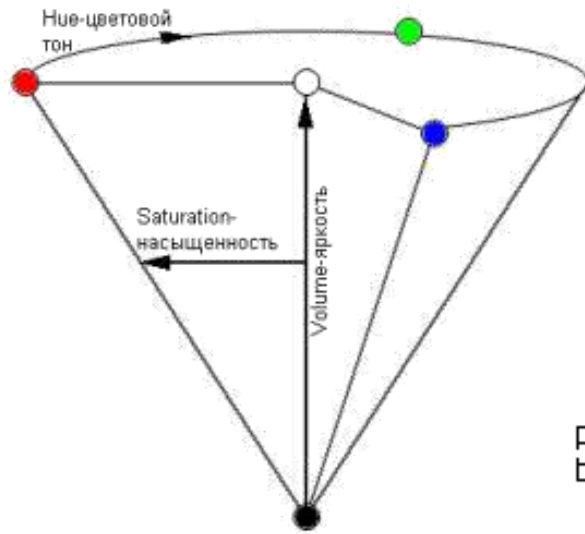


Saturation Setting -100

Ulead PhotoImpact:

Format → Hue and Saturation → Saturation Control

Модель Манселла



трехмерное цветовое пространство HSV
(Тон, Насыщенность и Яркость)
представляют в виде конуса

Изображение в модели HSV



H



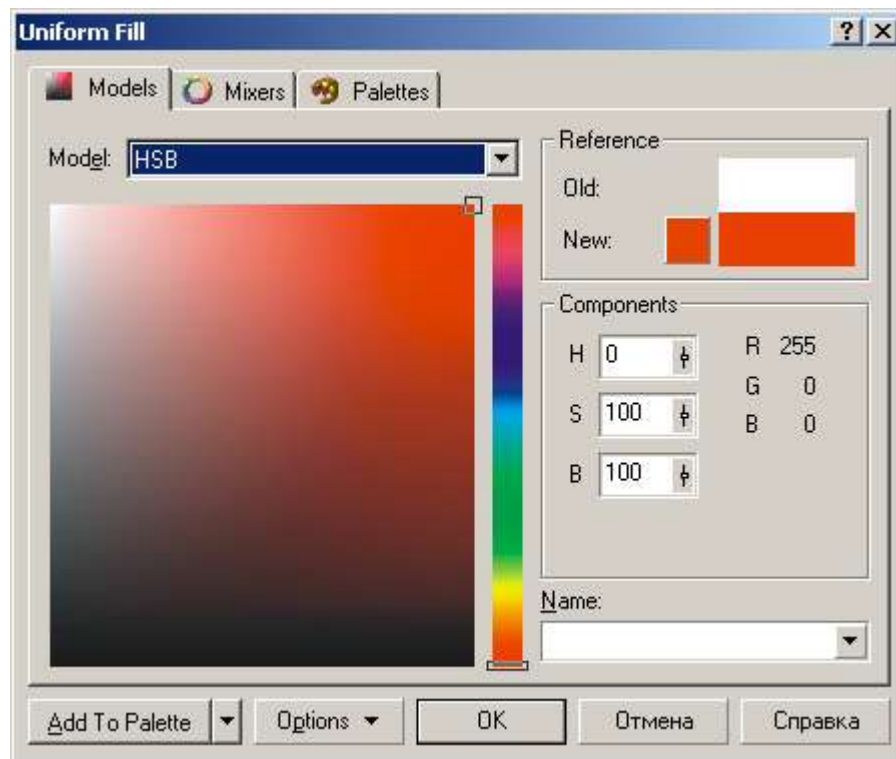
S



V

HSV представлен тремя плоскостями в виде черно/белых изображений с 256 уровнями градации серого

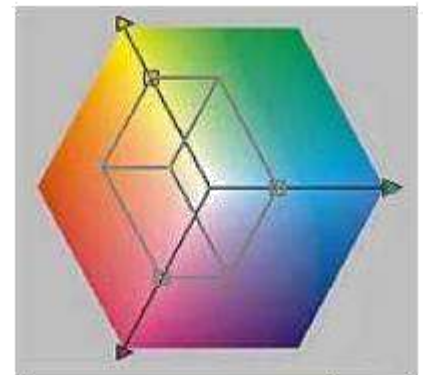
Выбор цвета в модели HSV



2



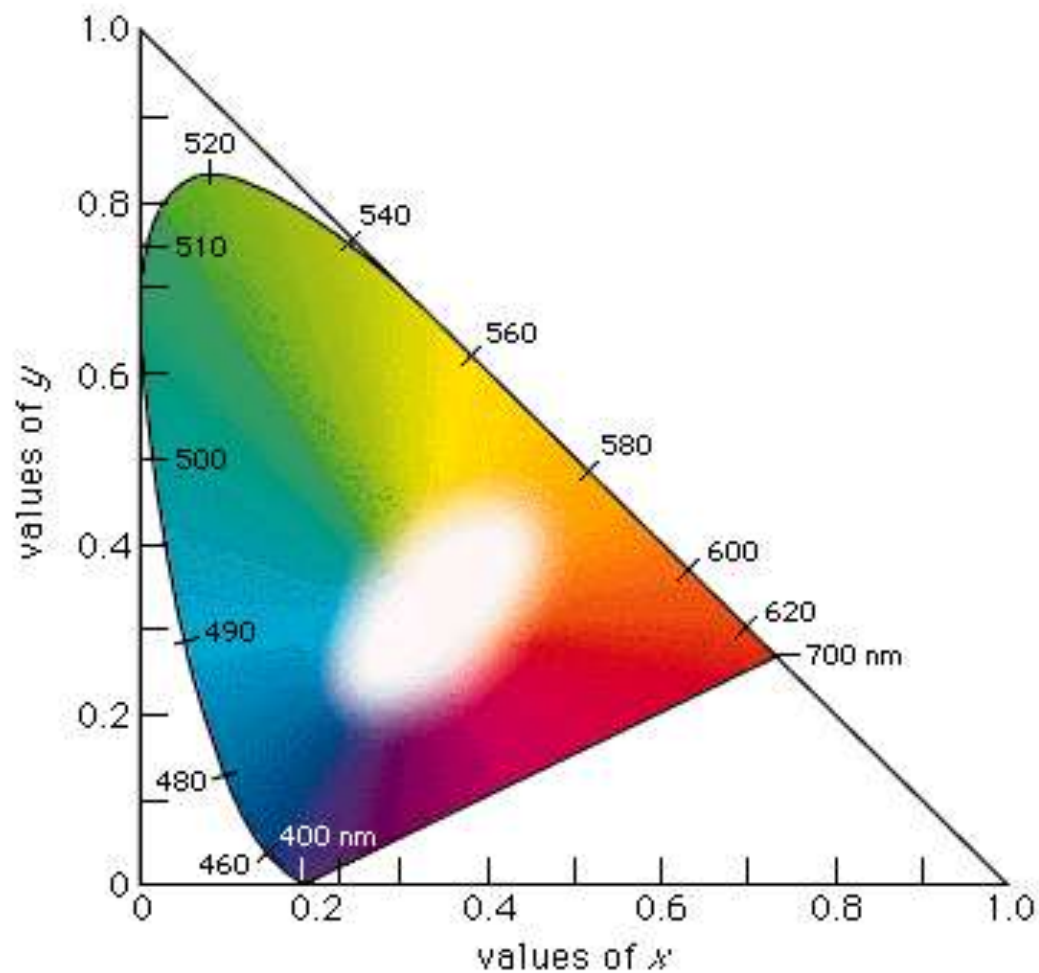
1



Цветовая модель XYZ

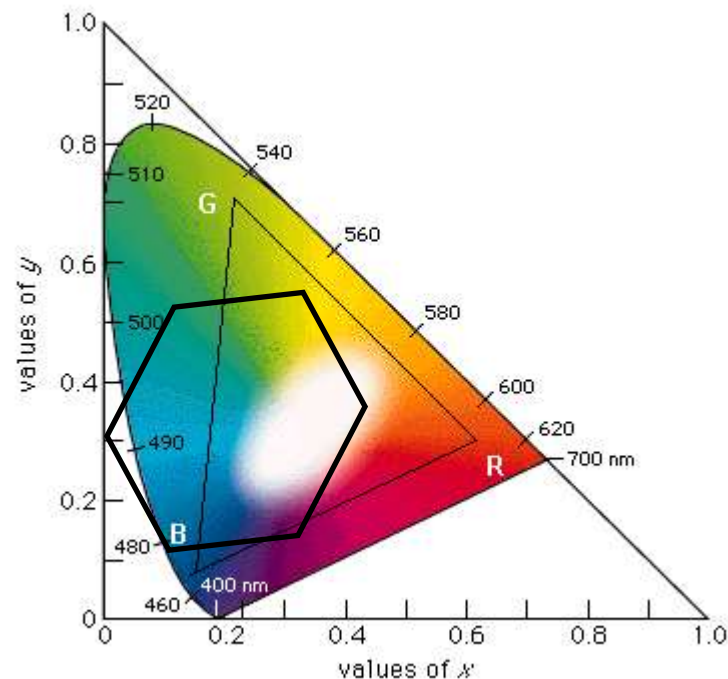
- Чтобы избежать отрицательных значений координат, была выбрана колориметрическая система XYZ, полученная путем пересчета из RGB
- Геометрическое место точек цветности монохроматических излучений называется *локусом*

Локус в системе xu



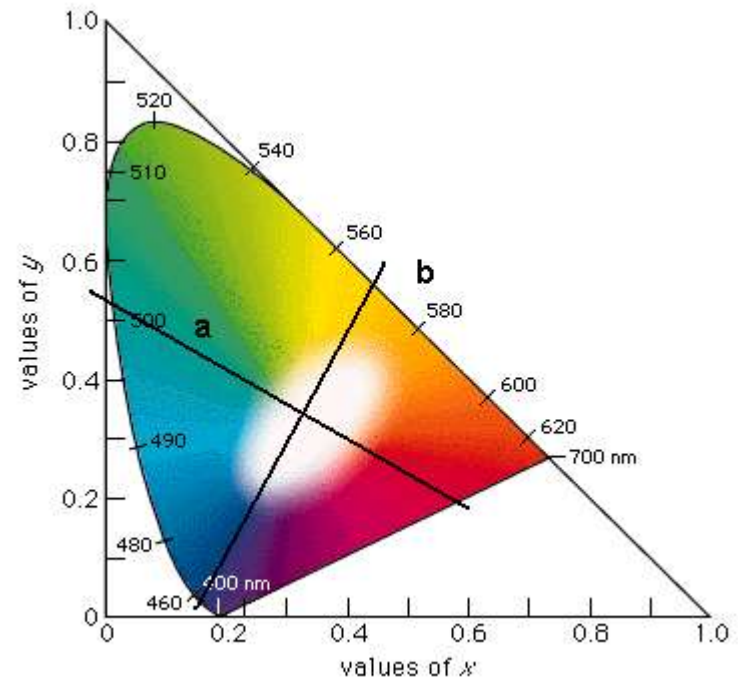
Цветовой охват

- Аппаратно-независимая система
- *RGB*
- *CMY*
- $X + Y + Z = 1$,
по двум координатам
легко вычислить третью

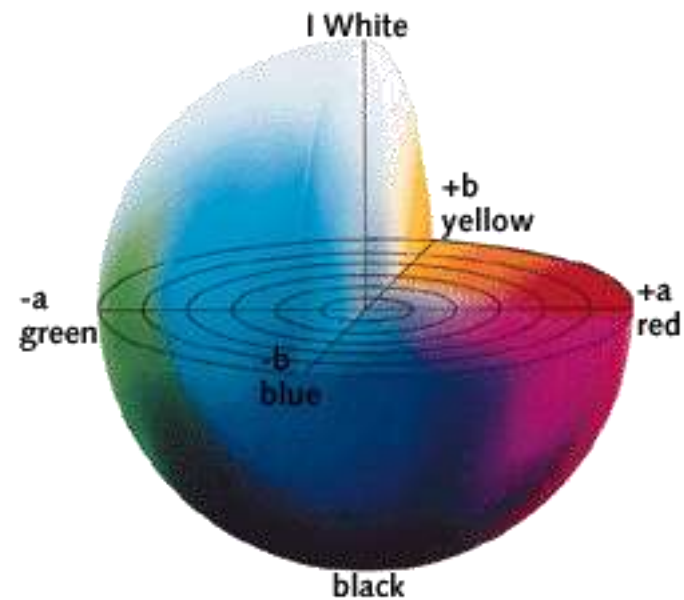
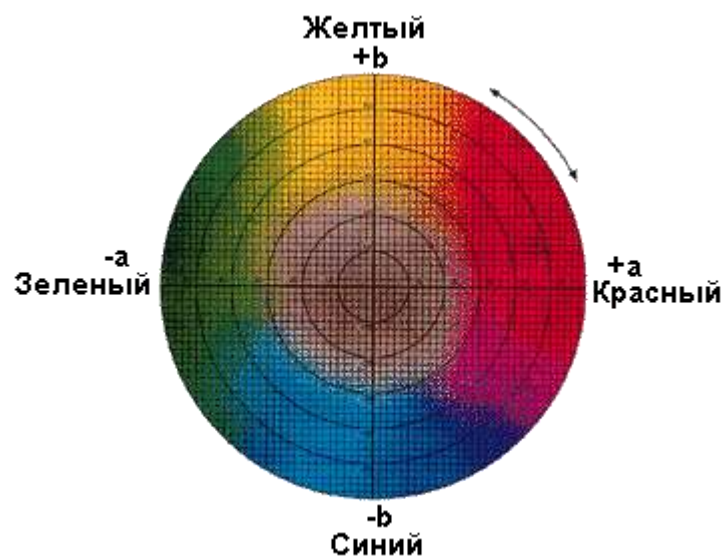


Цветовая модель Lab

- Аппаратно-независимая система
- Светлота – L
- Хроматические компоненты – a, b
- Стандарт для перехода между моделями



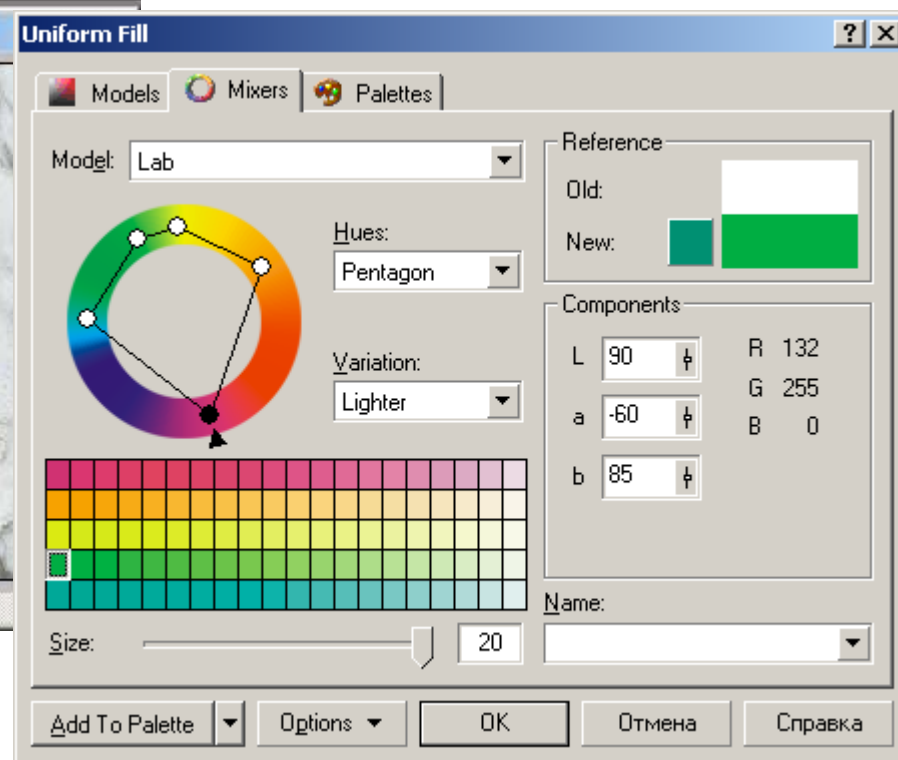
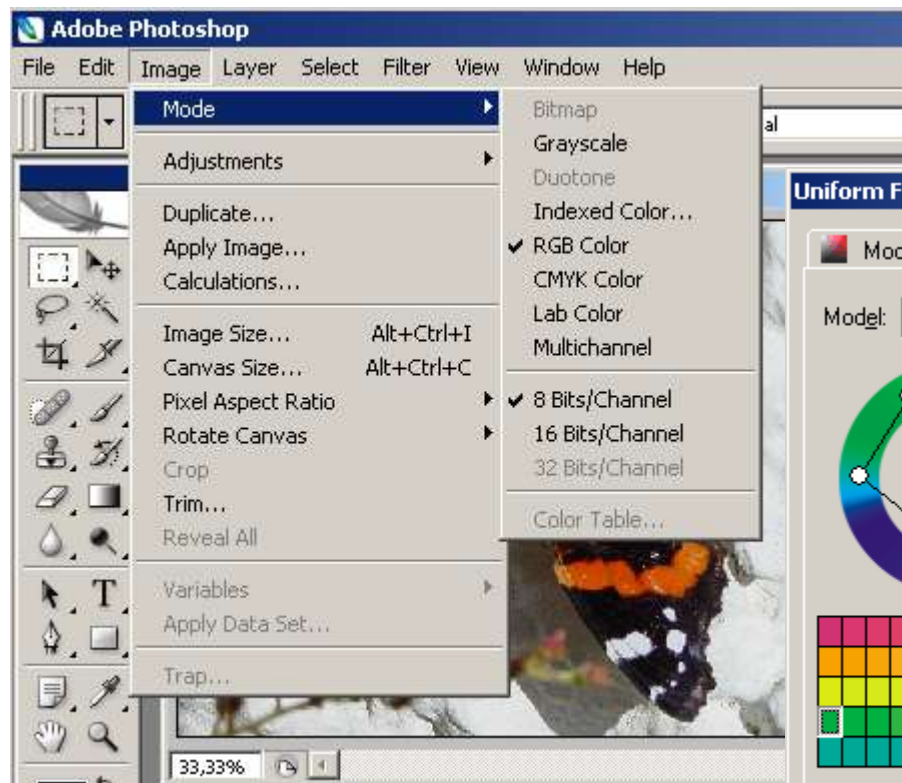
Представление модели Lab



Цветовая модель YUV

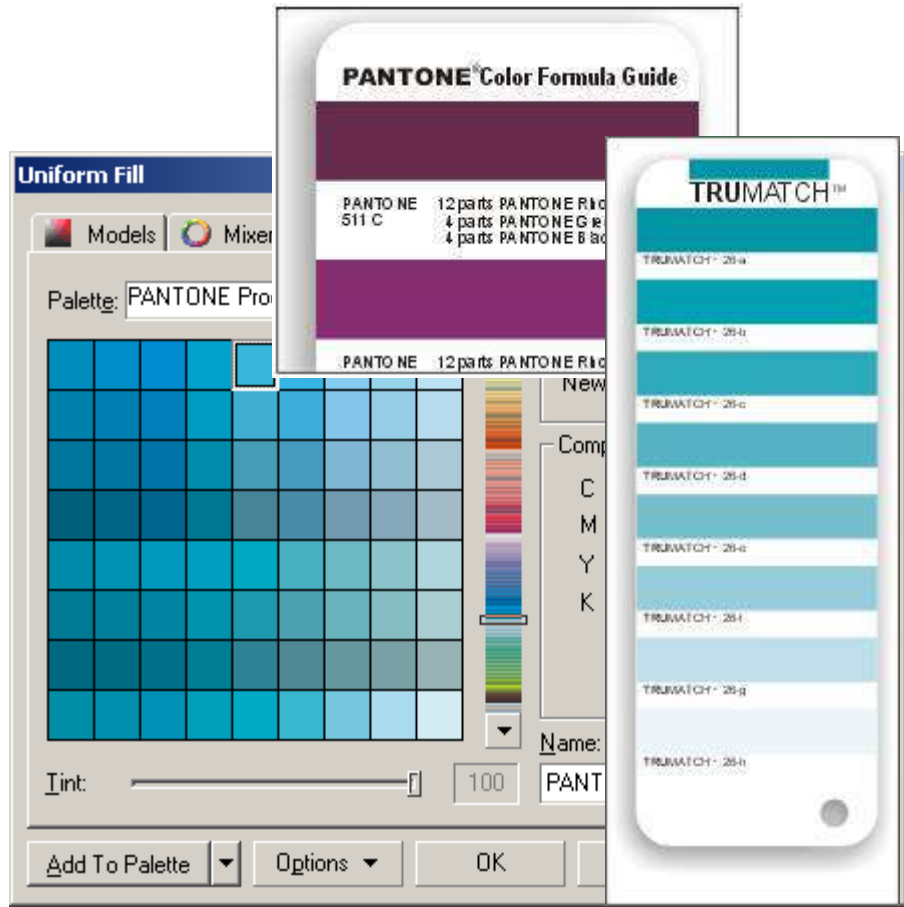
- применяется для видео
- светимость (*Luminance*) Y учитывает чувствительность глаза
 - $Y = 0.2125R + 0.7145G + 0.0721B$
- яркостная Y и две цветоразностных величины $B-Y$ и $R-Y$
 - Нелинейно масштабированная Y' и взвешенные значения U и V (C_B и C_R)

Выбор цветовой модели



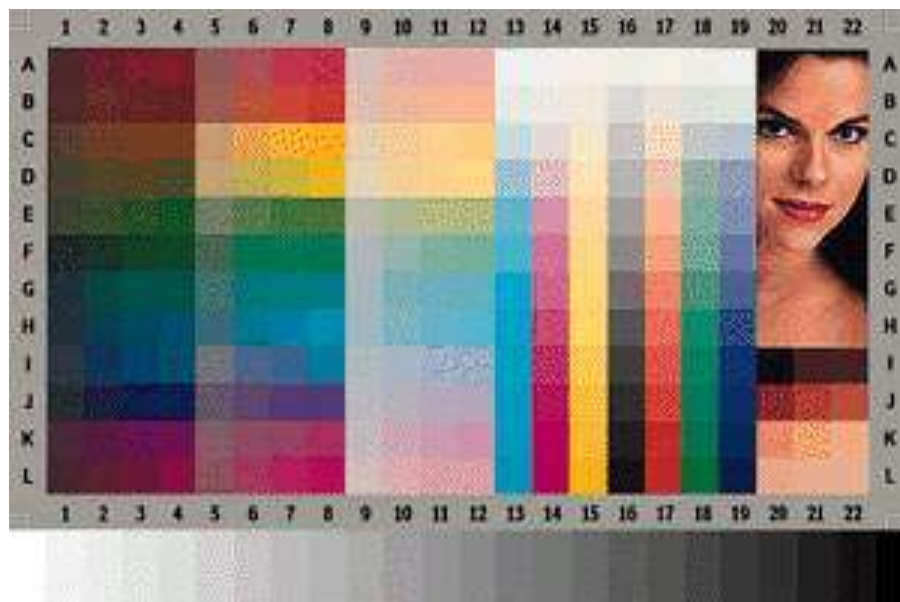
Цветовая палитра

□ Примером стандартных цветовых палитр являются наборы фирмы Pantone



Цветовое разрешение

- Цветовое разрешение растровой графики (число битовых плоскостей) связано с числом битов, используемых для кодирования цвета каждого пиксела



Глубина цвета

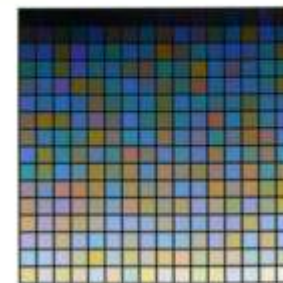
- *256-цветный графический файл (8 бит на пиксел), либо Grayscale (оттенки серого)*
- *16-битный цветной графический файл (16 бит на пиксел) RGB555 (32768 цветов), RGB565 (65536 цветов).*
- *24-битный цветной графический файл (по 8 бит на цветовой компонент каждого пиксела (16,7 млн. цветовых сочетаний))*
- *32-битный цветной графический файл (по 8 бит на цветовой компонент и 8 бит для альфа-канала каждого пиксела)
Альфа-канал определяет уровень прозрачности каждого пиксела в изображении*

Индексная палитра

- при глубине цвета 8-бит возможно только 256 цветов
- вместо хранения для каждого пиксела значений (r, g, b) в файл записывают *палитру* или *colour lookup table (CLUT)*, хранящую коды цветов
- отображение цвета происходит путем восстановления значений 24-бит (r, g, b) , сохраняемых в палитре

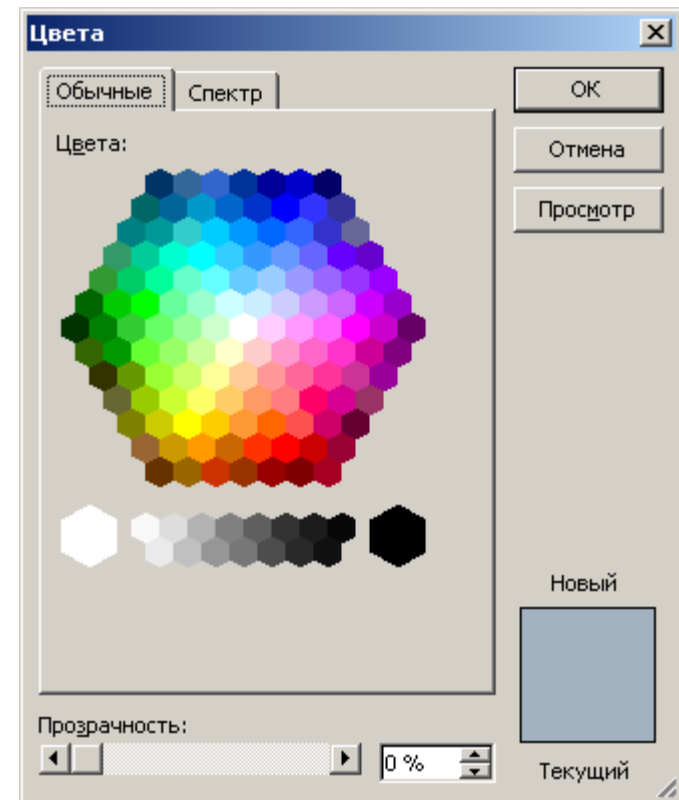
Выбор палитры

- может содержать от 4 до 256 цветов
- переход к палитре удаляет часть цветовых составляющих рисунка, вызывая его *огрубление*

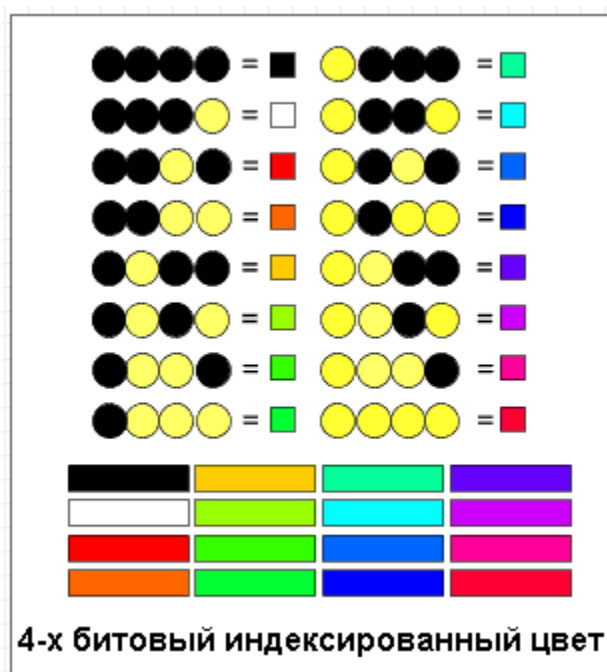


Палитра Windows

- содержит 256 стандартных цветов
- замена удаленных цветов на ближайшие создает постеризацию – *Posterization*
- оптическое смешивание точек разного цвета на основе узора – *Dithering*



Файлы с индексной палитрой



□ *BMP*

□ *TGA*

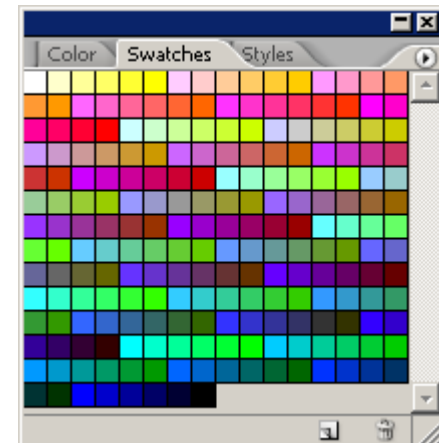
□ *TIFF*

□ *PNG*

□ *GIF*

Безопасная палитра Web

- *безопасная палитра содержит 216 цветов одинаковых на различных платформах и в браузерах (Web-safe palette)*

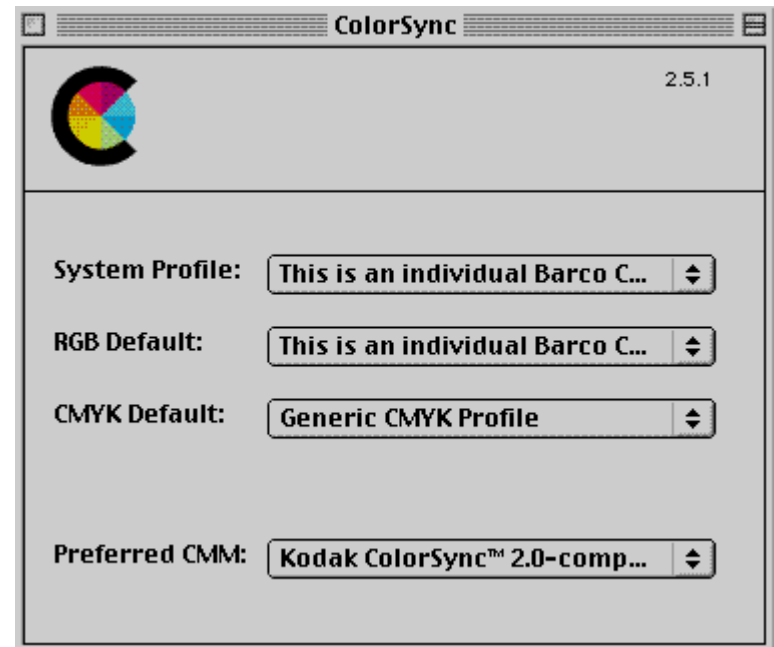


Управление цветом

- изображение должно выглядеть одинаково на любом устройстве
 - сканер и монитор, ПК разработчика и ПК заказчика и т.д.
- системы управления цветом (*Color Management System — CMS*)
 - набор параметров для обмена цветовыми данными
 - три типа переменных

Параметры управления цветом

- системы управления цветом CMS содержат информацию:
 - Цветовая гамма
 - Профиль
 - Калибровка



Цветовой профиль ICC

- отличия в реализации профиля ICC
 - допуск, старение, помехи

□ калибровка включает:

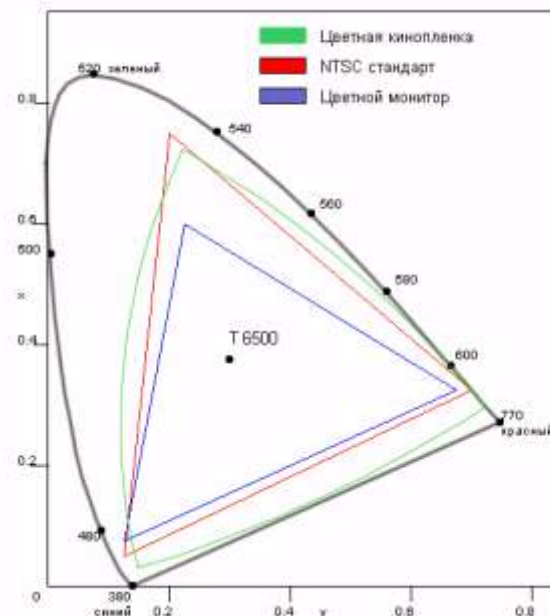
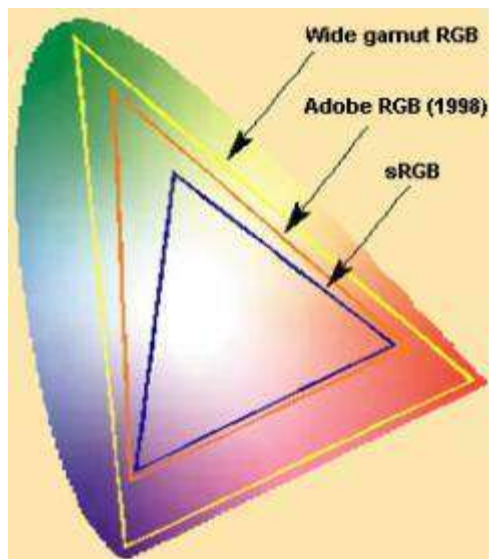
- цветность R, G и B
- *White point* (цветовая температура)
- *Gamma*

$$I = V\gamma$$



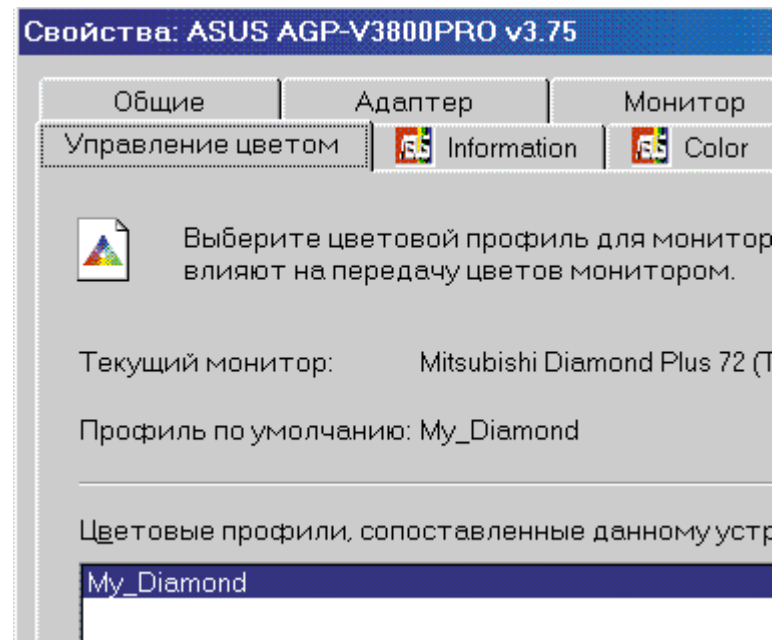
Внедрение профилей

- EPS
- PDF
- TIFF
- JFIF
- PNG

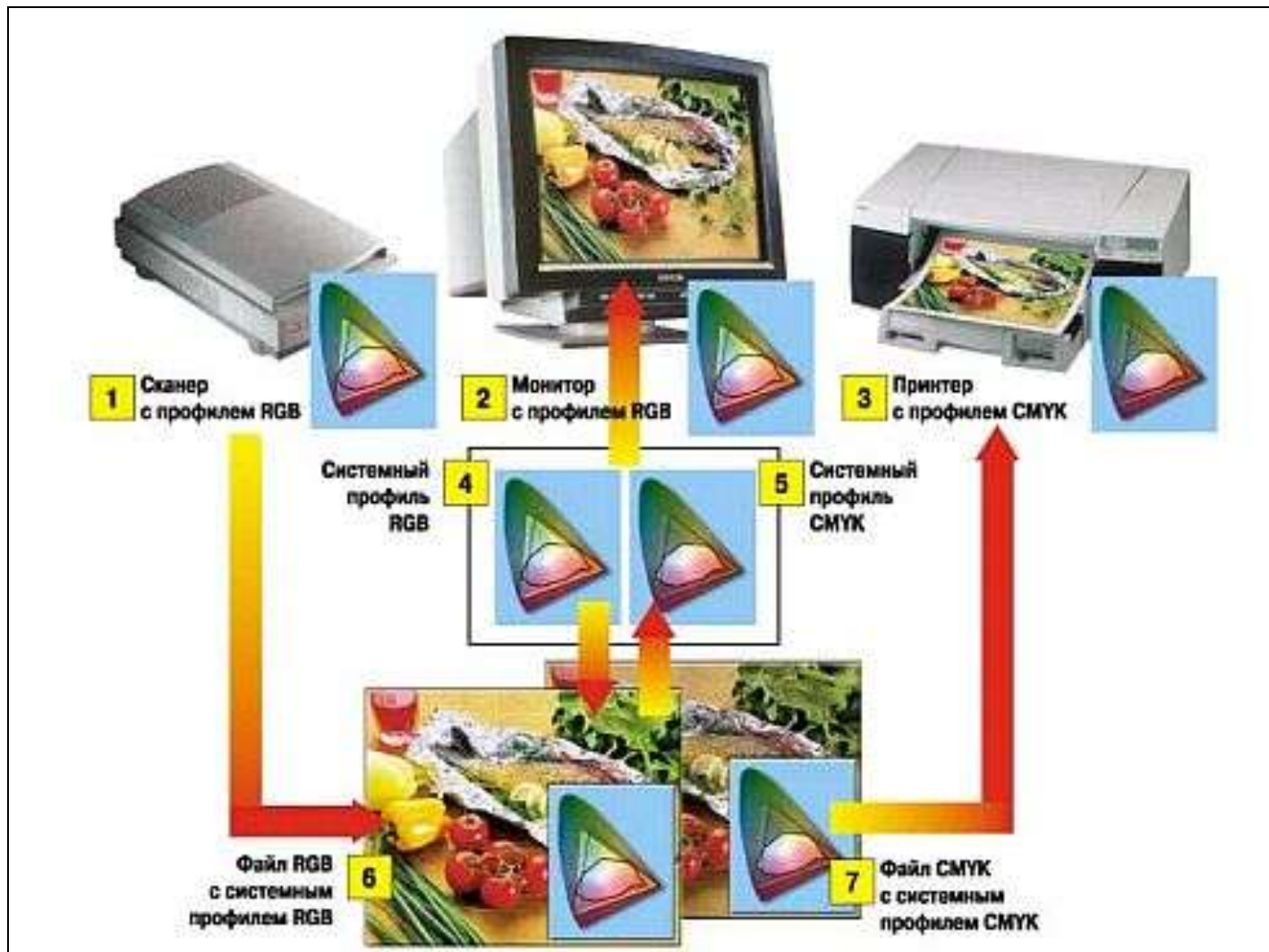


Системы управления цветом

- *ColorSync*
- *Color Matching Module*
- *Agfa Foto Tune*
- *Kodak DayStar Color Match*



Согласование профилей



**Цикл лекций подготовлен в 2011/2012 уч. году
Кузнецовым Игорем Ростиславовичем,
доцентом кафедры радиоэлектронных средств
Санкт-Петербургского
Государственного электротехнического
университета «ЛЭТИ»**

Прочитан в дисциплине
«Информационные технологии»