

2020

ЛЕКЦИЯ 6  
КОДИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИИ



# Кодирование графической информации

Экран дисплейного монитора представляется как набор отдельных точек -*пикселей (pixels elements)*.

Число пикселей отражается парой чисел, первое из которых показывает количество пикселей в одной строке, а второе - число строк (например,  $320 \times 200$ ).



# Атрибуты пикселя

- Каждому пикселю ставится в соответствие фиксированное количество битов (атрибутов пикселя) в некоторой области памяти, которая называется *видеопамятью*.
  - Атрибуты пикселя определяют цвет
  - и яркость каждой точки изображения на экране монитора



# Монохромное изображение

Если для атрибутов пикселя отводится один бит,  
то графика является двухцветной,  
например, черно-белой  
(нулю соответствует черный цвет пикселя,  
а единице — белый цвет пикселя).



# Яркость монохромного изображения

Если каждый пиксель представляется  $n$  битами,  
то имеем возможность представить на экране  
одновременно  $2^n$  оттенков.

В дисплеях с монохромным монитором значение атрибута  
пикселя управляет  
яркостью точки на экране.



# Цветное изображение

В дисплеях с цветным монитором значение атрибута пикселя управляет интенсивностью

трех составляющих, яркостями

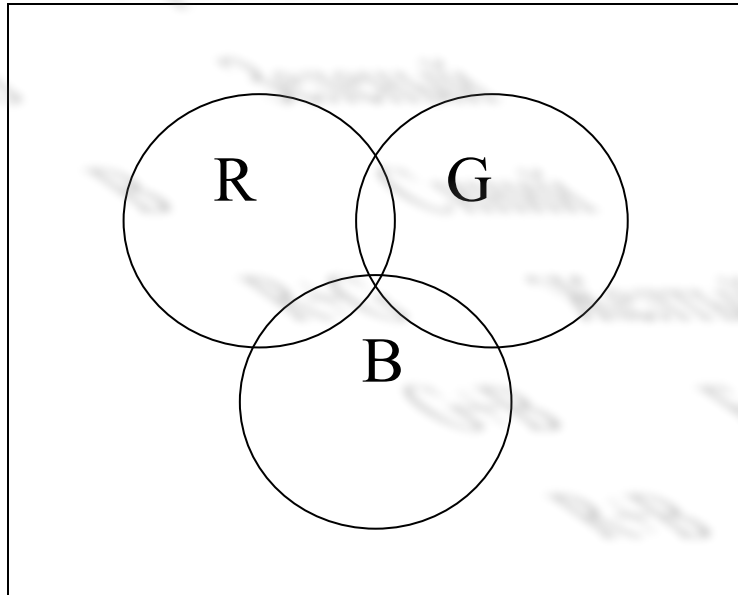
трех цветовых компонент изображения пикселя.

При этом используется разделение цвета

на *RGB* - компоненты — красную, зеленую и синюю.



# Цветное изображение



R	Красный
G	Зеленый
B	Синий
R+G	Желтый
G+B	Бирюзовый
R+B	Пурпурный
R+G+B	Белый



# Цветовая арифметика

	Фиолетовый	Индиго-синий	Голубой	Голубовато-зеленый	Зеленый	Зеленовато-желтый	Желтый
Красный	Пурпурный	Темно-розовый	Беловато-розовый	Белый	Беловато-желтый	Золотисто-желтый	Оранжевый
Оранжевый	Темно-розовый	Беловато-розовый	Белый	Беловато-желтый	Желтый	Желтый	
Желтый	Беловато-розовый	Белый	Беловато-зеленый	Беловато-зеленый	Зеленовато-желтый		
Зеленовато-желтый	Белый	Беловато-зеленый	Беловато-зеленый	Зеленый			
Зеленый	Беловато-синий	Аквама-риновый	Голубовато-зеленый				
Голубовато-зеленый	Аквама-риновый	Аквама-риновый					
Голубой	Индиго-синий						





# Цветовые оттенки

Если каждая компонента имеет  $N$  градаций,  
то общее количество цветовых оттенков составляет

$$N \times N \times N,$$

при этом в число цветовых оттенков включаются  
белый, черный и градации серого цвета.



# Формирование цвета:

1. Черный цвет:

black = 0, (R,G,B) = (0,0,0);

2. Фиолетовый цвет

violet = red + blue,

(R,G,B) = (1,0,1);

3. Белый цвет

white = red + green + blue,

(R,G,B) = (1,1,1).

При суммировании составляющих  
одинаковой яркости  
получается белый (серый) цвет.



# Стандартизация цвета

Для стандартизации всех наблюдаемых цветов введена трехкомпонентная система, где каждый цвет может быть представлен как сумма интенсивностей трёх источников света:

$$C = x + y + z:$$

**x**— соответствует интенсивности красного цвета;

**y**— соответствует интенсивности зеленого цвета;

**z** — соответствует интенсивности синего цвета.



# Стандартизация цвета

Каждый отдельный цвет стандартизован так что сумма яркостей составляющих равна одной единице яркости:

$$x + y + z = 1$$

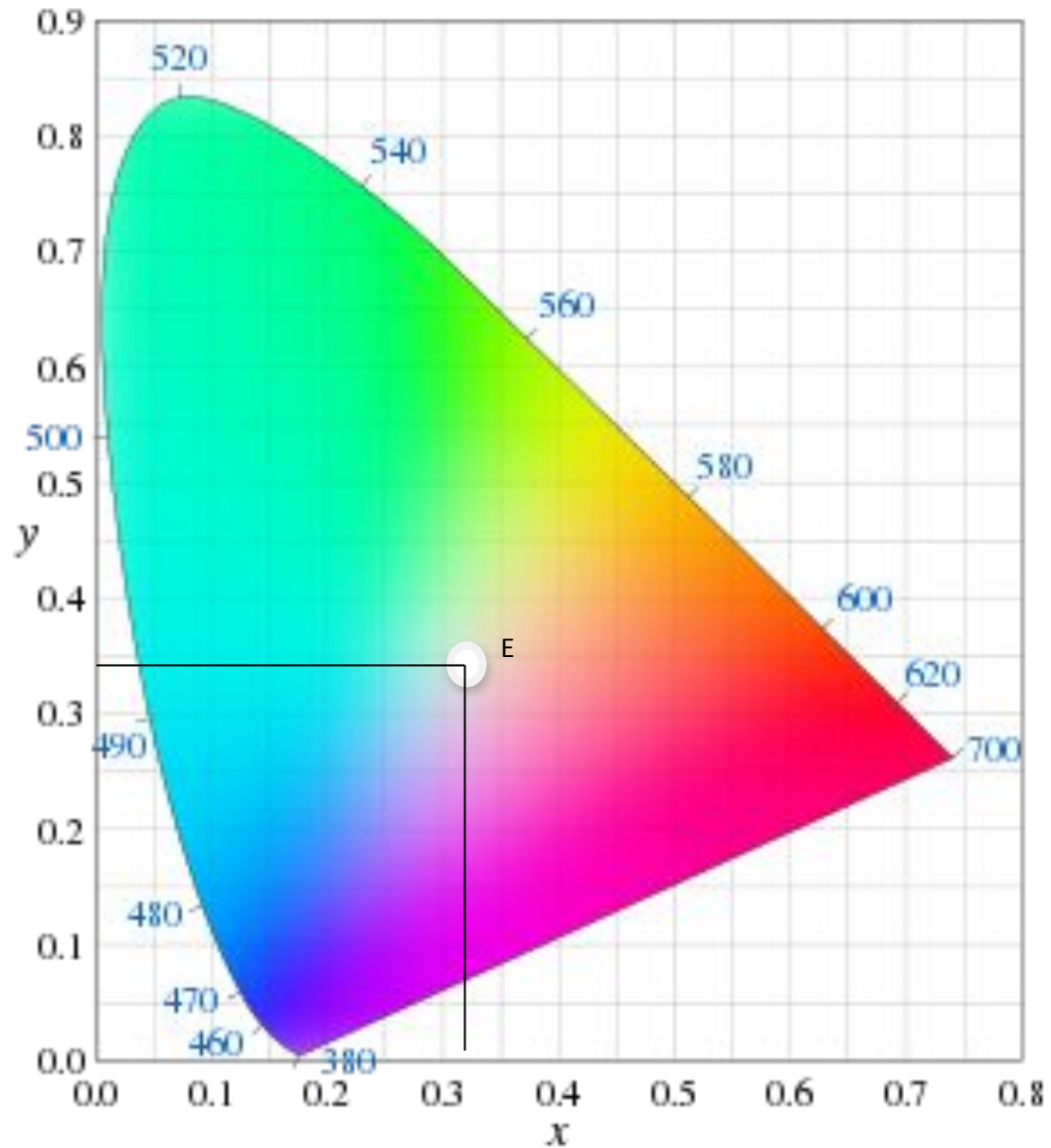
и поэтому можно определить с помощью выражения значение синей составляющей:

$$z = 1 - x - y.$$

Поэтому каждому цвету ставится в соответствие точка на плоскости с координатами  $x$  и  $y$ ,  
При этом все цвета помещаются  
внутри цветового треугольника.



# Цветовой треугольник МКО



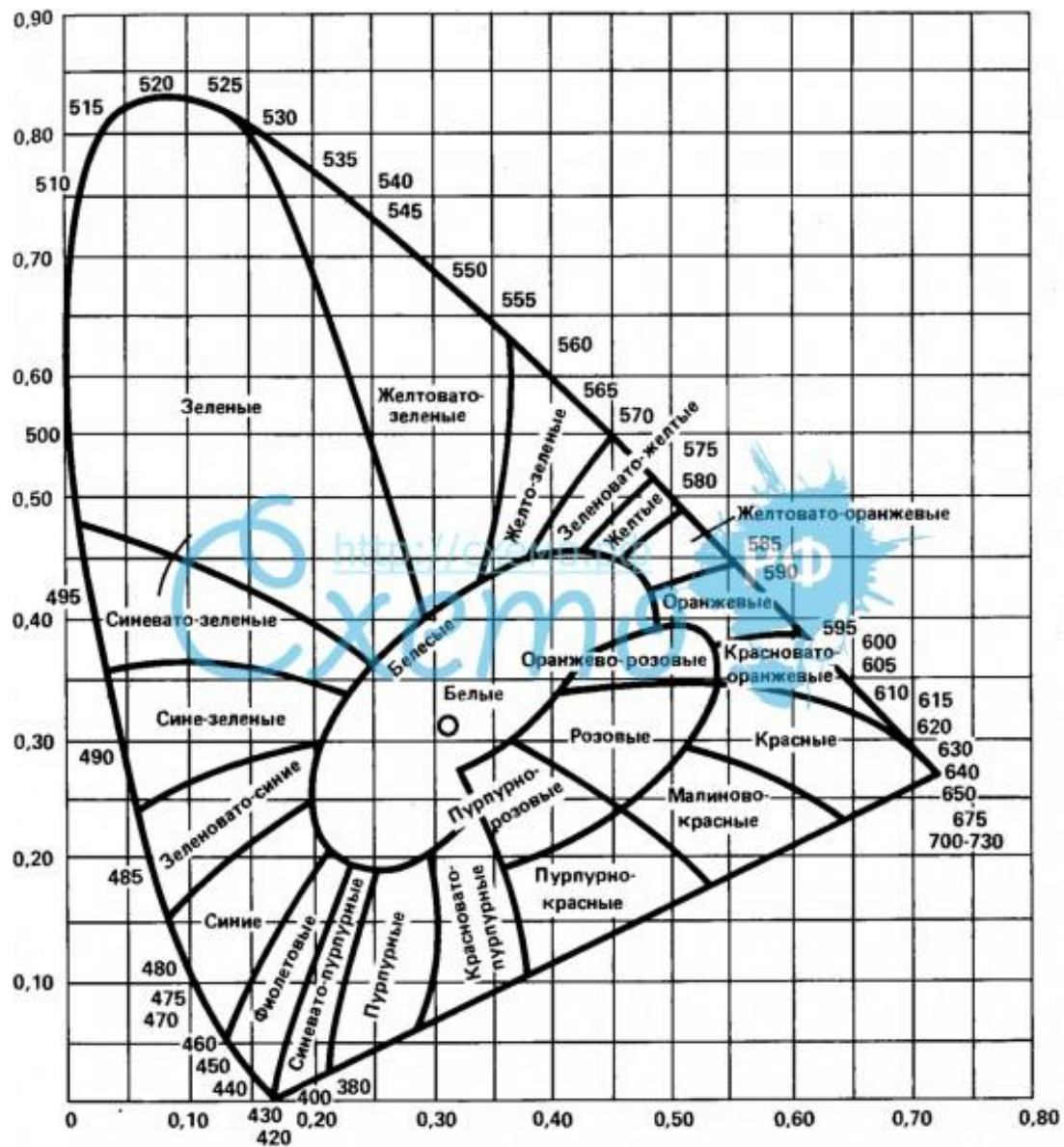
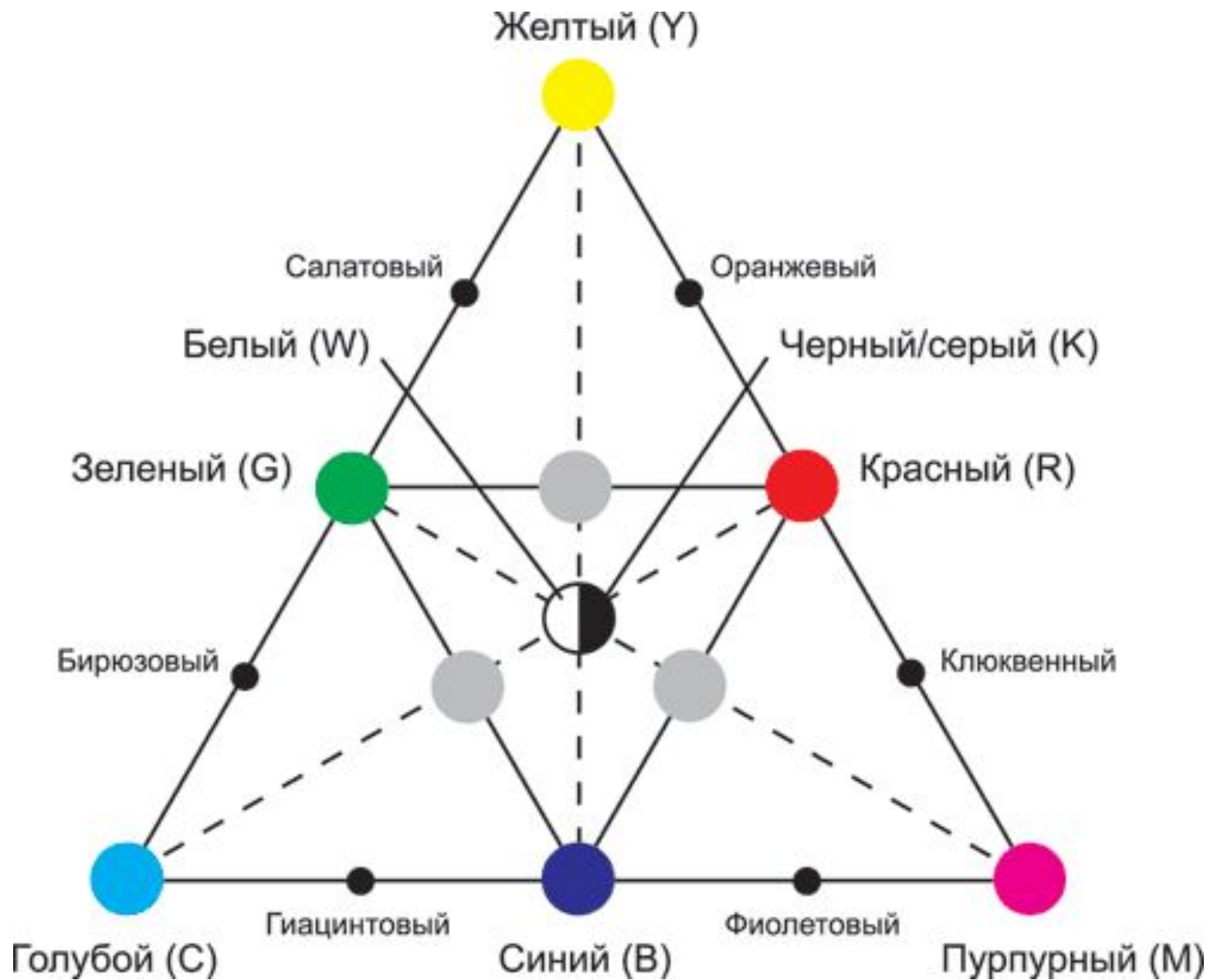


Рис. VIII.12. Цветовой треугольник МОК





# Цветовой треугольник

Цвета радуги располагаются на границе  
треугольника.

По сторонам треугольника отложены длины волн  
цвета радуги в нанометрах.

Остальные цвета получены путем  
смешением цветов.

Точка белого цвета имеет равные координаты  
цветовых составляющих красной,  
зеленой и синей:

$$x \approx 0,33;$$

$$y \approx 0,33;$$

$$z = (1 - x - y) \approx 0,33.$$

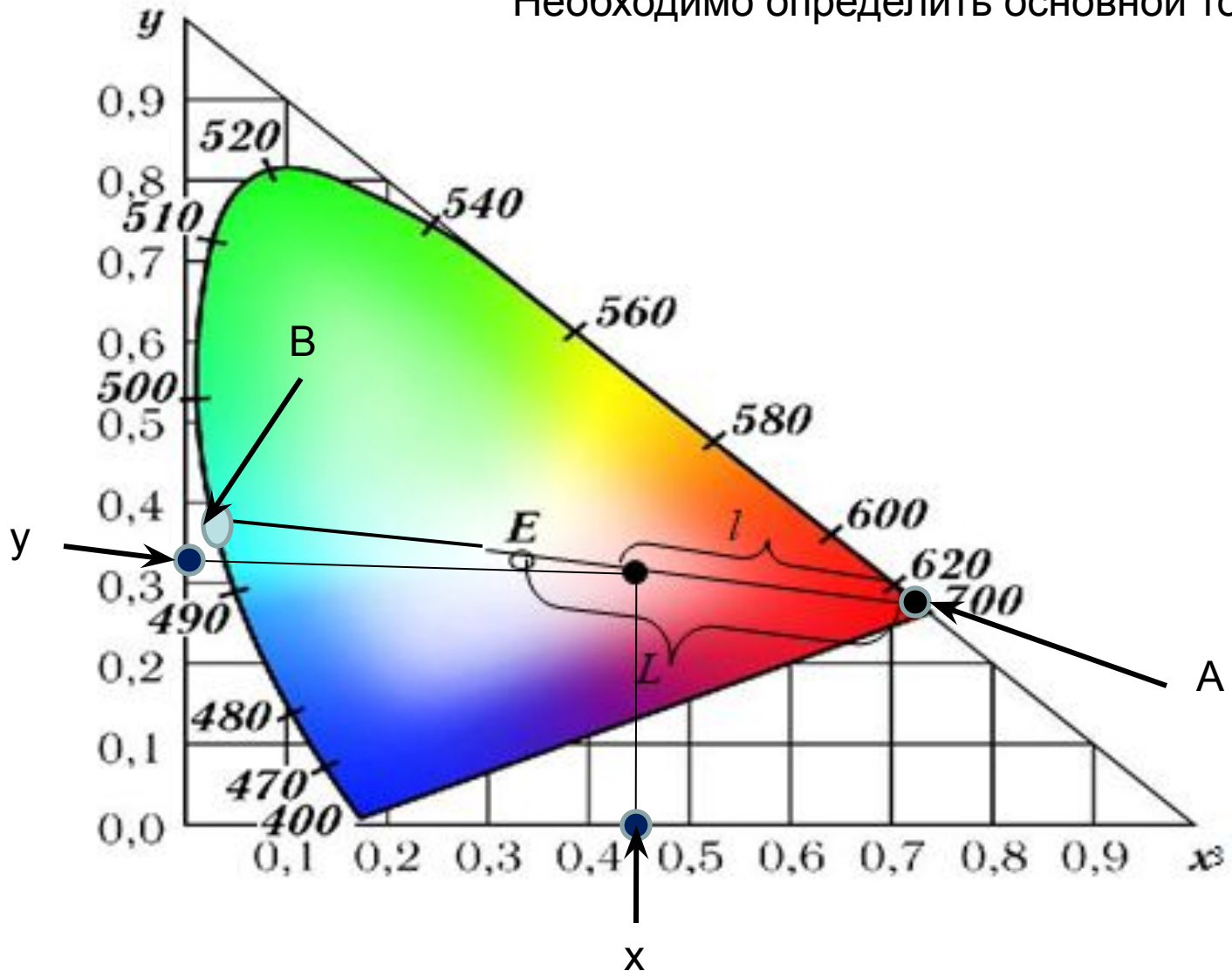




**Определение основного тона цвета**  
**по его координатам в цветовом**  
**треугольнике**



Задана точка с координатами  $x$  и  $y$ .  
Необходимо определить основной тон.



# Определение основного тона цвета по его координатам в цветовом треугольнике

Чтобы пользуясь треугольником,

определить основной тон цвета необходимо :

-провести луч, исходящий из точки белого цвета ( $E$ )

через точку с координатами ( $x, y$ ), тон которой надо определить;

-найти точку пересечения луча с границей треугольника,

(в примере, точка  $A$ )

что укажет на основной тон

(в примере, 700 нм, красновато-оранжевый цвет).

Все точки, лежащие на этом луче, имеют один и тот же тон.



# Дополнительный цвет

Два цвета называют дополнительными,  
если будучи смешанными,  
дают нейтральный серо-чёрный цвет.

Два хроматических света, которые при смешивании  
дают белый свет, также считаются дополнительными.

Дополнительный цвет —  
при «сложении» с цветом основного тона  
даст белый цвет.



# Определение дополнительного цвета по координатам цвета в цветовом треугольнике

Чтобы определить дополнительный цвет необходимо  
из заданной точки с координатами  $(x, y)$ ,  
(дополнительный цвет которой надо определить)  
провести через точку белого цвета ( $E$ )  
луч до пересечения с треугольником (точка  $B$ ).

Точка пересечения (точка  $B$ ) определяет дополнительный  
цвет  
(в примере, зеленовато-синий).



# Насыщенность цвета

Степень разбавления основного тона белым цветом называется насыщенностью цвета.

Варьируется насыщенность цвета в пределах от 0 до 1.

Чем больше этот параметр,

тем «чище» цвет,

поэтому этот параметр иногда называют чистотой цвета.

А чем ближе этот параметр к нулю,

тем ближе цвет

к нейтральному серому (белому):



# Определение насыщенности цвета

. Для этого найдем расстояние ( $L - l$ ) от точки белого цвета Е до точки рассматриваемого цвета с координатами ( $x, y$ ) и расстояние ( $L$ ) от точки белого цвета Е до линии спектральных или пурпурных цветностей (см. рис.) и воспользуемся формулой:

$$q = \frac{L - l}{L}$$

Если  $l = 0$ , то  $q = 1$  – цвет полностью насыщен (минимальная светлота),

Если  $L = l$ , то  $q = 0$  – цвет полностью разбавлен белым цветом (максимальная светлота).



# Определение цвета пикселя по заданным значениям яркостей цветовых составляющих

Пусть заданы атрибуты пикселя значения  $R$ ,  $G$ ,  $B$ .

Необходимо определить цвет и его координаты  $x$  и  $y$   
в цветовом треугольнике.





Для решения задачи сначала используется

линейное преобразование,

которое определяется используемым

устройством отображения

(монитором, принтером, графопостроителем, и т.д.):

$$X = a_{11}R + a_{12}G + a_{13}B;$$

$$Y = a_{21}R + a_{22}G + a_{23}B;$$

$$Z = a_{31}R + a_{32}G + a_{33}B.$$

где  $a_{ij}$  ( $i=1,3; j=1,3$ ) – известные константы

для каждого устройства отображения.



Затем используют выражения для определения нормированных значений  $x$  и  $y$ :

$$x = X / T;$$

$$y = Y / T,$$

где  $T = X + Y + Z$

и наконец, определяют положение точки цвета в цветовом треугольнике и устанавливают визуально цвет, основной, дополнительный цвета и насыщенность.



**Решение обратной задачи:**  
**необходимо определить значение яркости цветовых**  
**составляющих по известным значениям**  
**координат цвета в цветовом треугольнике**  
**и яркости точки**

Необходимо определить значения яркости  
красной  $R$ , зеленой  $G$  и синей  $B$  составляющих,  
по данным цветовых координат точки

$x, y$  в цветовом треугольнике

и суммарной яркости

$W$

$$(W = R + G + B).$$



При решении задачи сначала  
определяют значения  $Y$ ,  $X$  и  $Z$ :

$$Y = W / (d_1 \times x / y + d_2 \times (1 - x - y) / y + d_3);$$

$$X = x \times Y / y;$$

$$Z = (1 - x - y) \times Y / y,$$

где  $d_i (i = 1, 3)$  – известные константы.



Затем, решают систему линейных уравнений,  
где неизвестными величинами являются  $R, G, B$ :

$$X = a_{11}R + a_{12}G + a_{13}B;$$

$$Y = a_{21}R + a_{22}G + a_{23}B;$$

$$Z = a_{31}R + a_{32}G + a_{33}B,$$

где  $a_{ij}$  ( $i = 1, 3; j = 1, 3$ ) – известные константы  
заданные для каждого устройства отображения.



При этом можно воспользоваться выражениями:

$$R = p_{11}X + p_{12}Y + p_{13}Z;$$

$$G = p_{21}X + p_{22}Y + p_{23}Z;$$

$$B = p_{31}X + p_{32}Y + p_{33}Z.$$

где величины *где*  $p_{ij}$  ( $i = 1, 3; j = 1, 3$ )

определяются

по известным значениям

$$a_{ij} (i = 1, 3; j = 1, 3).$$



# Определение яркости суммы цветов

На цветовом треугольнике цвет задается в виде:

$$C=(x, y, Y)$$

$Y$  – яркость зеленого цвета;

$x, y$  – координаты цвета на цветовом треугольнике.

Пусть заданы  $C1=(x1, y1, Y1)$ ,  $C2=(x2, y2, Y2)$ .

Каждый цвет  $C, C1$  и  $C2$  также можно представить в виде вектора:

$$C^*=(X, Y, Z),$$

$$C1^*=(X1, Y1, Z1),$$

$$C2^*=(X2, Y2, Z2),$$

где  $X, Y, Z, X1, Y1, Z1, X2, Y2, Z2$  – яркости соответственно красной, зеленой и синей составляющих цветов  $C, C1$  и  $C2$ .



# Определение яркости суммы цветов

При смешении цветов яркости компонент складываются:

$$C^* = C1^* + C2^* = (X1 + X2, Y1 + Y2, Z1 + Z2)$$

Необходимо определить яркость

зеленой составляющей цвета  $C$

и координаты  $x, y$

цвета суммы цветов  $C1$  и  $C2$ .





Используя выражение:

$$y_i = \frac{Y_i}{X_i + Y_i + Z_i} = \frac{Y_i}{T_i},$$

где  $T_i = X_i + Y_i + Z_i$ ,

$y_i$  – координата  $i$ -ого цвета

в цветовом треугольнике,

$X_i$  яркости красной,

зеленой и синий компонент

ого цвета ( $i = \overline{1,2}$ )

определим значение:

$$T_i = y_i \times Y_i, i = \overline{1,2}.$$



Используя аналогичные соотношения найдем:

$$X = X_1 + X_2 = x_1 T_1 + x_2 T_2,$$

$$Y = Y_1 + Y_2,$$

$$Z = Z_1 + Z_2 = (1 - x_1 - y_1) T_1 + (1 - x_2 - y_2) T_2,$$

И, наконец, найдем координаты  $\mathbf{x}$  и  $\mathbf{y}$  для суммы цветов:

$$C = (\mathbf{x}, \mathbf{y}, Y) = \left( \frac{X_1 + X_2}{X_1 + Y_1 + Z_1 + X_2 + Y_2 + Z_2}, \frac{Y_1 + Y_2}{X_1 + Y_1 + Z_1 + X_2 + Y_2 + Z_2}, Y_1 + Y_2 \right).$$



# Пример смешения цветов

Какой цвет получится при сложении цветов:

$$C1=(0,7;0,3;1),$$

$$C2=(0,1;0,8;1)?$$

Находим:  $T1 = 3,3$  и  $T2 = 1,25$ .

И подставляя значения  $T1$  и  $T2$  получаем:

$$x = \frac{0.7 \cdot 3.3 + 0.1 \cdot 1.25}{3.3 + 1.25} = 0.54,$$

$$y = \frac{1 + 1}{3.3 + 1.25} = 0.43,$$

$$Y = 1 + 1 = 2.$$



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ К ЛЕКЦИИ

## Список вопросов:

1. Получение основного цвета в цветовом треугольнике.
2. Получение дополнительного цвета в цветовом треугольнике.
3. Нахождение насыщенности цвета.
4. Определение цвета пикселя по заданным значениям яркостей цветовых составляющих.
5. Определение значения яркости цветовых составляющих по известным значениям координат цвета в цветовом треугольнике и яркости точки.
6. Определение яркости суммы цветов.

