

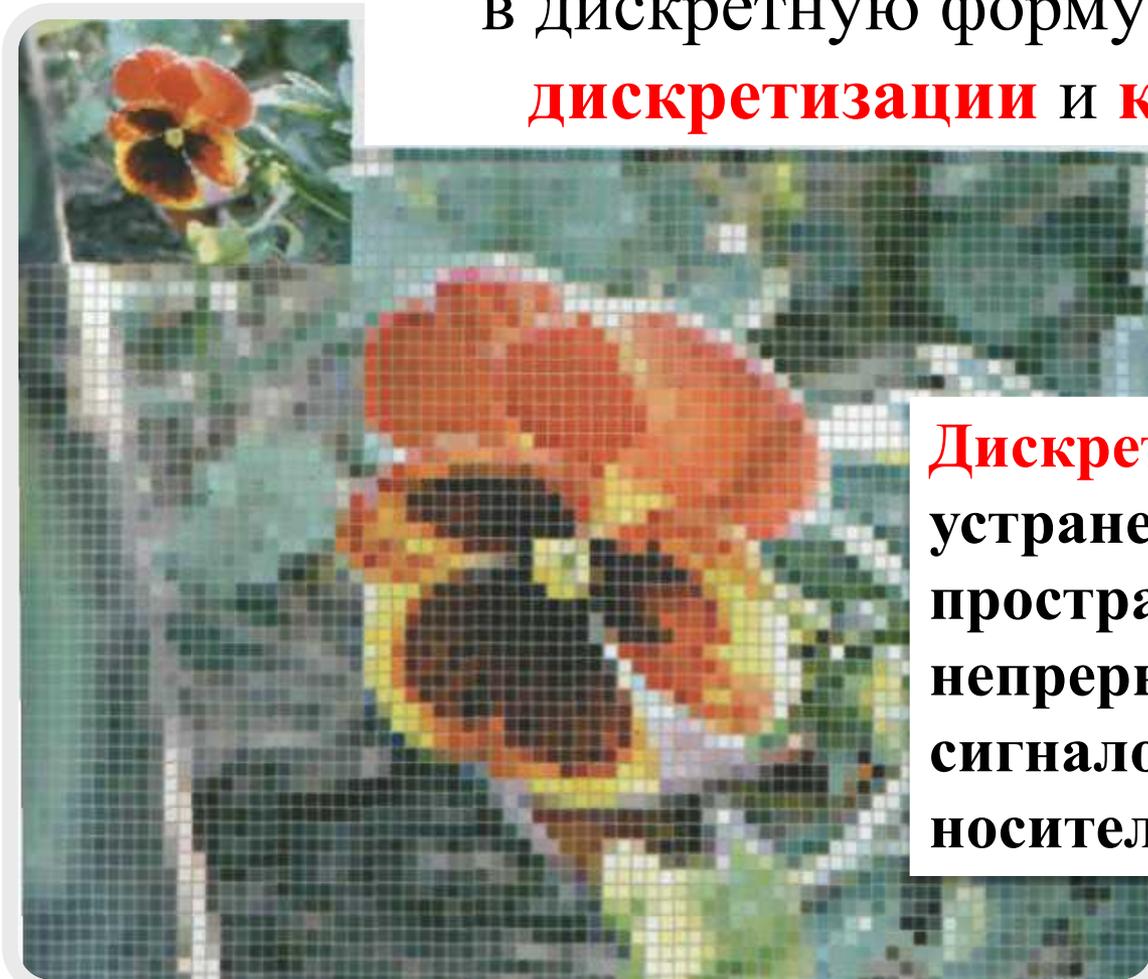
Представление графической информации в компьютере

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

- это создание, хранение и обработка моделей объектов и их изображений с помощью компьютера

Для преобразования «естественной» информации
в дискретную форму ее подвергают

дискретизации и квантованию



Дискретизация - процедура
устранения временной и/или
пространственной
непрерывности естественных
сигналов, являющихся
носителями информации



Для преобразования «естественной» информации в дискретную форму ее подвергают

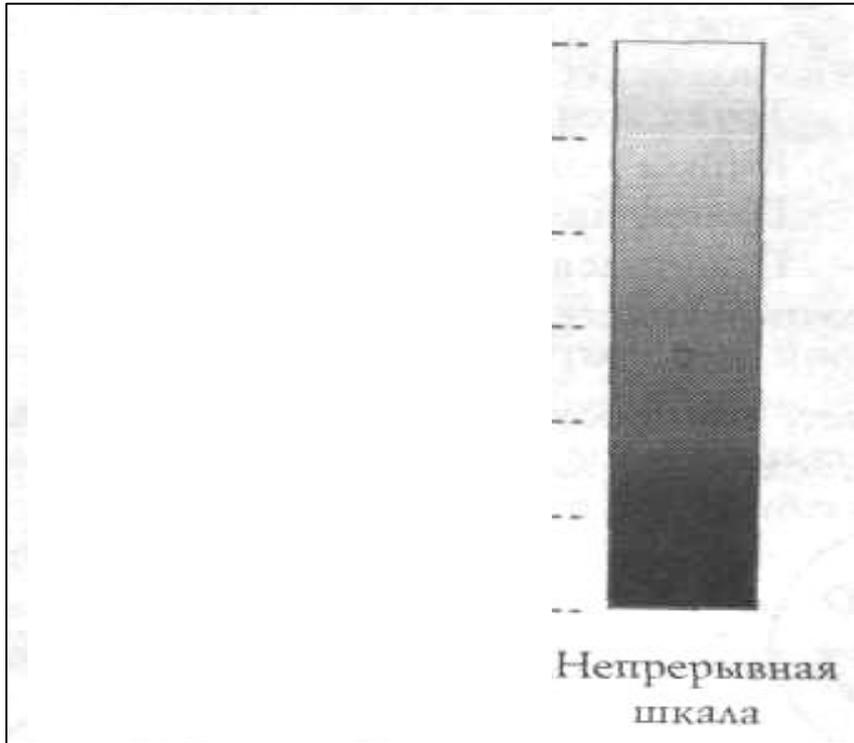
дискретизации и квантованию



Пространственная дискретизация – изображение разбивается на отдельные маленькие фрагменты, в пределах которого характеристики изображения считают неизменными.

Дискретизация – тонкий процесс преобразования непрерывных элементов в форму дискретных элементов. Будет рассмотрена в дальнейшем. Цветовые характеристики изображения будут квантоваться по яркости.

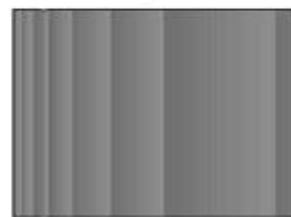
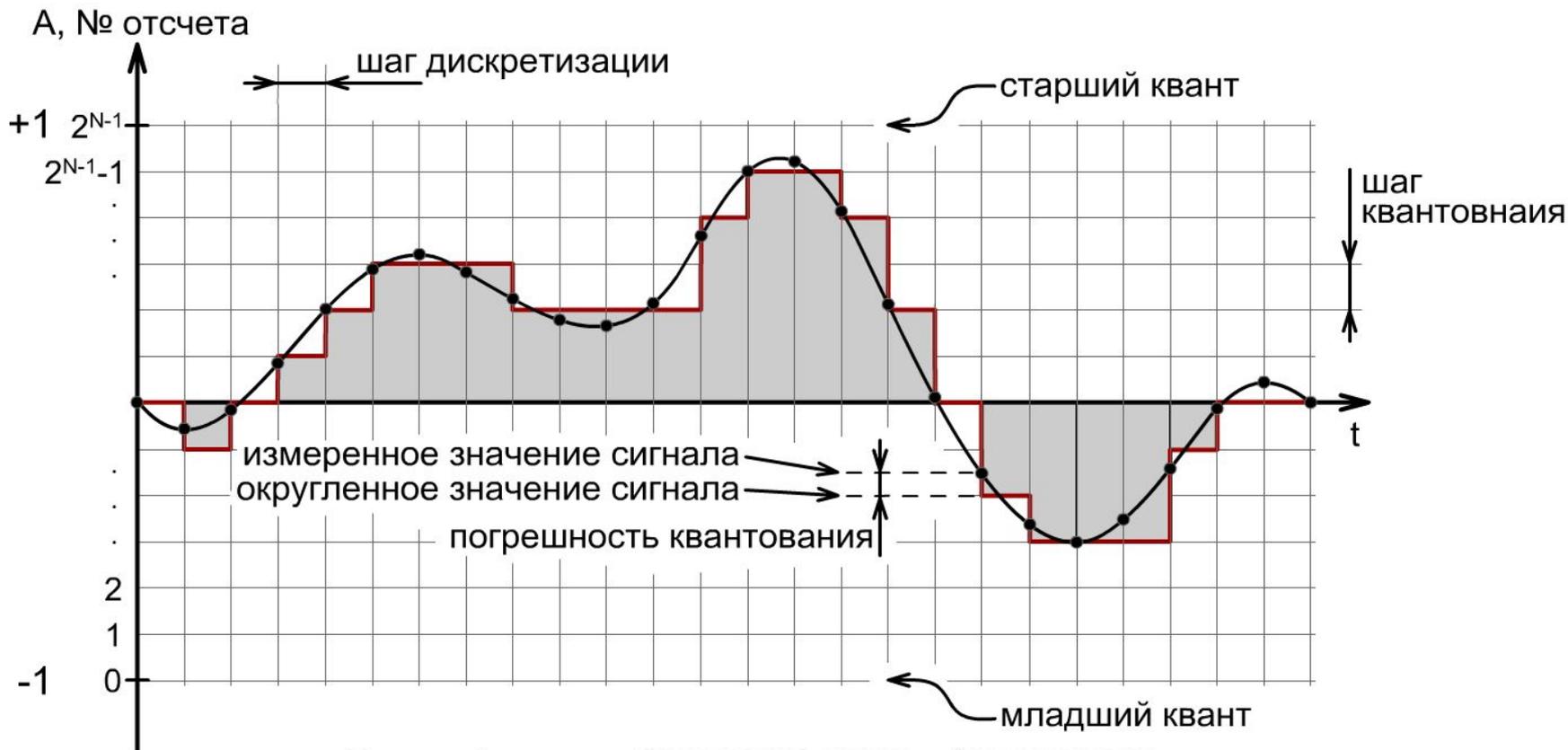
Квантованием называют процедуру преобразования непрерывного диапазона всех возможных входных значений измеряемой величины в дискретный набор выходных значений



При квантовании диапазон возможных значений измеряемой величины разбивается на несколько *поддиапазонов (уровней)*.

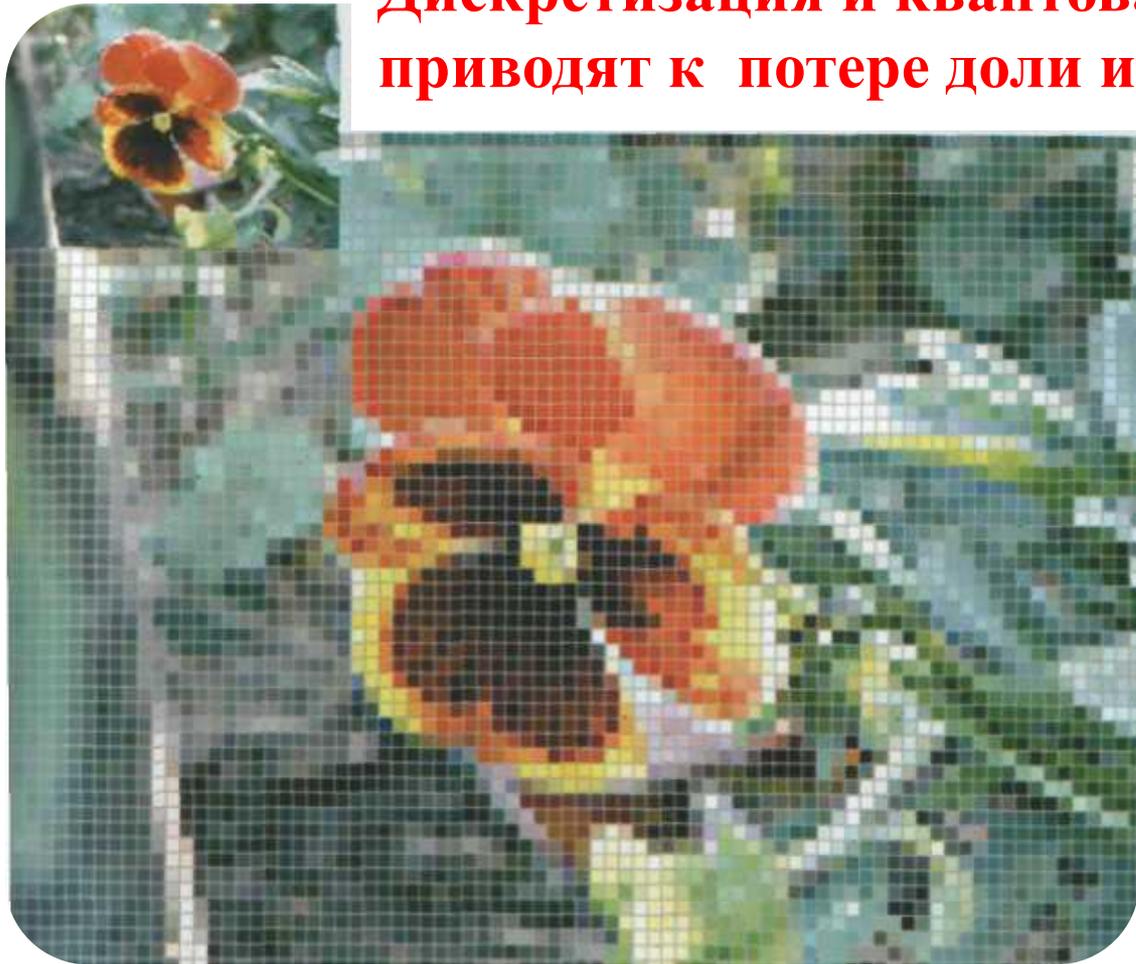
При измерении определяется поддиапазон, в который попадает значение, и в компьютере сохраняется только **номер поддиапазона**.

Пусть яркость серого оттенка составляет 70%. Это значение попадает в поддиапазон 4(67% - 83%), поэтому в компьютере этот оттенок серого будет закодирован числом **4**.



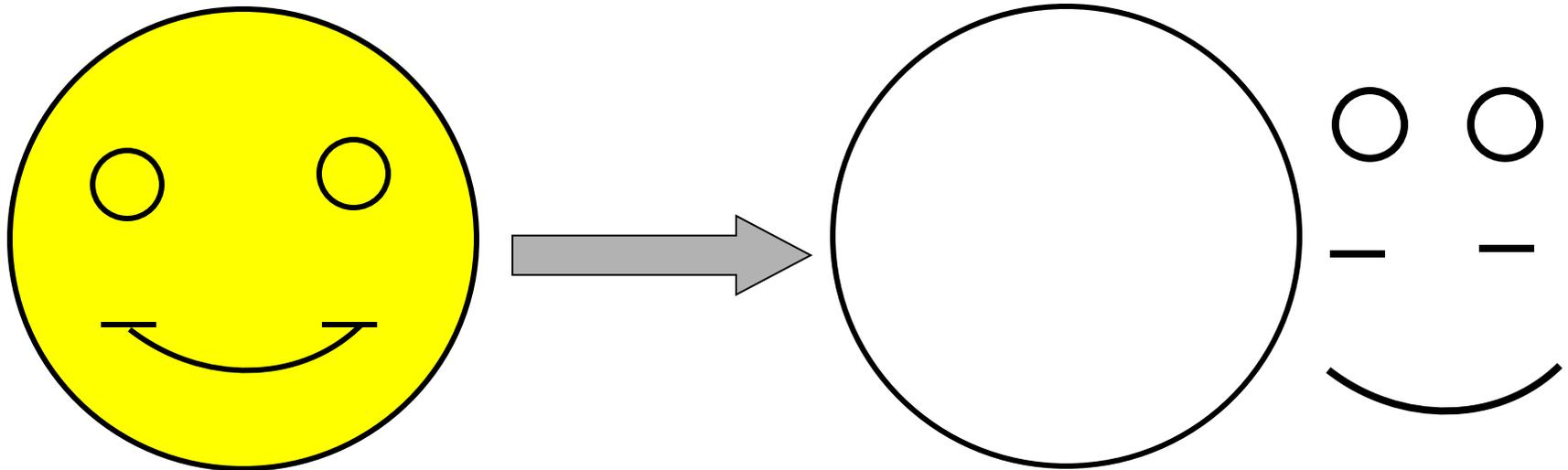
Выводы

Дискретизация и квантование всегда приводят к потере доли информации.



Компьютерное изображение живописного произведения , цифровая запись музыкального произведения всегда отличаются от оригиналов в худшую сторону

Векторное представление графической информации



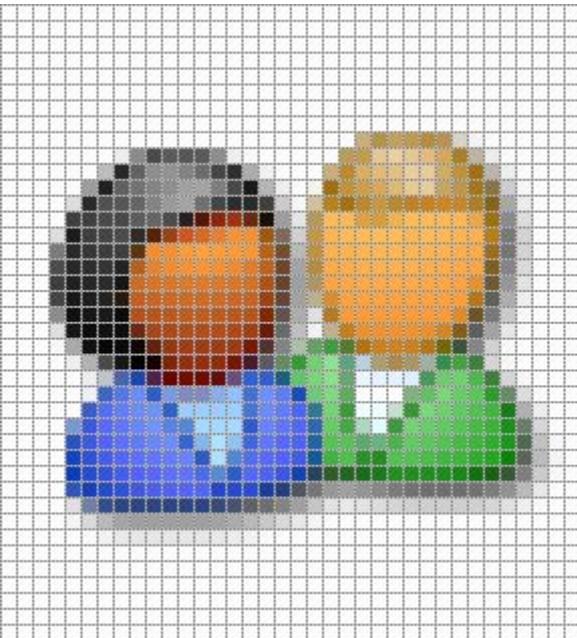
Векторное представление описывает, как построить исходное изображение при помощи *стандартных геометрических фигур* из *заранее определенного набора (графических примитивов)*

Построение векторного представления называется **векторизацией изображения**

Примеры векторных компьютерных изображений



Растровое представление графической информации



Для представления плохо векторизируемых изображений используют растровое представление (изображение разбивается на множество маленьких элементов, расположенных в пространстве определенным образом).

Порядок разбиения изображения на элементы называется растром

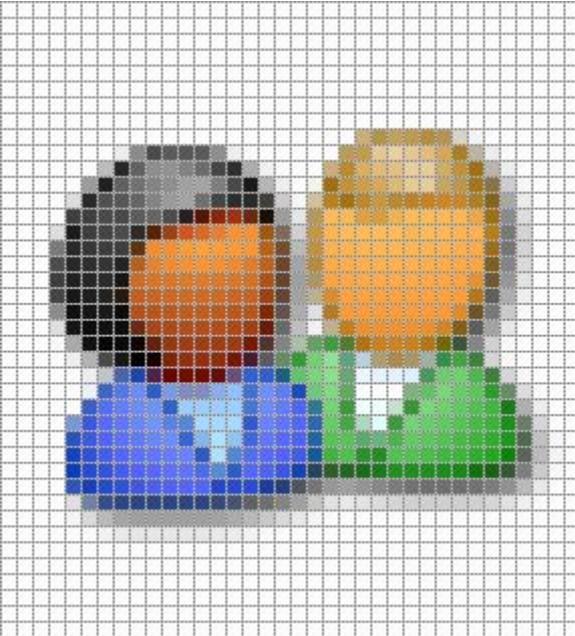
Пиксель – наименьший элемент изображения на экране (точка изображения)

Процедура разбиения изображения на пиксели называется **растеризацией**, или **оцифровкой**, изображения.

Растр – специальным образом организованная совокупность пикселей, на которой представляется изображение.

Координаты, форма и размеры пикселей задаются при определении раstra. Изменяемым атрибутом пикселей является **ЦВЕТ**.

Растровое представление графической информации



В технике и компьютерной графике чаще всего используют прямоугольный растр, в котором пиксели составляют прямоугольную матрицу (сетку)

Размер сетки растра, задаваемый в виде $M*N$, где M - число пикселей по горизонтали, N – число пикселей по вертикали называется **разрешающей способностью** (или *графическим разрешением*) экрана.

Стандартные значения графического разрешения экрана :

640*480

800*600

1024*768

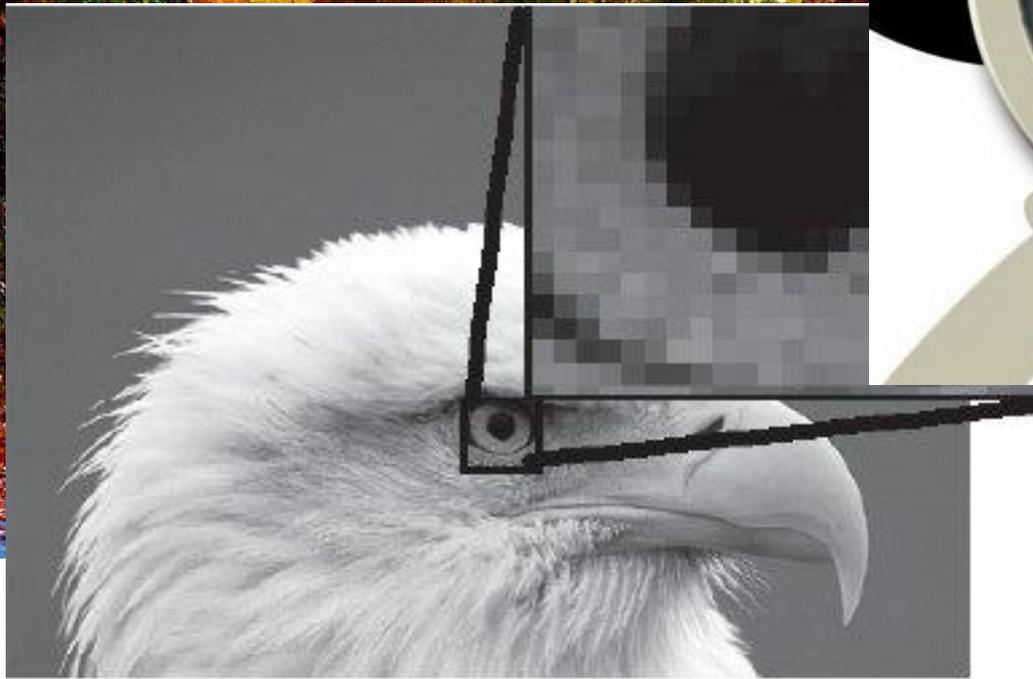
1280*1024

1600*1200

Видеопамять – оперативная память, хранящая видеоинформацию во время ее воспроизведения в изображение на экране (может делиться на *страницы*).

Страница – раздел видеопамяти, вмещающий информацию об одном образе экрана (одной картинке)

Графический файл – файл, хранящий информацию о графическом изображении.



Примеры растровой компьютерной графики

Квантование цвета

Квантование (кодирование) цвета базируется на *математическом описании цвета*, которое опирается на тот факт, что цвета можно *измерять и сравнивать*.

Научная дисциплина, изучающая вопросы измерения цветовых характеристик, называется **метрологией цвета** или **колориметрией**.

Исаак Ньютон: - спектральные цвета являются неразложимыми,
- любой цвет можно синтезировать (в т.ч. и белый) путем смешивания спектральных цветов.

М. Ломоносов: - трехкомпонентная теория цвета;

Герман Грассман: - математический аппарат трехкомпонентной теории цвета
(*законы Грассмана для аддитивной теории цвета*);

Законы Грассмана

Закон трехмерности : с помощью трех выбранных линейно независимых цветов можно однозначно выразить любой цвет.

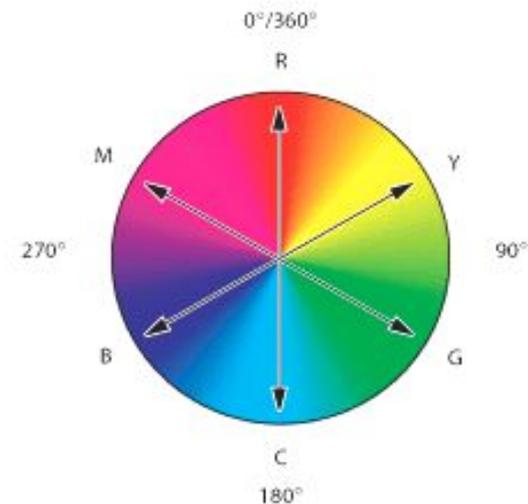
(Цвета считаются линейно независимыми, если никакой из них нельзя получить путем смешения остальных)

Закон непрерывности : при непрерывном изменении излучения цвет смеси также меняется непрерывно. *(К любому цвету можно подобрать бесконечно близкий цвет)*

Закон аддитивности : все цвета равноправны, разложение цветов можно выполнять по любым независимым цветам.

Цвета – это характеристики реальных объектов, а колориметрические законы Грассмана устанавливают общие свойства математических моделей света.

Любому цвету можно поставить в соответствие некоторую точку трехмерного пространства. Абсолютно черному телу всегда соответствует точка (0.0.0)



Цветовые модели

Цвета можно рассматривать как точки или векторы в трехмерном цветовом пространстве.

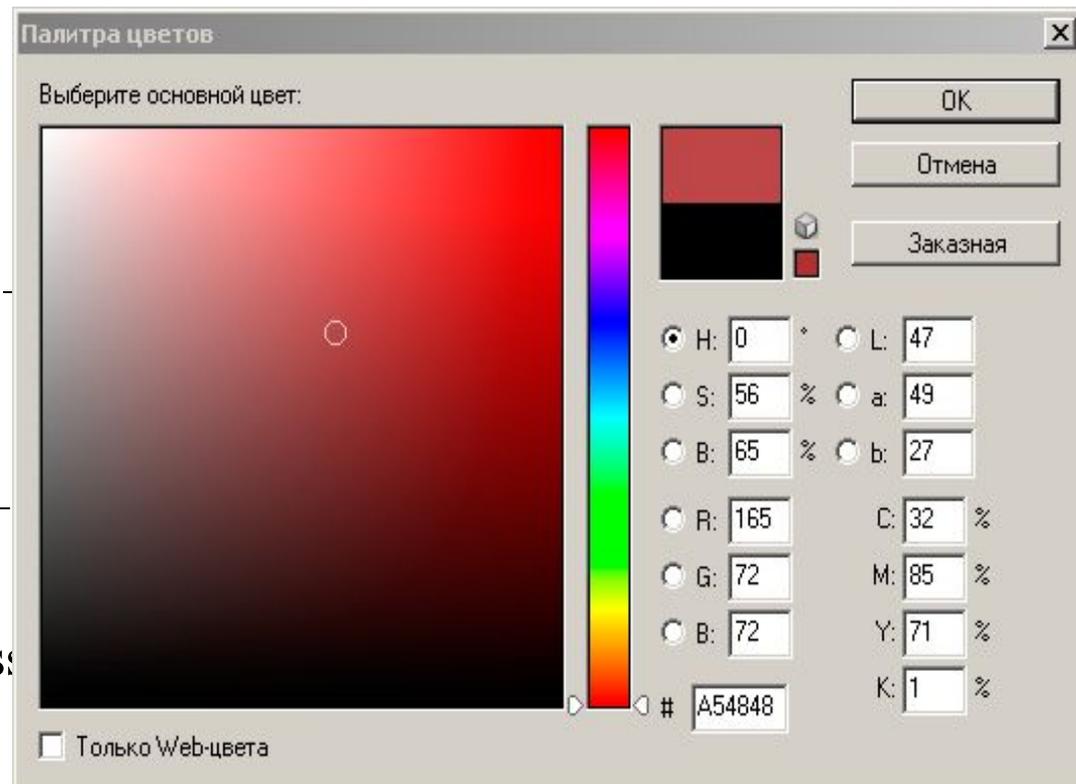
Каждая цветовая модель задает в нем некоторую систему координат, в которой основные цвета модели играют роль базисных векторов.

В компьютерной технике чаще всего используются следующие цветовые модели:

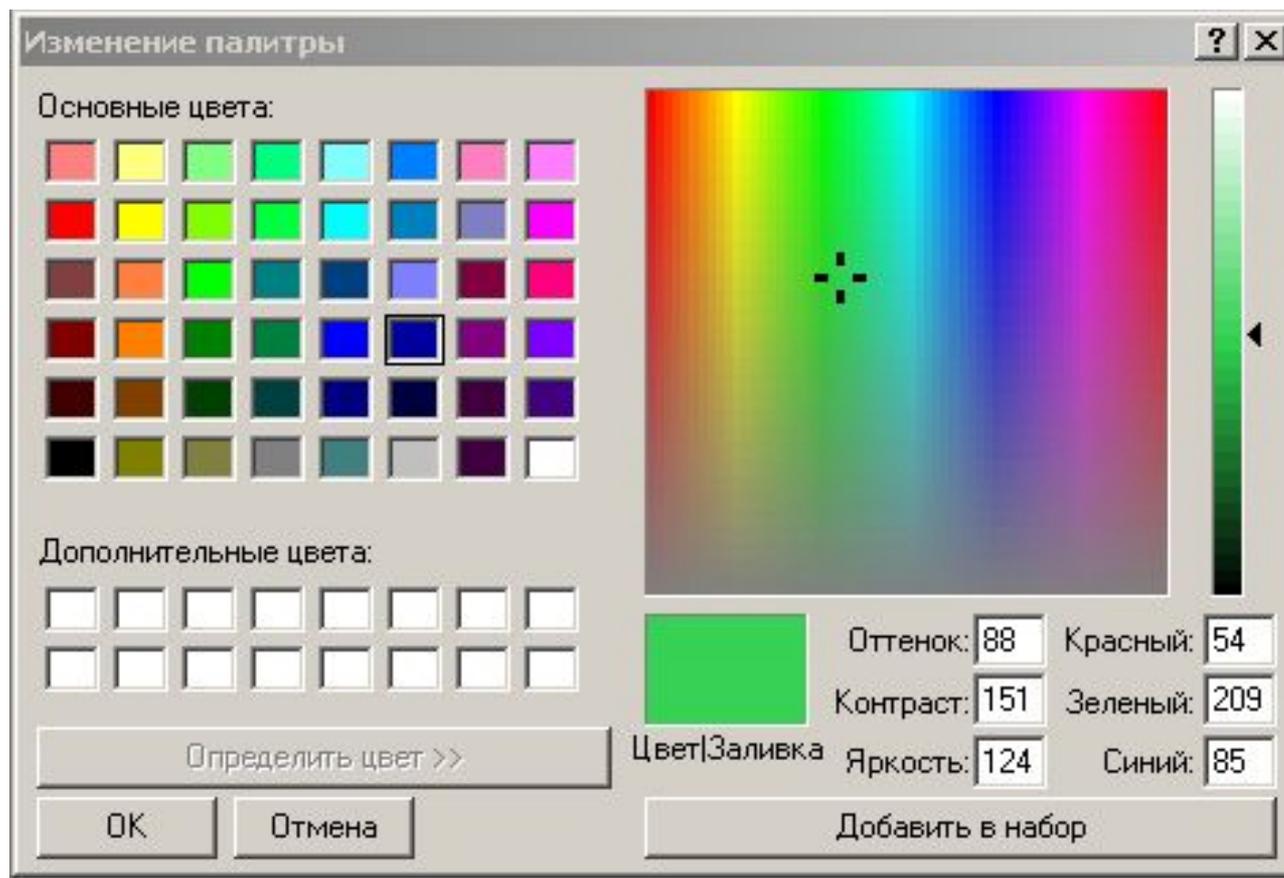
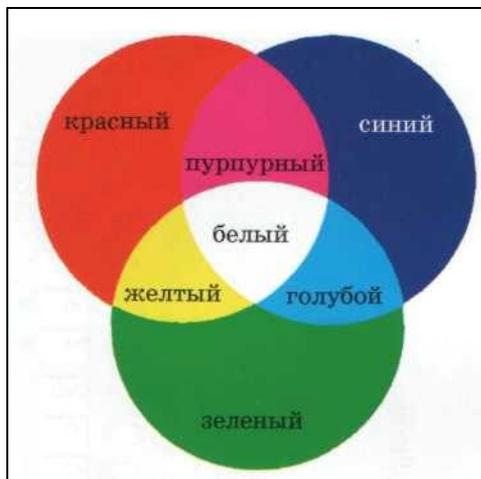
RGB (Red-Green-Blue, красный – зеленый – синий)

СМУК (Cyan-Magenta-Yellow, голубой – пурпурный – желтый – черный)

HSB (Hue – Saturation – Brightness, цветовой тон – насыщенность – яркость)

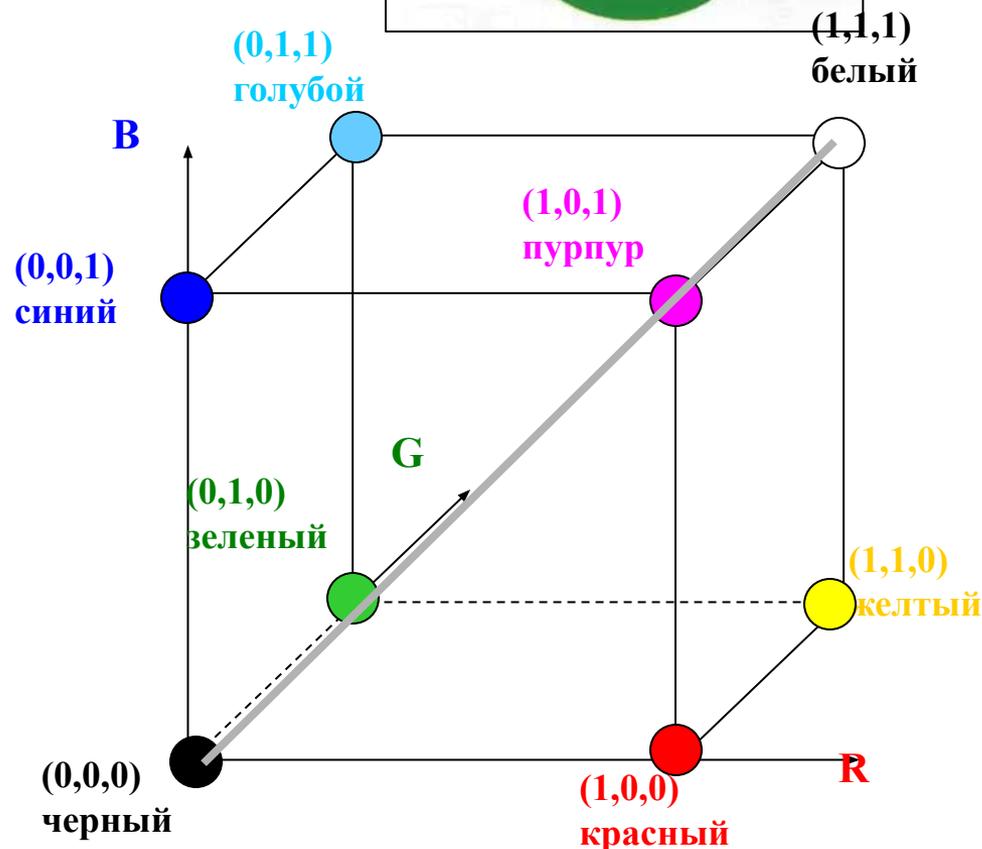
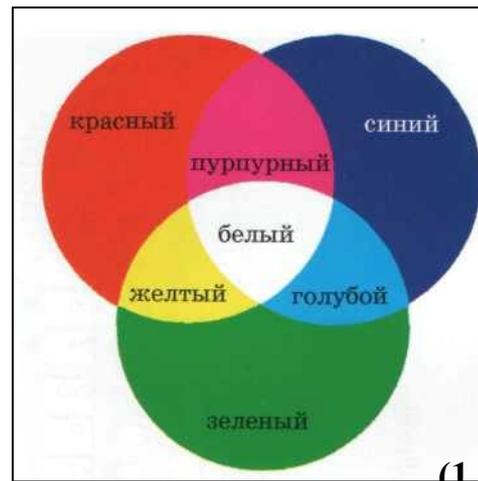


Цветовая модель RGB

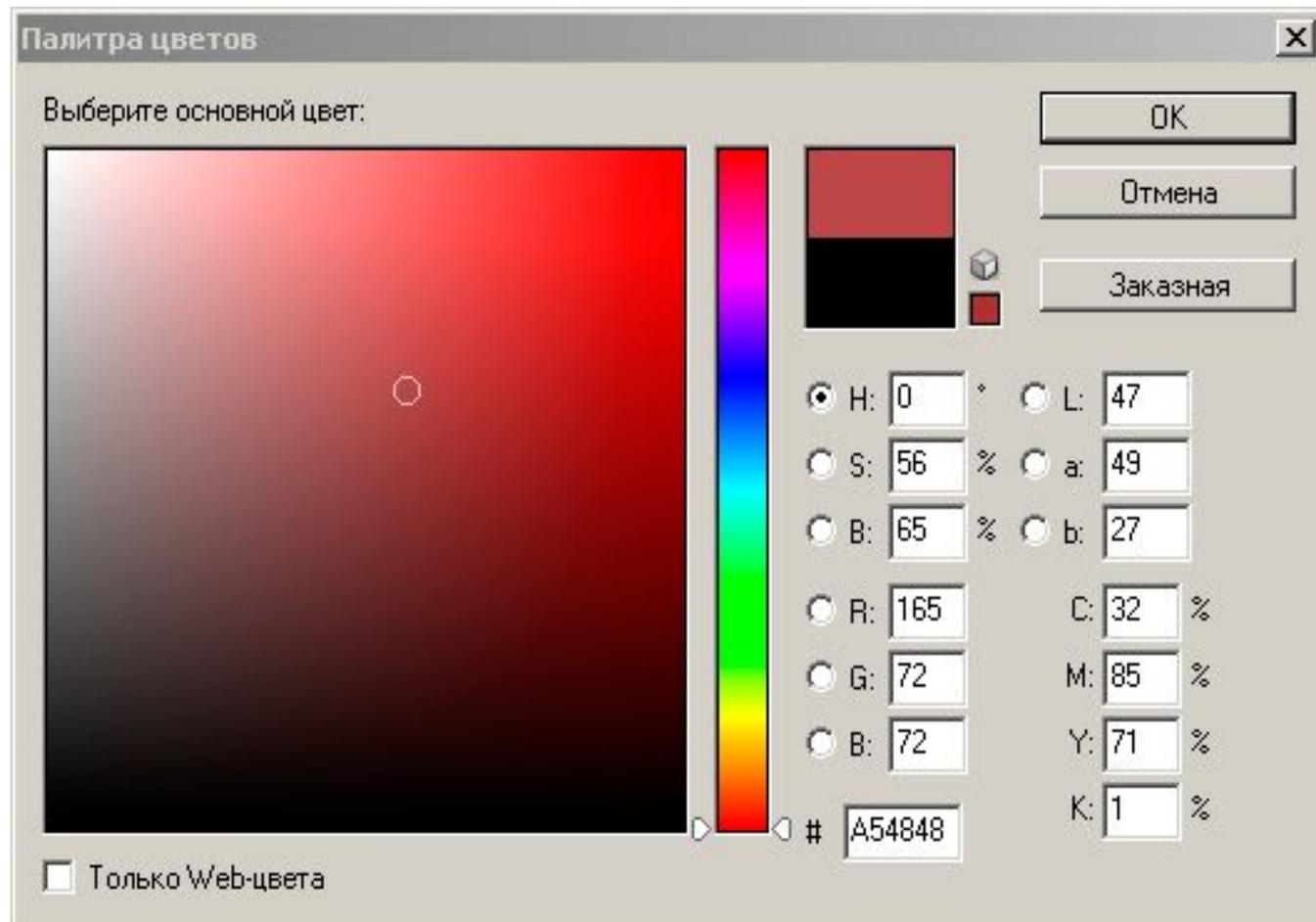
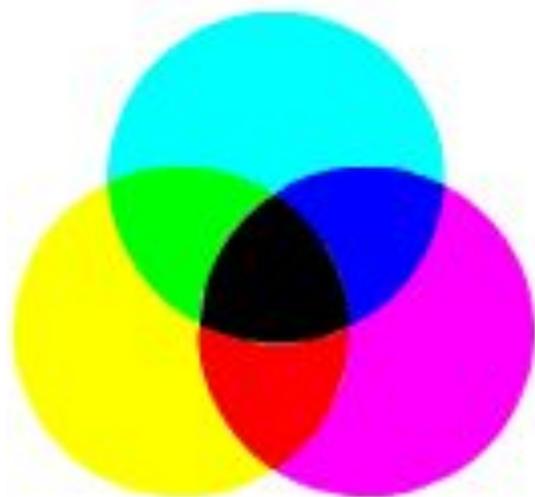


Цветовая модель RGB

- Любая точка куба (r, g, b) определяет какой-то цвет;
- Линия $(0,0,0) - (1,1,1)$ описывает все градации серого от черного до белого;
- На гранях куба расположены самые насыщенные цвета;
- Чем ближе точка к главной диагонали, тем менее насыщен соответствующий цвет;
- Если все три координаты точки (r, g, b) ненулевые, то цвет ненасыщенный, причем, наименьшее значение определяет долю серого оттенка, а разность значений – тон и долю насыщенного цветового оттенка.

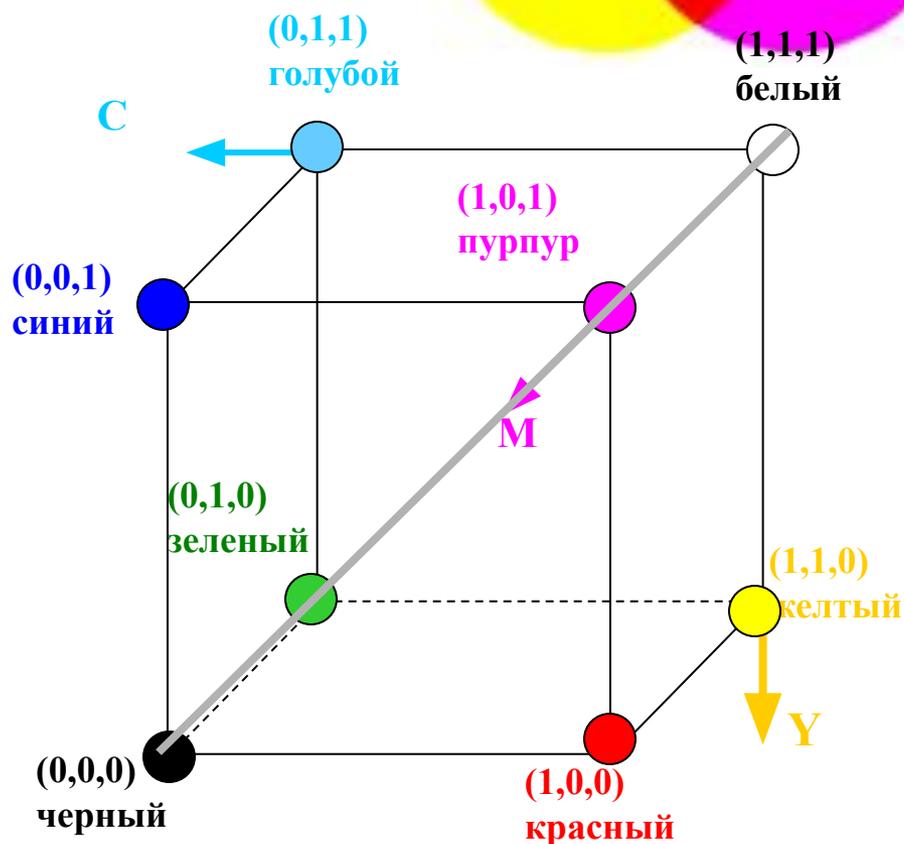


Цветовая модель CMYK



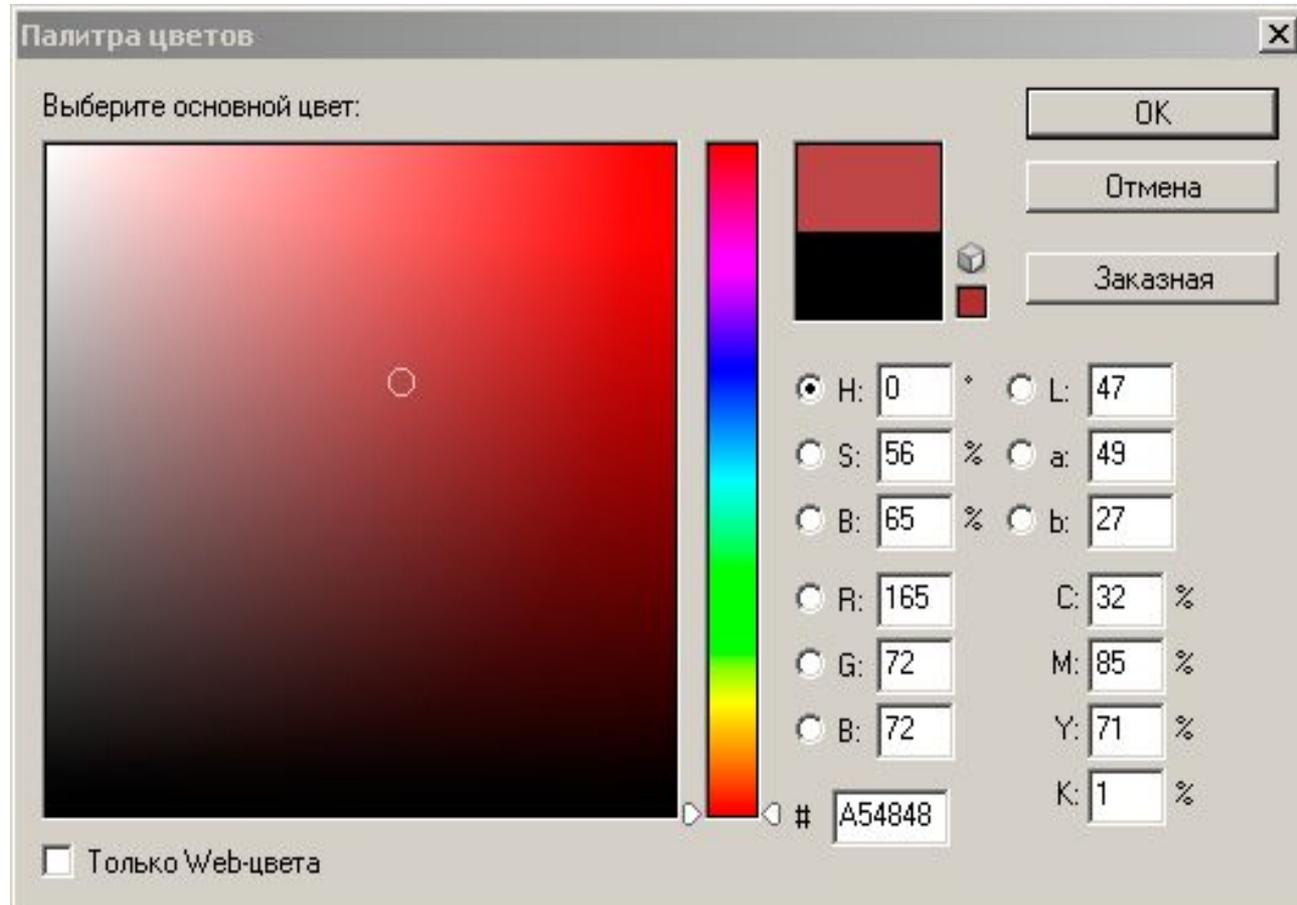
Цветовая модель CMYK

- Любая точка куба (C, M, Y) определяет какой-то цвет;
- Линия $(0,0,0) - (1,1,1)$ описывает все градации серого от черного до белого;
- На гранях куба расположены самые насыщенные цвета;
- Чем ближе точка к главной диагонали, тем менее насыщен соответствующий цвет;
- Если все три координаты точки (r, g, b) ненулевые, то цвет ненасыщенный, причем, наибольшее значение определяет долю серого оттенка, а разность значений – тон и долю насыщенного цветового оттенка.



Цветовая модель HSB

(Hue-Saturation-Brightness)
(цветовой тон-насыщенность-яркость)



Цветовая модель HSB

(Hue-Saturation-Brightness)

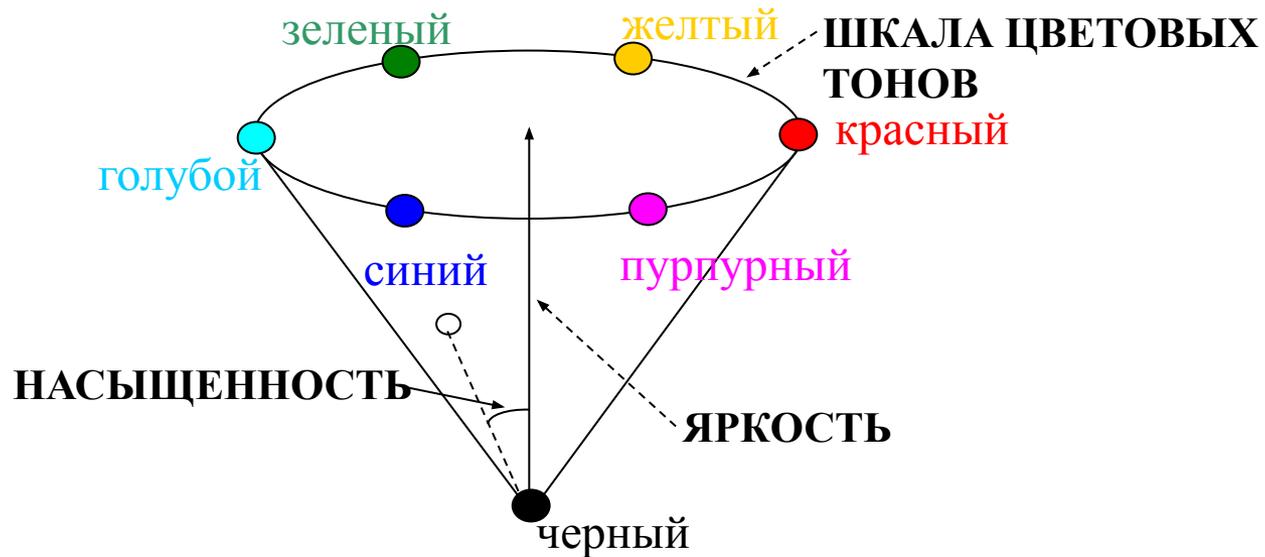
(цветовой тон-насыщенность-яркость)

Чистый цветовой тон – один из цветов спектрального разложения цвета.

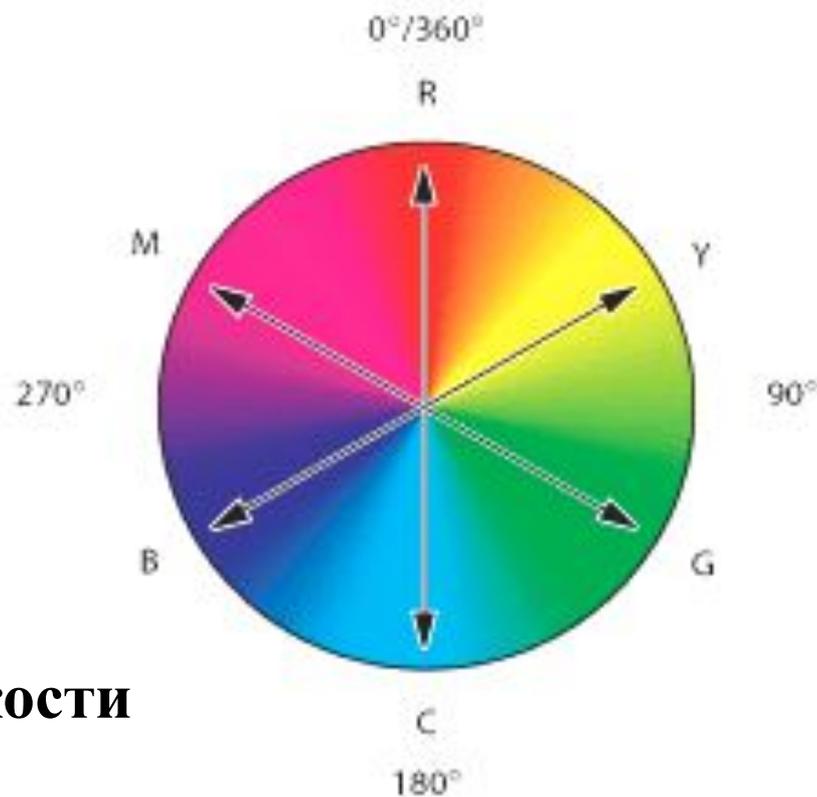
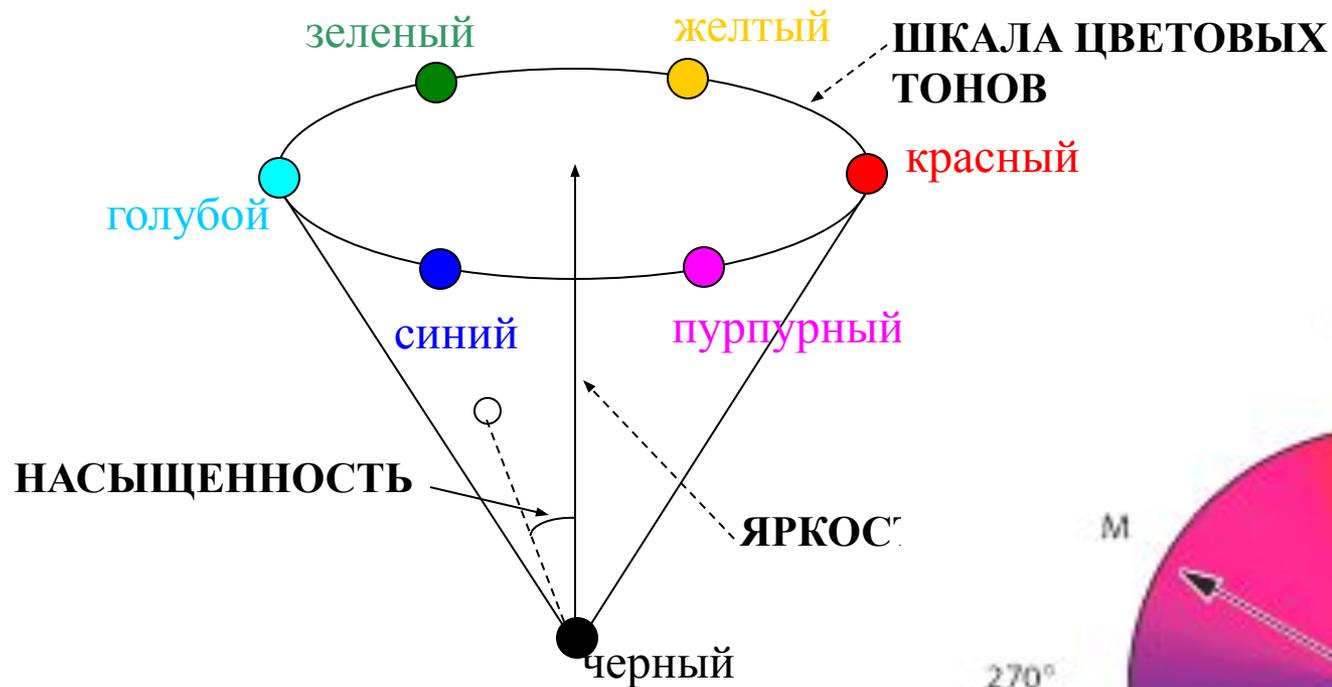
Цветовой оттенок – смесь чистого цветового тона с серым цветом.

Насыщенность цвета – доля чистого тона в цветовой смеси.

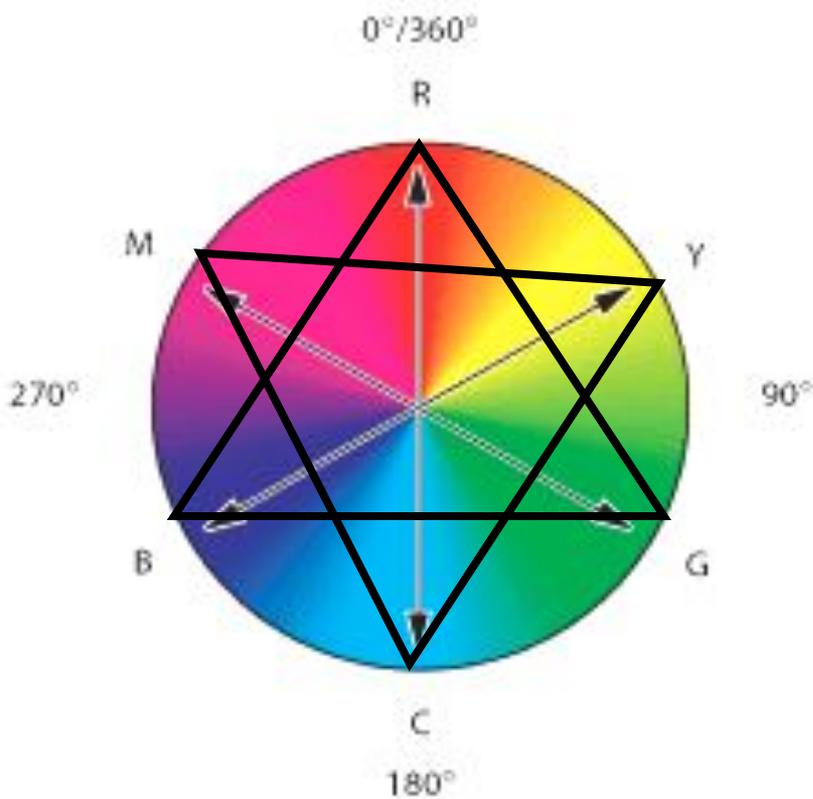
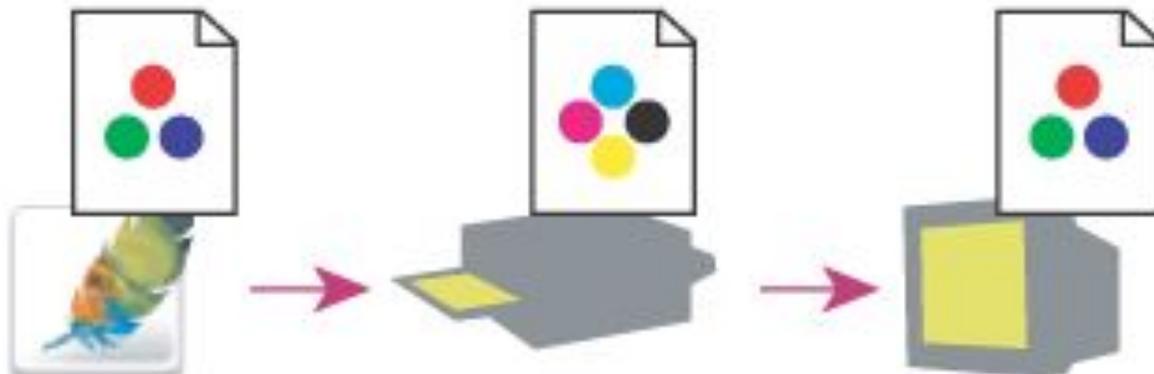
Яркость характеризуется общей светлостью смешиваемых цветов



Цветовое пространство модели HSB



Разрез конуса в плоскости постоянной яркости



Выводы. Модель HSB хорошо
 видна связь между моделями RGB и
 закодировать практически все
 CMYK: на цветовом круге основные цвета
 цвета, воспринимаемые человеком.
 одной модели расположены точно
 напротив основных цветов другой модели;
 Модели RGB и CMYK описывают

Возможности RGB, компьютерных
 устройств не попадают
 в треугольник, полученный соединением
 основных цветов, в RGB модели будут
 цвета.
 непредставимы;

Некоторые цвета в принципе не
 Аналогично – для модели CMYK
 могут быть воспроизведены на
 компьютере

Битовая глубина

Количество бит, используемых для кодирования цвета одной точки называется *глубиной цвета* (битовой глубиной, цветовым разрешением)

От глубины цвета зависит количество отображаемых цветов, которое может быть вычислено по формуле:

$$N=2^k,$$

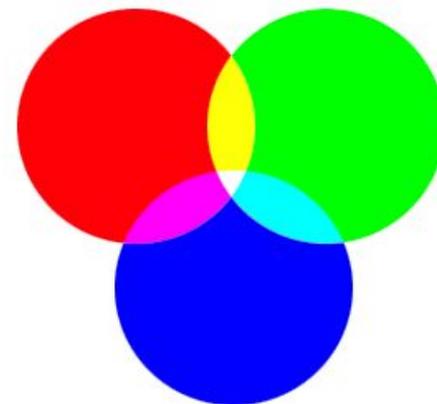
где N – количество отображаемых цветов,

k – глубина цвета.

Наиболее распространенными значениями глубины цвета являются 4, 8, 16 или 24 бита на точку.

<i>Глубина цвета, k (бит)</i>	<i>Количество отображаемых цветов, N</i>
1 (монохромная)	$2^1 = 2$
3	$2^3 = 8$
4	$2^4 = 16$
8	$2^8 = 256$
16 (High Color)	$2^{16} = 65\,536$
24 (True Color)	$2^{24} = 16\,777\,216$

8 ОСНОВНЫХ ЦВЕТОВЫХ КОМБИНАЦИЙ



Цвет	R	G	B	Цвет	R	G	B
Черный 	0	0	0	Красный 	1	0	0
Синий 	0	0	1	Фиолетовый 	1	0	1
Зеленый 	0	1	0	Коричневый 	1	1	0
Голубой 	0	1	1	Белый 	1	1	1

Кодирование 16-цветной палитры

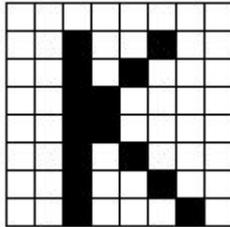
Цвет	Яркость	R	G	B			Цвет	Яркость	R	G	B	
Черный	0	0	0	0			Серый	1	0	0	0	
Синий	0	0	0	1			Светло-синий	1	0	0	1	
Зеленый	0	0	1	0			Светло-зеленый	1	0	1	0	
Голубой	0	0	1	1			Светло-голубой	1	0	1	1	
Красный	0	1	0	0			Светло-красный	1	1	0	0	
Фиолетовый	0	1	0	1			Светло-фиолетовый	1	1	0	1	
Коричневый	0	1	1	0			Желтый	1	1	1	0	
Белый	0	1	1	1			Ярко-белый	1	1	1	1	

Кодирование основных цветов при глубине цвета 24 бит (RGB)

Цвет	Интенсивность		
	R	G	B
Черный 	00000000	00000000	00000000
Синий 	00000000	00000000	11111111
Зеленый 	00000000	11111111	00000000
Голубой 	00000000	11111111	11111111
Красный 	11111111	00000000	00000000
Фиолетовый 	11111111	00000000	11111111
Коричневый 	11111111	11111111	00000000
Белый 	11111111	11111111	11111111

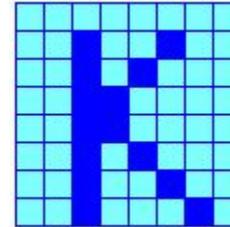
Битовая карта изображения

Битовая карта является двоичным кодом изображения, хранится в *видеопамяти* компьютера, считывается *видеопроцессором* (не реже 60 раз в секунду – *частота обновления экрана*) и отображается на экран.



Битовая карта черно-белого изображения будет выглядеть так:

```
00000000
00100100
00101000
00110000
00110000
00101000
00100100
00100010
```



Битовая карта при трехбитном кодировании изображения будет выглядеть так:

```
011 011 011 011 011 011 011 011
011 011 001 011 011 001 011 011
011 011 001 011 001 011 011 011
011 011 001 001 011 011 011 011
011 011 001 001 011 011 011 011
011 011 001 011 001 011 011 011
011 011 001 011 011 001 011 011
011 011 001 011 011 011 001 011
```

Информационный объем изображения

$$I=8*8*1(\text{бит})=64 \text{ бита}=8 \text{ байт}$$

Информационный объем изображения

$$I=8*8*3(\text{бит})=192 \text{ бита}=24 \text{ байт}$$

**Несжатое полноцветное растровое изображение
занимает значительное место в памяти компьютера.**

**При масштабировании (изменении размеров изображения)
качество растрового изображения значительно ухудшается**



**При увеличении проявляется
«пикселизованность» - контуры
становятся ступенчатыми (добавляются
лишние точки с цветом соседней точки)**

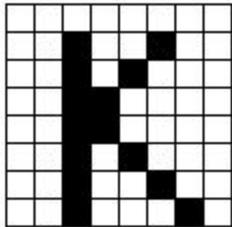
**При уменьшении
безвозвратно теряется часть
информации (уменьшается
количество точек)**



Векторная графика

В векторном представлении графическое изображение на экране формируется из объектов – линий, прямоугольников, окружностей, дуг, закрасок – которые называются *графическими примитивами*.

В этом случае графическая информация – это данные, однозначно определяющие все графические примитивы, составляющие рисунок (координаты, толщину линий, цвет).



Векторное изображение занимает значительно меньше места, легко масштабируется, при этом качество изображения не ухудшается.

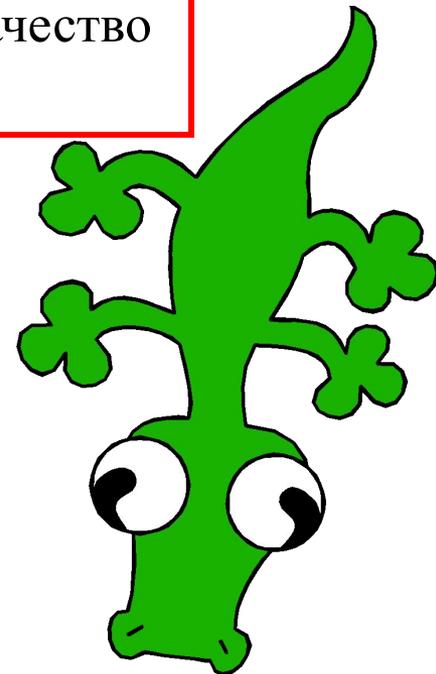
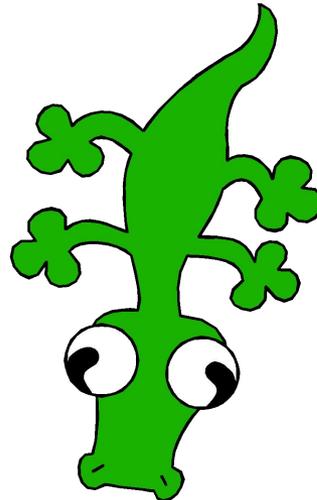
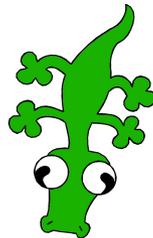
Векторные команды:

Цвет черный

Линия 3, 2, 3, 8

Линия 4, 4, 6, 2

Линия 4, 5, 7, 8



Форматы графических файлов.

Windows Bit MaP (расширение файлов - **.bmp**) – формат операционной системы Windows для хранения растровых изображений; поддерживается всеми Windows-приложениями.

TIFF (Tagged Image File Format) (расширение файлов - **.tif**) – предназначен для хранения растровых изображений высокого качества в широком цветовом диапазоне; поддерживается большинством графических, издательских и дизайнерских программ;

GIF (Graphic Interchange Format) (расширение файлов - **.gif**) – стандартизирован в 1987 г. как средство хранения изображений с фиксированным (256) количеством цветов. Из-за ограниченных цветовых возможностей применяется исключительно в электронных публикациях. Благодаря компактности файлов широко используется для размещения графических изображений на Web-страницах в Интернете

JPEG (Joint Photographic Experts Group) (расширение файлов - **.jpg**) –обеспечивает хранение растровых графических изображений в более компактной форме на основе использования эффективного алгоритма сжатия. Применяемые методы сжатия основаны на удалении «избыточной» информации. Позволяет регулировать соотношение между степенью сжатия файла и качеством изображения.

PSD (PhotoShop Document) (расширение файлов - **.psd**) – собственный формат графического редактора Adobe Photoshop, один из наиболее мощных по возможностям хранения растровой графической информации.

PDF (Portable Document Format) (расширение файлов - **.pdf**) – разработан фирмой Adobe для хранения изображений документов (например, страниц книг, журналов и др.); является аппаратно-независимым (вывод изображений допустим на любых устройствах). Мощный алгоритм сжатия со средствами управления итоговым разрешением изображения обеспечивает компактность файлов при высоком качестве иллюстраций.

WMF (Windows MetaFile) (расширение файлов - **.wmf**) – формат операционной системы Windows для хранения векторных изображений; поддерживается всеми Windows-приложениями. Однако отсутствие средств для работы со стандартизированными цветовыми палитрами, принятыми в полиграфии, и другие недостатки ограничивают его применение.

Задание

Заполните таблицу, вычислив информационный объем графической информации при различных соотношениях графического и цветового разрешения.

Разрешение	16 цветов	256 цветов	65536 цветов	16777216 цветов
640*480				
800*600				
1024*768				
1280*1024				

Представление
графической информации
в памяти компьютера



Кодирование графической информации

1

- видеоинформация
- видеопамять
- видеопроцессор
- видеокарта
- страница
- разрешающая способность экрана
- частота обновления экрана

2

- сканер
- дискретизация
- пространственная дискретизация
- пиксель
- растр
- квантование
- битовая глубина
- объем графического файла

Кодирование графической информации

- колориметрия
- количество цветов
- битовая глубина цвета
- Монохромный
- HighColor, TrueColor
- цветовая модель
- RGB
- CMYK
- HSB

- растровая графика
- векторная графика
- векторизация
- растеризация (оцифровка)
- графический примитив
- искажение при масштабировании
- фотореалистичность
- объем изображения

Задача 1.

Закодируйте монохромный рисунок с помощью двоичного алфавита в соответствии с матричным принципом.

Решение.

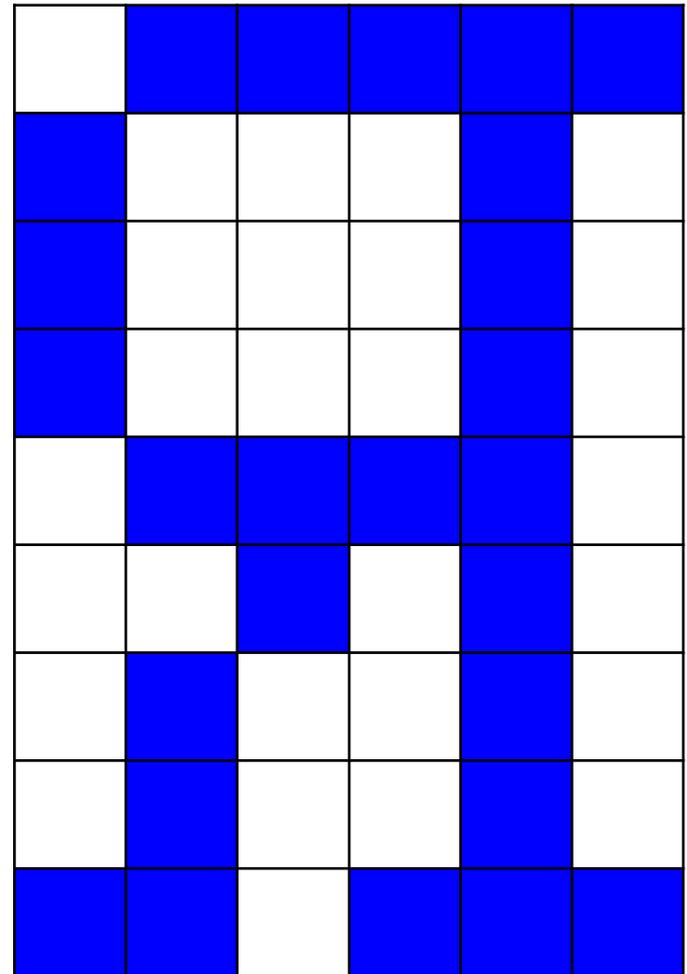
Имеем матрицу 6x9, всего 54 бита. Закрашенной клетке поставим в соответствие 1, незакрашенной – 0.

Получим: **011111 100010 100010**
100010 011110 001010 010010
010010 110111

Сравните:

код буквы «я» в KOI8 - 11110001

ВЫВОД: Отсканированная страница текста занимает места в памяти больше, чем та же страница после распознавания текста (перевода рисунка в текстовый формат)



Сколько места в памяти будет занимать тот же рисунок, если сохранить его в формате как

А) 256-цветный рисунок;

В) в режиме HighColor;

С) в режиме True Color?

Решение.

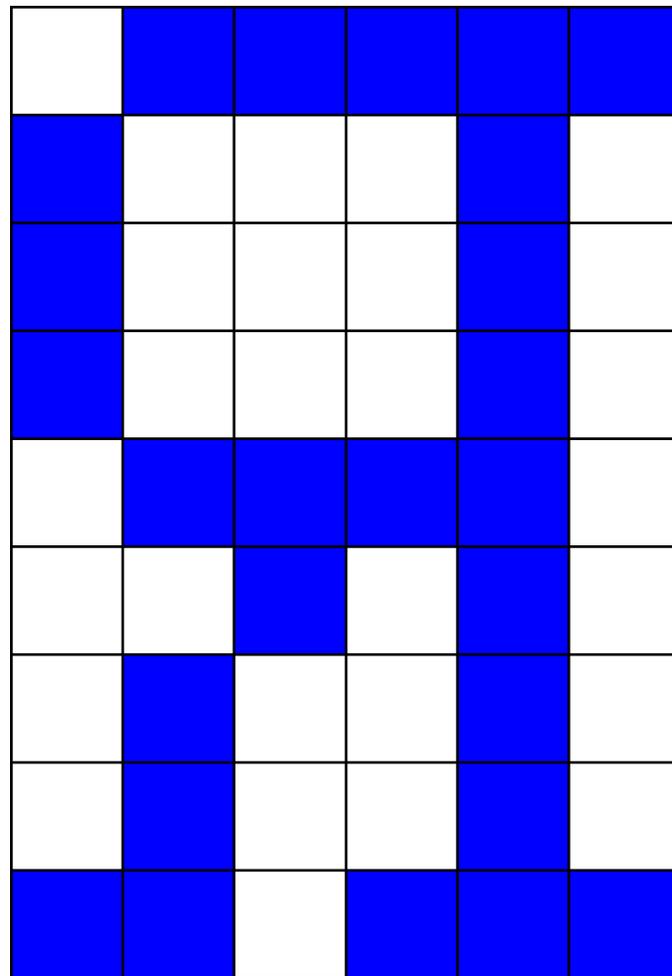
Рисунок разбит на $6 \cdot 9 = 54$ пикселя.

А) $256 = 2^8$, т.е. код каждого пикселя передается 8 битами. **$I = 54 \cdot 1 = 54$ байта**

В) HighColor: 1 пиксель передается 16 битами (2 байта). **$I = 54 \cdot 2 = 108$ байтов**

С) TrueColor: цвет пикселя передается 24 битами (3 байта). **$I = 54 \cdot 3 = 162$ байта** (т.е. в 24 раза больше, чем монохромный)

Задача 2.



ВЫВОД: Монохромный рисунок нужно сохранять именно как монохромный

Задача 3.

Какой объем видеопамати необходим для хранения четырех страниц изображения, при условии, что разрешающая способность дисплея равна 640X480 точек, а используемых цветов 32?

Решение.

1) $N=2^i$, $32=2^i$, $i=5$ бит – глубина цвета

2) $I=640*480*5*4=6144000$ бит = 750 Кбайт

Ответ: 750 Кбайт

Задача 4.

265-цветный рисунок содержит 1 Кбайт информации. Из скольких точек он состоит?

Решение.

1) $N=2^i$, $256=2^i$, $i=8$ бит – информационный объем одной точки;

2) 1 Кбайт = $1024 * 8$ бит = 8192 бит - объем изображения;

3) $8192:8=1024$ точек – на изображении

Ответ: 1024 точки

Задача 5.

На экране монитора необходимо получить 1024 оттенка серого цвета. Какой должна быть глубина цвета?

Решение.

1) $1024 \cong 10 * 10 * 10$ – по 10 бит приходится на каждую из трех составляющих (красную, зеленую, синюю) ;

2) $10 * 3 = 30$ бит - глубина цвета;

Ответ: 30 бит

Задача 6.

После преобразования графического изображения количество цветов уменьшилось с 256 до 32. Во сколько раз уменьшился объем занимаемой памяти?

Решение.

1) $N_1=2^i$, $256=2^i$, $i_1=8$ бит – информационный объем одной точки 1-го изображения;

2) $N_2=2^i$, $32=2^i$, $i_2=5$ бит - информационный объем одной точки 2-го изображения;

3) $i_1/i_2=8/5=1,6$ раза

Ответ: 1,6 раза

Задача 7.

Видеопамять имеет объем, в котором может храниться 8-цветное изображение размером 640X350 точек. Какого размера изображение можно хранить в том же объеме видеопамяти, если использовать 512-цветную палитру?

Решение.

- 1) $N_1=2^i$, $8=2^i$, $i_1=3$ бита – глубина цвета 1-го изображения;
- 2) $640*350*3=672000$ бит – объем видеопамяти
- 3) $N_2=2^i$, $512=2^i$, $i_2=9$ бит - информационный объем одной точки 2-го изображения;
- 3) $672000/9=74667$ точек – размер 2-го изображения

Ответ: 74667 точек