

## Кодирование и обработка графической и мультимедийной информации

---

### 1.1. Кодирование графической информации

#### 1.1.1. Пространственная дискретизация

Графическая информация может быть представлена в аналоговой или дискретной форме. Примером аналогового представления графической информации может служить живописное полотно, цвет которого изменяется непрерывно, а дискретного — изображение, напечатанное с помощью струйного принтера, состоящее из отдельных точек разного цвета.

Графические изображения из аналоговой (непрерывной) формы в цифровую (дискретную) преобразуются путем **пространственной дискретизации**. Пространственную дискретизацию изображения можно сравнить с построением изображения из мозаики (большого количества маленьких разноцветных стекол). Изображение разбивается на отдельные маленькие фрагменты (точки, или **пиксели**), причем каждый элемент имеет свой цвет (красный, зеленый, синий и т. д.).



---

**Пиксель** — минимальный участок изображения, для которого независимым образом можно задать цвет.

---

В результате пространственной дискретизации графическая информация представляется в виде **растрового изображения**, которое формируется из определенного количества строк, которые, в свою очередь, содержат определенное количество точек (рис. 1.1).



**Рис. 1.1.** Растровое изображение эмблемы операционной системы Linux

**Разрешающая способность.** Важнейшей характеристикой качества растрового изображения является разрешающая способность.




---

**Разрешающая способность** растрового изображения определяется количеством точек по горизонтали и вертикали на единицу длины изображения.

---

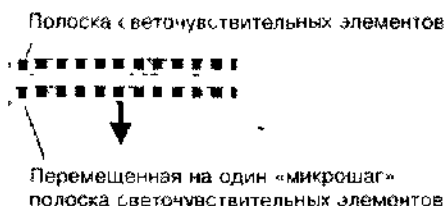
Чем меньше размер точки, тем больше разрешающая способность (так как больше количество строк и точек в строке) и, соответственно, выше качество изображения. Величина разрешающей способности обычно выражается в dpi (dot per inch — точек на дюйм), т. е. в количестве точек в полоске изображения длиной один дюйм (1 дюйм = 2,54 см).

Пространственная дискретизация непрерывных изображений, хранящихся на бумаге, фото- и киноплёнке, может быть осуществлена путем сканирования. В настоящее время все большее распространение получают цифровые фото- и видеокамеры, которые фиксируют изображения сразу в дискретной форме.

**?** Качество растровых изображений, полученных в результате сканирования, зависит от разрешающей способности сканера, которую производители указывают двумя числами (например, 1200 × 2400 dpi).

Сканирование производится путем перемещения полоски светочувствительных элементов вдоль изображения (рис. 1.2). Первое число является оптическим разрешением сканера и определяется количеством светочувствительных элементов на одном дюйме полоски. Второе число является аппаратным разрешением и

определяется количеством «микрошагов», которое может сделать полоска светочувствительных элементов, перемещаясь на один дюйм вдоль изображения.



**Рис. 1.2.** Оптическое и аппаратное разрешение сканера

**Глубина цвета.** В процессе дискретизации могут использоваться различные **палитры цветов**, т. е. наборы тех цветов, которые могут принимать точки изображения. Каждый цвет можно рассматривать как возможное состояние точки. Количество цветов  $N$  в палитре и количество информации  $I$ , необходимое для кодирования цвета каждой точки, связаны между собой и могут быть вычислены по формуле:

---


$$N = 2^I \quad (1.1) \quad \text{Информатика и ИКТ-8} \quad \text{☞}$$


---

В простейшем случае (черно-белое изображение без градаций серого цвета) палитра цветов состоит всего из двух цветов (черного и белого). Каждая точка экрана может принимать одно из двух состояний («черная» или «белая»). По формуле (1.1) можно вычислить, какое количество информации необходимо, чтобы закодировать цвет каждой точки:

$$2 = 2^I \Rightarrow 2^1 = 2^I \Rightarrow I = 1 \text{ бит.}$$

---

Количество информации, которое используется для кодирования цвета точки изображения, называется **глубиной цвета**.

---

Наиболее распространенными значениями глубины цвета при кодировании цветных изображений являются 8, 16 или 24 бита на точку. Зная глубину цвета, по формуле (1.1) можно вычислить количество цветов в палитре (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Глубина цвета и количество цветов в палитре

Глубина цвета, $I$ (битов)	Количество цветов в палитре, $N$
8	$2^8 = 256$
16	$2^{16} = 65\,536$
24	$2^{24} = 16\,777\,216$

## Контрольные вопросы

1. Объясните, как с помощью пространственной дискретизации происходит формирование растрового изображения.
2. В каких единицах выражается разрешающая способность растровых изображений?
3. Как связаны между собой количество цветов в палитре и глубина цвета?

## Задания для самостоятельного выполнения

- 1.1. *Задание с выборочным ответом.* В процессе преобразования растрового графического изображения количество цветов уменьшилось с 65 536 до 16. Во сколько раз уменьшился его информационный объем?  
1) в 2 раза; 2) в 4 раза; 3) в 8 раз; 4) в 16 раз.
- 1.2. *Задание с кратким ответом.* Черно-белое (без градаций серого) растровое графическое изображение имеет размер  $10 \times 10$  точек. Какой информационный объем имеет изображение?
- 1.3. *Задание с кратким ответом.* Цветное с палитрой из 256 цветов растровое графическое изображение имеет размер  $10 \times 10$  точек. Какой информационный объем имеет изображение?
- 1.4. *\*Задание с развернутым ответом.* Сканируется цветное изображение размером  $10 \times 10$  см. Разрешающая способность сканера  $1200 \times 1200$  dpi, глубина цвета 24 бита. Какой информационный объем будет иметь полученный графический файл?

## 1.1.2. Растровые изображения на экране монитора

**Графические режимы экрана монитора.** Качество изображения на экране монитора зависит от величины пространственного разрешения и глубины цвета. Эти два параметра задают графический режим экрана монитора.

Пространственное разрешение экрана монитора определяется как произведение количества строк изображения на количество точек в строке. Монитор может отображать информацию с различными пространственными разрешениями (800 × 600, 1024 × 768, 1400 × 1050 и выше).

Глубина цвета измеряется в битах на точку и характеризует количество цветов, которое могут принимать точки изображения. Количество отображаемых цветов может изменяться в широком диапазоне, от 256 (глубина цвета 8 битов) до более чем 16 миллионов (глубина цвета 24 бита).

Чем больше пространственное разрешение и глубина цвета, тем выше качество изображения. В операционных системах предусмотрена возможность выбора необходимого пользователю и технически возможного графического режима.

Рассмотрим формирование на экране монитора растрового изображения, состоящего из 600 строк по 800 точек в каждой строке (всего 480 000 точек), с глубиной цвета 8 битов (рис. 1.3). Двоичные коды цветов всех точек хранятся в видеопамяти компьютера, которая находится на видеокарте.

Видеопамять		1 2 3 4 ...	800
Номер точки	Двоичный код цвета точки		
1	01010101	1	.....
2	10101010	2	.....
...		3	.....
		...	
800	11110000		
		600	.....
480000	11111111		

**Рис. 1.3.** Формирование растрового изображения на экране монитора

Периодически, с определенной частотой, коды цветов точек считываются из видеопамяти и точки отображаются на экране монитора. Частота считывания изображения вли-

яет на стабильность изображения на экране. В современных мониторах обновление изображения происходит с частотой 75 и более раз в секунду, что обеспечивает комфортность восприятия изображения пользователем компьютера (человек не замечает мерцания изображения). Для сравнения можно напомнить, что частота смены кадров в кино составляет 24 кадра в секунду.

**i** Качество отображения информации на экране монитора зависит от размера экрана и размера пикселя. Зная размер диагонали экрана в дюймах (15", 17" и т. д.) и размер пикселя экрана (0,28, 0,24 мм или 0,20 мм), можно оценить максимально возможное пространственное разрешение экрана монитора.

## Контрольные вопросы

1. С помощью каких параметров задается графический режим экрана монитора?
2. Как вы думаете, почему частота обновления изображения на экране монитора должна быть больше, чем частота кадров в кино?

## Задания для самостоятельного выполнения

- 1.5. \*Задание с развернутым ответом. Определить максимально возможную разрешающую способность экрана для монитора с диагональю 17" и размером точки экрана 0,28 мм.

### 1.1.3. Палитры цветов в системах цветопередачи RGB, CMYK и HSB

Белый свет может быть разложен с помощью оптических приборов (например, призмы) или природных явлений (радуги) на различные цвета спектра: *красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый* (рис. 1.4).

**i** Хорошо известна фраза, которая помогает легко запомнить последовательность цветов в спектре видимого света: «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан».



Рис. 1.4. Разложение белого света в спектр

Человек воспринимает свет с помощью цветовых рецепторов, так называемых колбочек, находящихся на сетчатке глаза. Наибольшая чувствительность колбочек приходится на красный, зеленый и синий цвета, которые являются базовыми для человеческого восприятия. Сумма красного, зеленого и синего цветов воспринимается человеком как белый цвет, их отсутствие — как черный, а различные их сочетания — как многочисленные оттенки цветов.

**Палитра цветов в системе цветопередачи RGB.** С экрана монитора человек воспринимает цвет как сумму излучения трех базовых цветов: красного, зеленого и синего. Такая система цветопередачи называется RGB, по первым буквам английских названий цветов (*Red* — красный, *Green* — зеленый, *Blue* — синий).

Цвета в палитре RGB формируются путем сложения базовых цветов, каждый из которых может иметь различную интенсивность. Цвет палитры *Color* можно определить с помощью формулы (1.2):

---


$$Color = R + G + B,$$

где  $0 \leq R \leq R_{max}$ ,  $0 \leq G \leq G_{max}$ ,  $0 \leq B \leq B_{max}$ . (1.2)

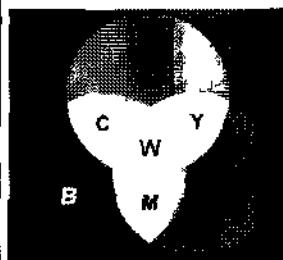
---

При минимальных интенсивностях всех базовых цветов получается черный цвет, при максимальных интенсивностях — белый цвет. При максимальной интенсивности одного цвета и минимальной двух других — красный, зеленый и синий цвета. Наложение зеленого и синего цветов образует голубой цвет (*Cyan*), наложение красного и зеленого цве-

тов — желтый цвет (*Yellow*), наложение красного и синего цветов — пурпурный цвет (*Magenta*) (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Формирование цветов в системе цветопередачи RGB

Цвет	Формирование цвета
Черный	Black = 0 + 0 + 0
Белый	White = $R_{max} + G_{max} + B_{max}$
Красный	Red = $R_{max} + 0 + 0$
Зеленый	Green = $0 + G_{max} + 0$
Синий	Blue = $0 + 0 + B_{max}$
Голубой	Cyan = $0 + G_{max} + B_{max}$
Пурпурный	Magenta = $R_{max} + 0 + B_{max}$
Желтый	Yellow = $R_{max} + G_{max} + 0$



В системе цветопередачи RGB палитра цветов формируется путем сложения красного, зеленого и синего цветов

При глубине цвета в 24 бита на кодирование каждого из базовых цветов выделяется по 8 битов. В этом случае для каждого из цветов возможны  $N = 2^8 = 256$  уровней интенсивности. Уровни интенсивности задаются десятичными (от минимального — 0 до максимального — 255) или двоичными (от 00000000 до 11111111) кодами (табл. 1.3).

Таблица 1.3. Кодировка цветов при глубине цвета 24 бита

Цвет	Двоичный и десятичный коды интенсивности базовых цветов					
	Красный		Зеленый		Синий	
Черный	00000000	0	00000000	0	00000000	0
Красный	11111111	255	00000000	0	00000000	0
Зеленый	00000000	0	11111111	255	00000000	0
Синий	00000000	0	00000000	0	11111111	255
Голубой	00000000	0	11111111	255	11111111	255
Пурпурный	11111111	255	00000000	0	11111111	255
Желтый	11111111	255	11111111	255	00000000	0
Белый	11111111	255	11111111	255	11111111	255



**Палитра цветов в системе цветопередачи СМУК.** При печати изображений на принтерах используется палитра цветов в системе СМУ. Основными красками в ней являются *Cyan* — голубая, *Magenta* — пурпурная и *Yellow* — желтая.

Цвета в палитре СМУ формируются путем *наложения красок базовых цветов*. Цвет палитры *Color* можно определить с помощью формулы (1.3), в которой интенсивность каждой краски задается в процентах:

$$Color = C + M + Y, \quad (1.3)$$

где  $0\% \leq C \leq 100\%$ ,  $0\% \leq M \leq 100\%$ ,  $0\% \leq Y \leq 100\%$ .

Напечатанное на бумаге изображение человек воспринимает в отраженном свете. Если на бумагу краски не нанесены, то падающий белый свет полностью отражается и мы видим белый лист бумаги. Если краски нанесены, то они поглощают определенные цвета спектра. Цвета в палитре СМУ формируются путем *вычитания из белого света определенных цветов*.

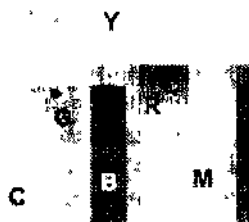
Нанесенная на бумагу голубая краска поглощает красный свет и отражает зеленый и синий свет, и мы видим голубой цвет. Нанесенная на бумагу пурпурная краска поглощает зеленый свет и отражает красный и синий свет, и мы видим пурпурный цвет. Нанесенная на бумагу желтая краска поглощает синий свет и отражает красный и зеленый свет, и мы видим желтый цвет.

Смешав две краски системы СМУ, мы получим базовый цвет в системе цветопередачи RGB. Если нанести на бумагу пурпурную и желтую краски, то будет поглощаться зеленый и синий свет, и мы увидим красный цвет. Если нанести на бумагу голубую и желтую краски, то будет поглощаться красный и синий свет, и мы увидим зеленый цвет. Если нанести на бумагу пурпурную и голубую краски, то будет поглощаться зеленый и красный свет, и мы увидим синий цвет (табл. 1.4).

Смешение трех красок — голубой, желтой и пурпурной — должно приводить к полному поглощению света, и мы должны увидеть черный цвет. Однако на практике вместо черного цвета получается грязно-бурый цвет. Поэтому в цветовую модель добавляют еще один, истинно черный цвет. Так как буква *B* уже используется для обозначения синего цвета, для обозначения черного цвета принята последняя буква в английском названии черного цвета *Black*, т. е. *K*. Расширенная палитра получила название СМУК (табл. 1.4).

**Таблица 1.4. Формирование цветов в системе цветопередачи СМУК**

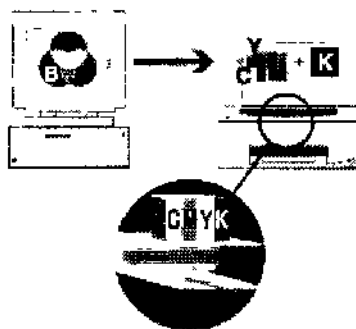
Цвет	Формирование цвета
Черный	$Black = K = C + M + Y = W - G - B - R$
Белый	$White = W = (C = 0, M = 0, Y = 0)$
Красный	$Red = R = Y + M = W - B - G$
Зеленый	$Green = G = Y + C = W - B - R$
Синий	$Blue = B = M + C = W - G - R$
Голубой	$Cyan = C = W - R = G + B$
Пурпурный	$Magenta = M = W - G = R + B$
Желтый	$Yellow = Y = W - B = R + G$



**В системе цветопередачи СМУК** палитра цветов формируется путем наложения голубой, пурпурной, желтой и черной красок.

**Система цветопередачи RGB** применяется в мониторах компьютеров, в телевизорах и других излучающих свет технических устройствах.

Система цветопередачи СМУК применяется в полиграфии, так как напечатанные документы воспринимаются человеком в отраженном свете. В струйных принтерах для получения изображений высокого качества используются четыре картриджа, содержащие базовые краски системы цветопередачи СМУК (рис. 1.5).



**Рис. 1.5. Использование систем цветопередачи RGB и СМУК в технике**

**Палитра цветов в системе цветопередачи HSB.** Система цветопередачи HSB использует в качестве базовых параметров *Hue* (оттенок цвета), *Saturation* (насыщенность) и *Brightness* (яркость). Параметр *Hue* позволяет выбрать оттенок цвета из всех цветов оптического спектра: от красного цвета до фиолетового ( $H = 0$  — красный цвет,  $H = 120$  — зеленый цвет,  $H = 240$  — синий цвет,  $H = 360$  — фиолетовый цвет). Параметр *Saturation* определяет процент «чистого» оттенка и белого цвета ( $S = 0\%$  — белый цвет,  $S = 100\%$  — «чистый» оттенок). Параметр *Brightness* определяет интенсивность цвета (минимальное значение  $B = 0$  соответствует черному цвету, максимальное значение  $B = 100$  соответствует максимальной яркости выбранного оттенка цвета).




---

**В системе цветопередачи HSB** палитра цветов формируется путем установки значений оттенка цвета, насыщенности и яркости.

---

В графических редакторах обычно имеется возможность перехода от одной модели цветопередачи к другой. Это можно сделать как с помощью мыши, перемещая указатель по цветовому полю, так и вводя параметры цветовых моделей с клавиатуры в соответствующие текстовые поля.

## Контрольные вопросы

1. В каких природных явлениях и физических экспериментах можно наблюдать разложение белого света в спектр?
2. Как формируется палитра цветов в системе цветопередачи RGB? В системе цветопередачи CMYK? В системе цветопередачи HSB?

## Задания для самостоятельного выполнения

- 1.6. *Задание с кратким ответом.* Определить цвета, если заданы интенсивности базовых цветов в системе цветопередачи RGB. Заполнить таблицу.

Цвет	Интенсивность базовых цветов		
	Красный	Зеленый	Синий
	00000000	00000000	00000000
	11111111	00000000	00000000
	00000000	11111111	00000000
	00000000	00000000	11111111
	00000000	11111111	11111111
	11111111	00000000	11111111
	11111111	11111111	00000000
	11111111	11111111	11111111

**1.7. Задание с кратким ответом.** Определить цвета, если на бумагу нанесены краски в системе цветопередачи СМΥΚ. Заполнить таблицу.

Цвет	Формирование цвета
	$C = 0, M = 0, Y = 0$
	$Y + M = W - B - G$
	$Y + C = W - B - R$
	$M + C = W - G - R$
	$W - R = G + B$
	$W - G = R + B$
	$W - B = R + G$

## 1.2. Растровая и векторная графика

### 1.2.1. Растровая графика

**Растровые изображения.** Растровые изображения формируются в процессе сканирования многоцветных иллюстраций и фотографий, а также при использовании цифровых фото- и видеокамер. Можно создать растровое изображение непосредственно на компьютере с использованием растрового графического редактора.

Растровое изображение создается с использованием точек различного цвета (пикселей), которые образуют строки и столбцы. Каждый пиксель может принимать любой цвет из палитры, содержащей десятки тысяч или даже десятки миллионов цветов, поэтому растровые изображения обеспе-