

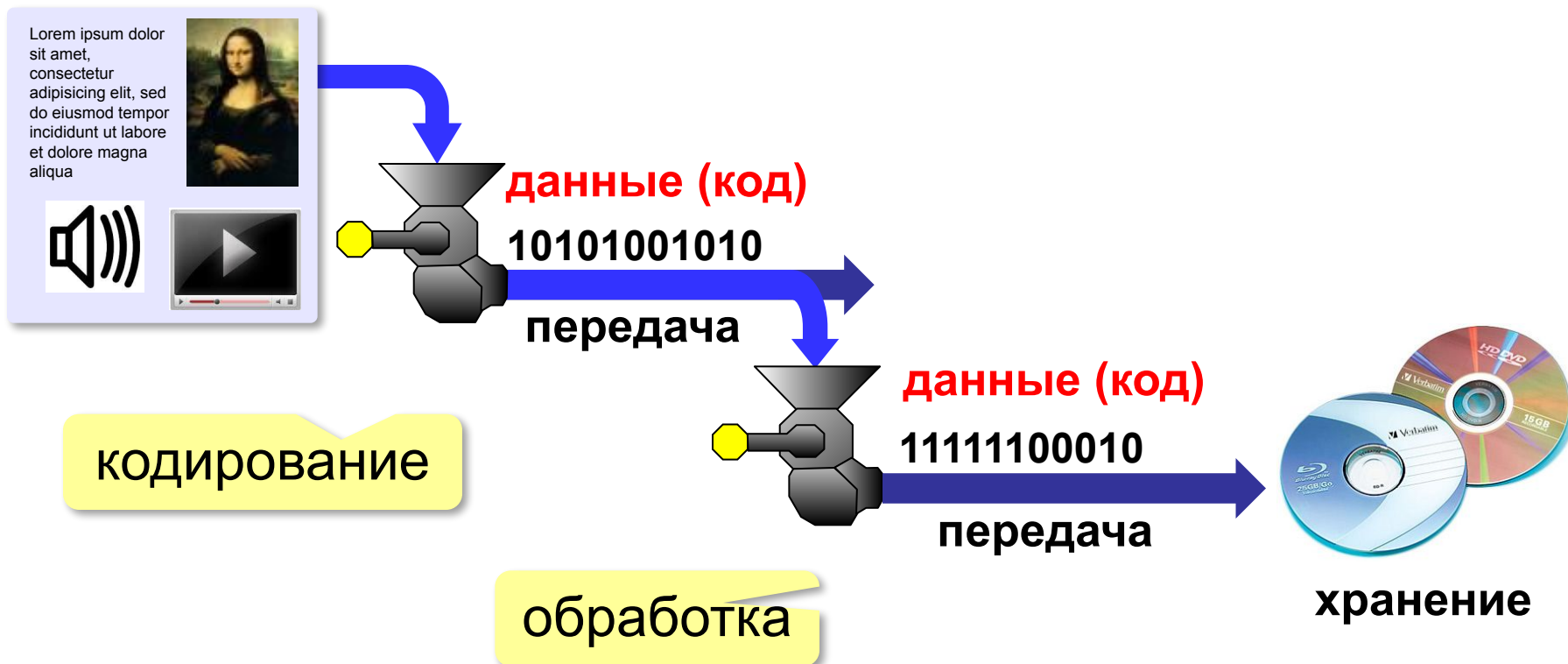
Кодирование информации

- § 15. Кодирование символов
- § 16. Кодирование графической информации
- § 17. Кодирование звуковой и видеоинформации

Зачем кодировать информацию?

Кодирование — это представление информации в форме, удобной для её хранения, передачи и обработки.

В компьютерах используется двоичный код:

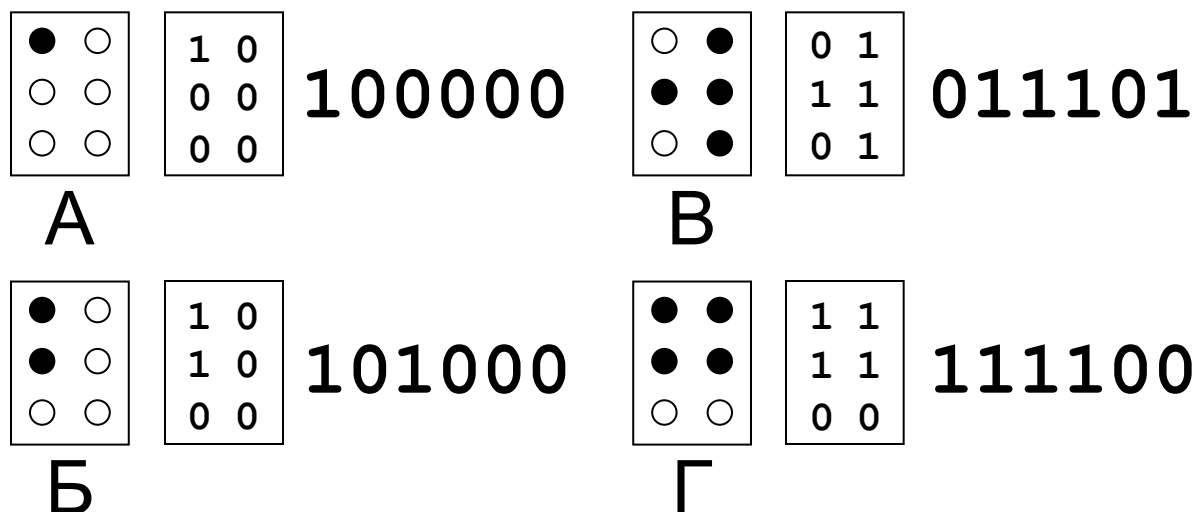


Кодирование информации

§ 15. Кодирование символов

Кодирование символов

Система Брайля:



Общий подход:

- нужно использовать N символов
- выберем число битов k на символ: $2^k \geq N$
- сопоставим каждому символу код – число от 0 до $2^k - 1$
- переведем коды в двоичную систему



Откуда формула?

Кодирование символов

Текстовый файл

- на экране (символы)
- в памяти — коды



1000001_2	1000010_2	1000011_2	1000100_2
65	66	67	68



В файле хранятся не изображения символов, а их числовые коды!

Файлы со шрифтами: ***.fon**, ***.ttf**, ***.otf**

Кодировка ASCII (7-битная)

ASCII = *American Standard Code for Information Interchange*

Коды 0-127:

0-31 управляющие символы:

7 – звонок, 10 – новая строка,

13 – возврат каретки, 27 – Esc.

32 пробел

знаки препинания: . , : ; ! ?

специальные знаки: + - * / () { } []

48-57 цифры **0..9**

65-90 заглавные латинские буквы **A-Z**

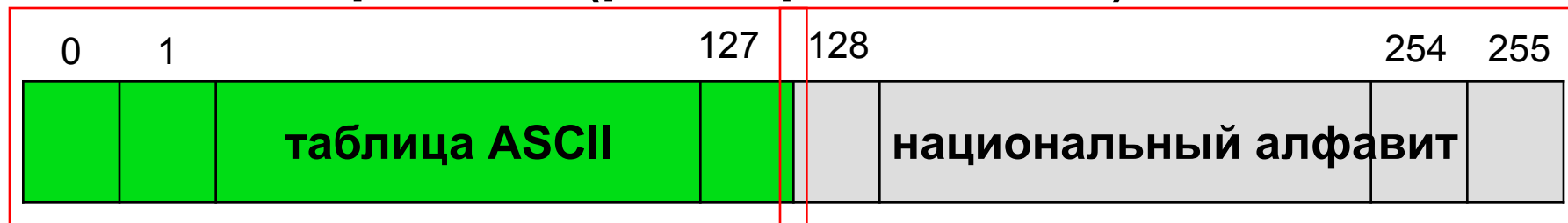
97-122 строчные латинские буквы **a-z**



Где русские буквы?

8-битные кодировки

Кодовые страницы (расширения ASCII):



Для русского языка:

CP-866 для *MS DOS*

CP-1251 для *Windows* (Интернет)

KOI8-R для *UNIX* (Интернет)

MacCyrillic для компьютеров *Apple*

Проблема:

Windows-1251

Привет, Вася!

рТЙЧЕФ,

чБУС!



KOI8-R

оПХБЕР,

бЮЯЪ!

Привет, Вася!

8-БИТНЫЕ КОДИРОВКИ

- 
 - 1 байт на символ – файлы небольшого размера!
 - просто обрабатывать в программах
- 
 - нельзя использовать символы разных кодовых страниц одновременно (русские и французские буквы, и т.п.)
 - неясно, в какой кодировке текст (перебор вариантов!)
 - для каждой кодировки нужен свой шрифт (изображения символов)

Стандарт UNICODE

1 112 064 знаков, используются около **100 000**

Windows: **UTF-16**

16 битов на распространённые символы,
32 бита на редко встречающиеся

Linux: **UTF-8**

8 битов на символ для ASCII,
от 16 до 48 бита на остальные



- совместимость с ASCII
- более экономична, чем UTF-16, если много символов ASCII

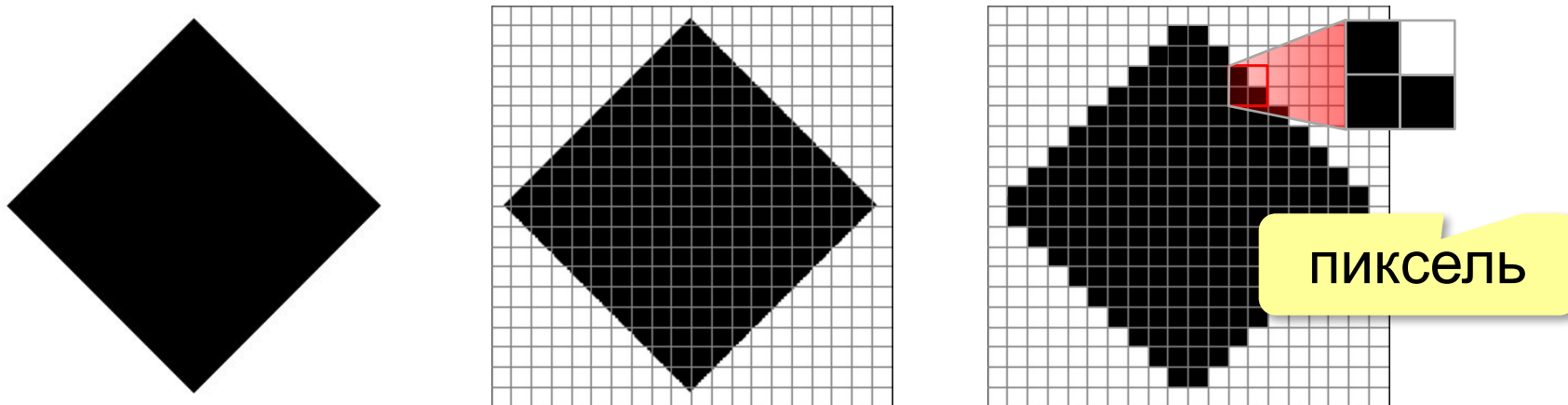


2010 г. – 50% сайтов использовали UTF-8!

Кодирование информации

§ 16. Кодирование графической информации

Растровое кодирование



дискретизация

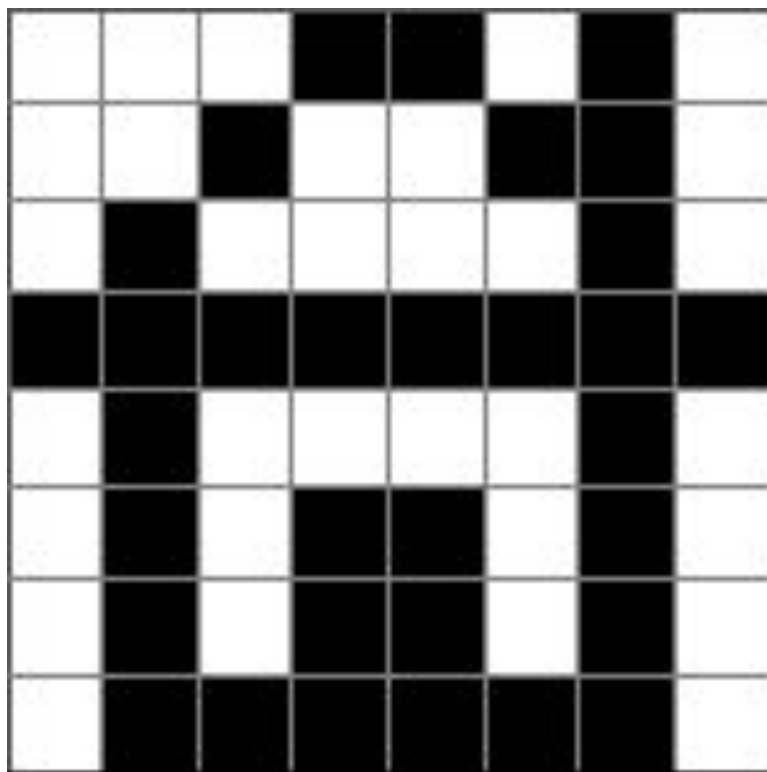


Рисунок искажается!

Пиксель – это наименьший элемент рисунка, для которого можно задать свой цвет.

Растровое изображение – это изображение, которое кодируется как множество пикселей.

Растровое кодирование



0	0	0	1	1	0	1	0	1A
0	0	1	0	0	1	1	0	26
0	1	0	0	0	0	1	0	42
1	1	1	1	1	1	1	1	FF
0	1	0	0	0	0	1	0	42
0	1	0	1	1	0	1	0	5A
0	1	0	1	1	0	1	0	5A
0	1	1	1	1	1	1	0	7E

1A2642FF425A5A7E₁₆

Разрешение

Разрешение – это количество пикселей, приходящихся на дюйм размера изображения.

ppi = *pixels per inch*, пикселей на дюйм

1 дюйм = 2,54 см



300 ppi

печать

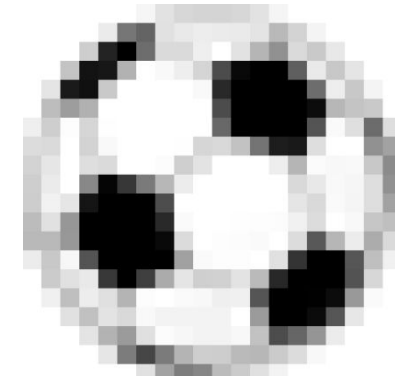


96 ppi

экран



48 ppi



24 ppi

Разрешение

Задача 1. Какой размер в пикселях должен иметь закодированный рисунок с разрешением **300 ppi**, чтобы с него можно было сделать отпечаток размером **10×15 см**?

$$\text{высота} \quad \frac{10 \text{ см} \times 300 \text{ пикселей}}{2,54 \text{ см}} \approx \mathbf{1181 \text{ пиксель}}$$

$$\text{ширина} \quad \frac{15 \text{ см} \times 300 \text{ пикселей}}{2,54 \text{ см}} \approx \mathbf{1771 \text{ пиксель}}$$

Разрешение

Задача 2. Закодированный рисунок имеет размеры 5760×3840 пикселей и разрешение 600 ppi . Какой размер будет у изображения, отпечатанного на принтере?

$$\text{ширина} \quad \frac{5760 \text{ пикселей} \times 2,54 \text{ см}}{600 \text{ пикселей}} \approx \mathbf{24,4 \text{ см}}$$

$$\text{высота} \quad \frac{3840 \text{ пикселей} \times 2,54 \text{ см}}{600 \text{ пикселей}} \approx \mathbf{16,3 \text{ см}}$$

Цветовая модель RGB

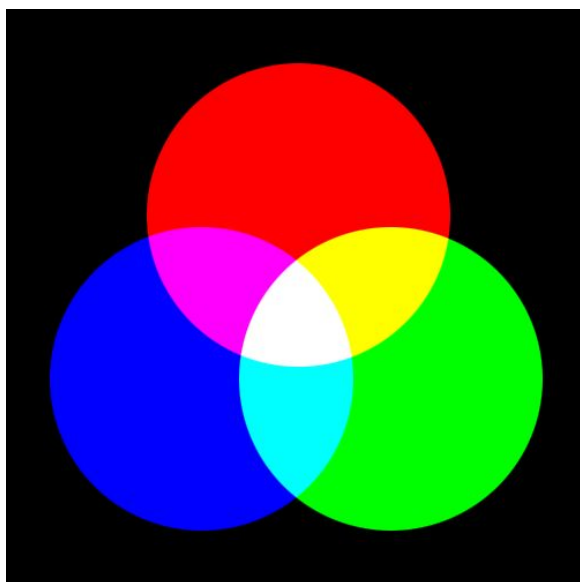
Д. Максвелл, 1860

цвет = (**R**, **G**, **B**)

red *green* *blue*

красный зеленый синий

0..255 0..255 0..255



■ (0, 0, 0)

□ (255, 255, 255)

■ (255, 0, 0)

■ (255, 150, 150)

■ (0, 255, 0)

■ (0, 255, 255)

■ (0, 0, 255)

■ (100, 0, 0)



Сколько разных цветов можно кодировать?

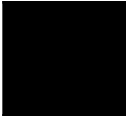






$256 \cdot 256 \cdot 256 = 16\ 777\ 216$ (*True Color*, «истинный цвет»)



RGB – цветовая модель для устройств, излучающих свет (мониторов)!

Цветовая модель RGB

(255, 255, 0) → #FFFF00

	RGB	Веб-страница
	(0, 0, 0)	#000000
	(255, 255, 255)	#FFFFFF
	(255, 0, 0)	#FF0000
	(0, 255, 0)	#00FF00
	(0, 0, 255)	#0000FF
	(255, 255, 0)	#FFFF00
	(204, 204, 204)	#CCCCCC

Глубина цвета

Глубина цвета — это количество битов, используемое для кодирования цвета пикселя.



Сколько памяти нужно для хранения цвета 1 пикселя в режиме *True Color*?

R (0..255) 256 = 2^8 вариантов 8 битов = 1 байт

R G B: 24 бита = 3 байта

True Color
(ИСТИННЫЙ ЦВЕТ)

Задача. Определите размер файла, в котором закодирован растровый рисунок размером **20×30 пикселей** в режиме истинного цвета (*True Color*)?

$20 \cdot 30 \cdot 3 \text{ байта} = \mathbf{1800}$

байт

Кодирование с палитрой



Как уменьшить размер файла?

- уменьшить разрешение
- уменьшить глубину цвета

снижается
качество

Цветовая палитра – это таблица, в которой каждому цвету, заданному в виде составляющих в модели RGB, сопоставляется числовой код.

Задачи

















Задача 1. В процессе преобразования растрового графического файла количество цветов уменьшилось с 512 до 8. Во сколько раз уменьшился информационный объем файла?

Задача 2. Разрешение экрана монитора – 1024 x 768 точек, глубина цвета – 16 бит. Каков необходимый объем видеопамати для данного графического режима?

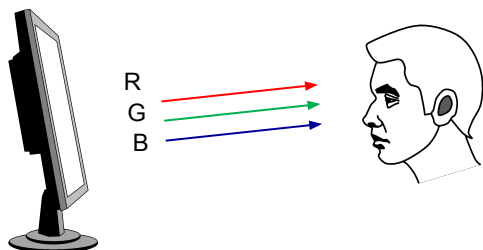
Задача 3. Сколько байт будет занимать код рисунка размером 40×50 пикселей в режиме истинного цвета? при кодировании с палитрой 256 цветов?

Задача 4. Для хранения растрового изображения размером 128 x 128 пикселей отвели 4 килобайта памяти. Каково максимально возможное число цветов в палитре изображения?

Растровые рисунки: форматы файлов

Формат	True Color	Палитра	Прозрачность	Анимация
BMP				
JPG				
GIF				
PNG				

Кодирование цвета при печати (СМУК)



Белый – красный

= голубой

C = Cyan

Белый – зелёный

= пурпурный

M = Magenta

Белый – синий

= желтый

Y = Yellow

C	M	Y
---	---	---

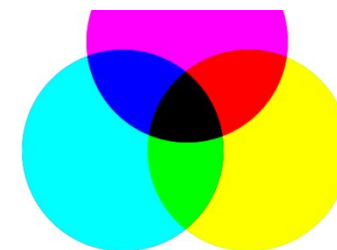
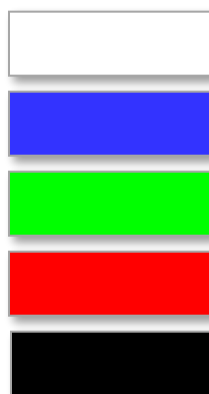
0	0	0
---	---	---

255	255	0
-----	-----	---

255	0	255
-----	---	-----

0	255	255
---	-----	-----

255	255	255
-----	-----	-----



Модель СМУ

Модель СМУК: + **Key color**



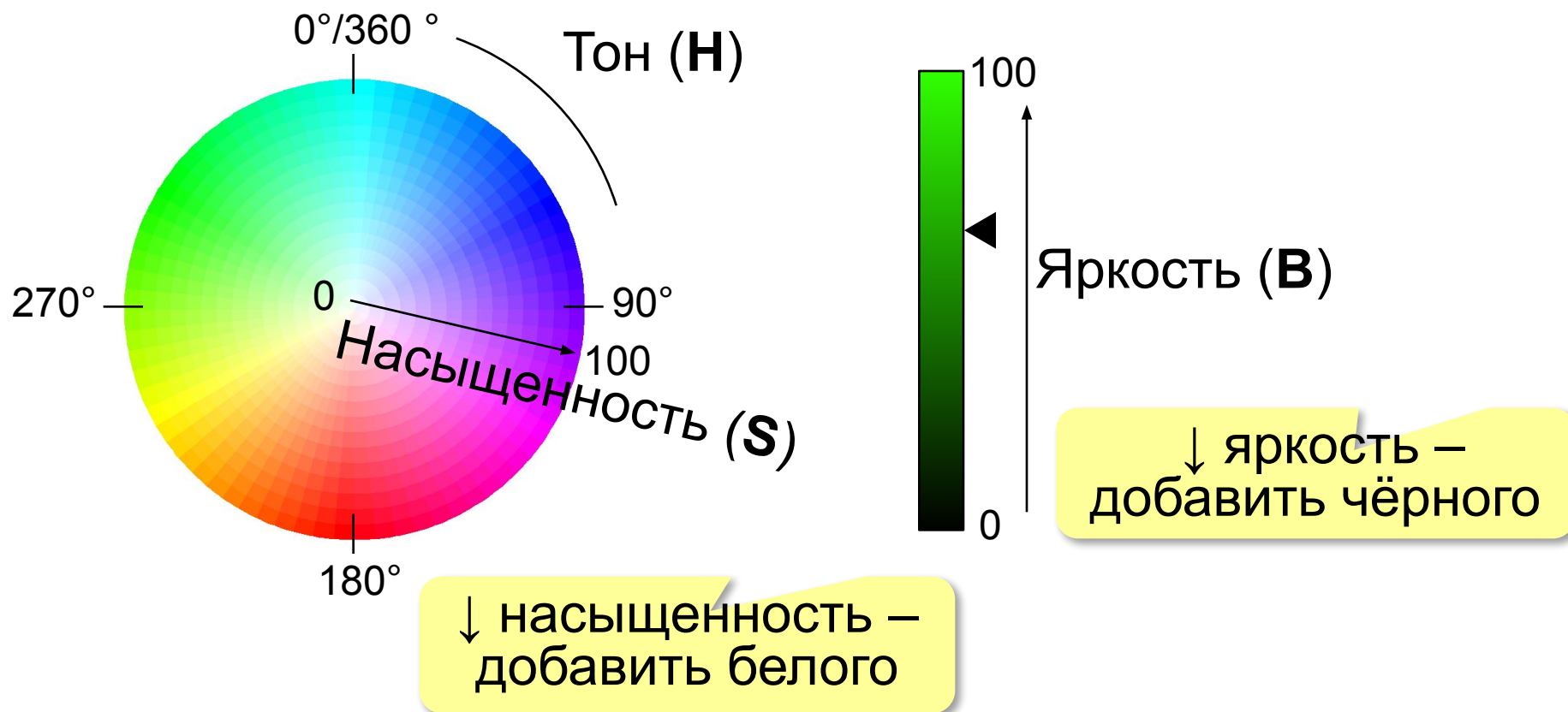
- меньший расход краски и лучшее качество для чёрного и серого цветов

Цветовая модель HSB (HSV)

HSB = *Hue* (тон, оттенок)

Saturation (насыщенность)

Brightness (яркость) или *Value* (величина)



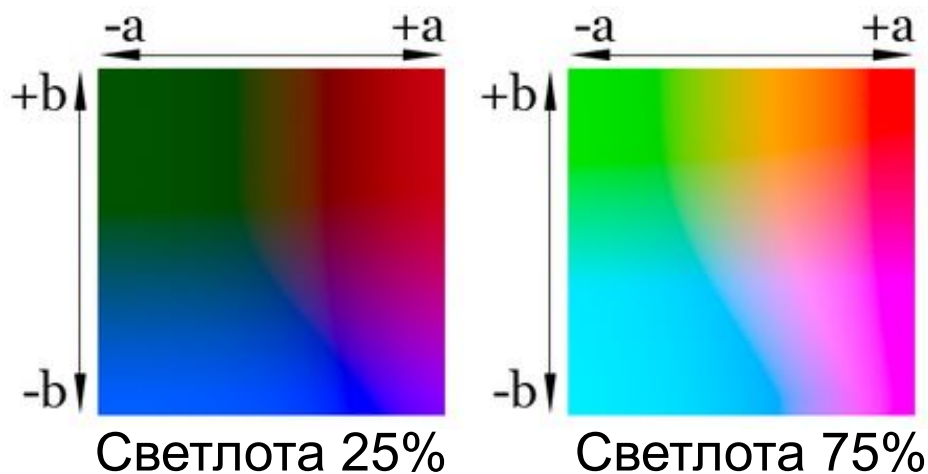
Цветовая модель Lab

Международный стандарт кодирования цвета, независимого от устройства (1976 г.)

Основана на модели восприятия цвета человеком.

Lab = *Lightness* (светлота)

a, b (задают цветовой тон)



- для перевода между цветовыми моделями: RGB → Lab → CMYK
- для цветокоррекции фотографий

Профили устройств

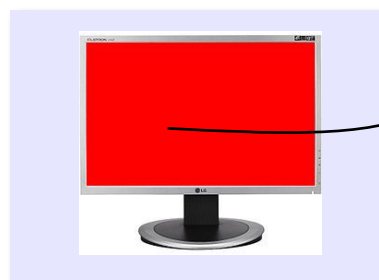


Какой цвет увидим?

RGB(255,0,0)



RGB(255,0,0)



как $\lambda \approx 680\text{nm}$

профиль
монитора

$\lambda \approx 680\text{nm}$



RGB(225,10,20)



профиль
сканера

CMYK(0,100,100,0)



профиль
принтера

Растровое кодирование: итоги

-  универсальный метод (можно закодировать любое изображение)
- единственный метод для кодирования и обработки размытых изображений, не имеющих чётких границ (фотографий)
-  есть **потеря информации** (почему?)
- при изменении размеров цвет и форма объектов на рисунке **искажаются**
- **размер файла** не зависит от сложности рисунка (а от чего зависит?)

Векторное кодирование

Рисунки из геометрических фигур:

- отрезки, ломаные, прямоугольники
- окружности, эллипсы, дуги
- сглаженные линии (кривые Безье)

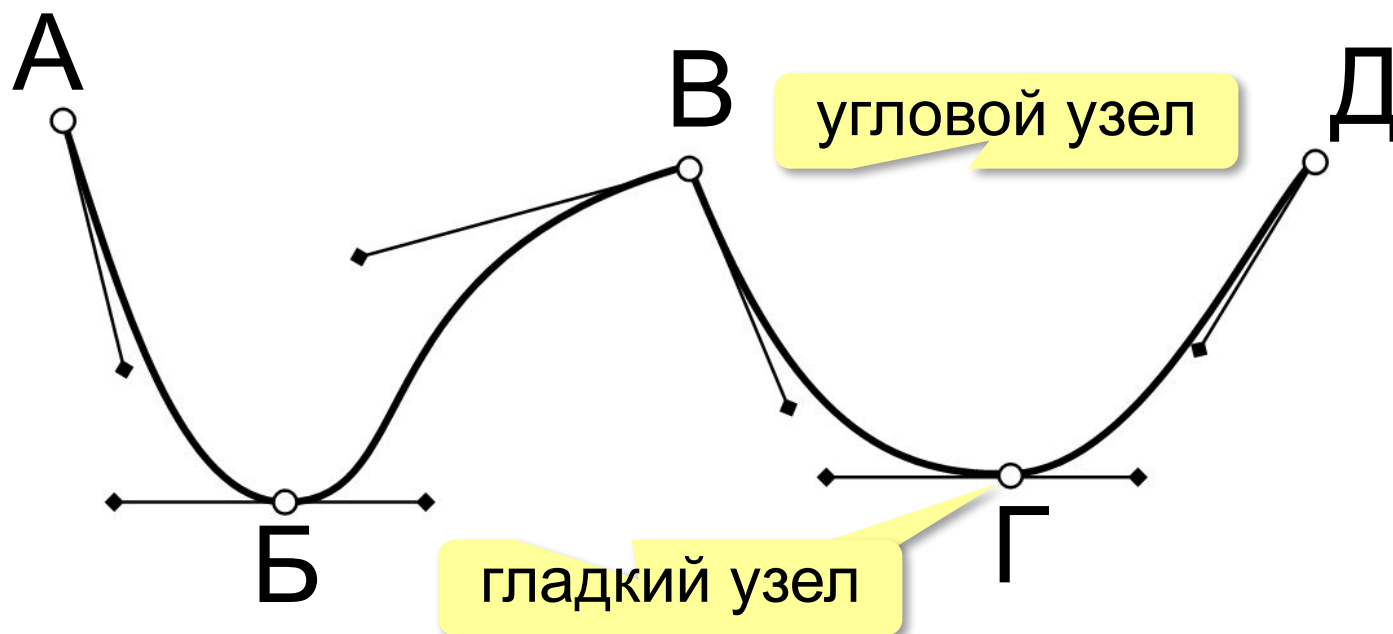
Для каждой фигуры в памяти хранятся:

- размеры и координаты на рисунке
- цвет и стиль границы
- цвет и стиль заливки (для замкнутых фигур)



Векторное кодирование

Кривые Безье:



Хранятся координаты узлов и концов «рычагов»
(3 точки для каждого узла, кривые 3-го порядка).

Векторное кодирование (итоги)



- лучший способ для хранения **чертежей, схем, карт**
- при кодировании **нет потери информации**
- при изменении размера **нет искажений**



растровый
рисунок



векторный
рисунок

- меньше **размер файла**, зависит от сложности рисунка



- неэффективно использовать для **фотографий** и **размытых изображений**

Векторное кодирование: форматы файлов

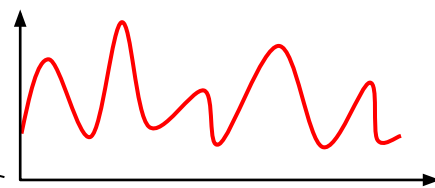
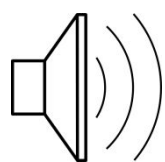
- **WMF** (*Windows Metafile*)
- **EMF** (*Windows Metafile*)
- **CDR** (программа *CorelDraw*)
- **AI** (программа *Adobe Illustrator*)
- **SVG** (*Scalable Vector Graphics*, масштабируемые векторные изображения)

для веб-страниц

Кодирование информации

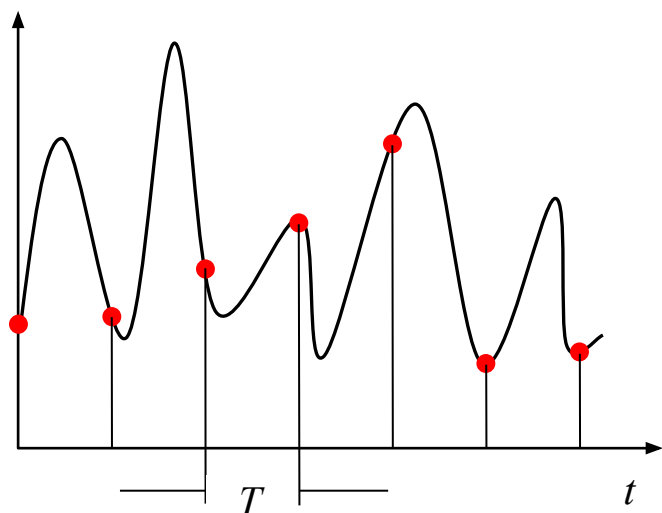
§ 17. Кодирование звуковой и видеоинформации

Оцифровка звука



аналоговый
сигнал

Оцифровка – это преобразование аналогового сигнала в цифровой код (дискретизация).



T – интервал дискретизации (с)
 $f = \frac{1}{T}$ – частота дискретизации (Гц, кГц)

8 кГц – минимальная частота для распознавания речи

11 кГц, 22 кГц,

44,1 кГц – качество CD-дисков

48 кГц – фильмы на DVD

96 кГц, 192 кГц

Человек слышит

16 Гц ... 20 кГц

Оцифровка звука: квантование

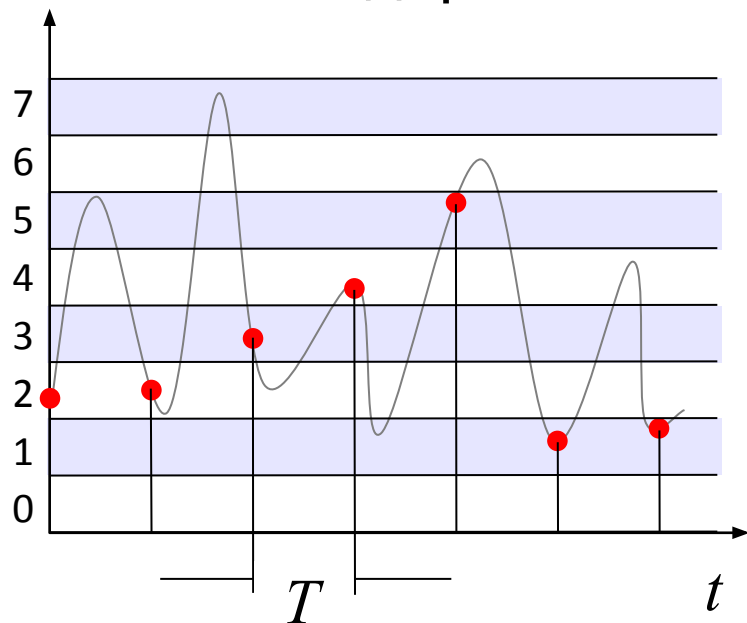


Сколько битов нужно, чтобы записать число 0,6?

Квантование (дискретизация по уровню) – это представление числа в виде цифрового кода конечной длины.

АЦП = Аналого-Цифровой Преобразователь

3-битное кодирование:



8 битов = 256 уровней

16 битов = 65536 уровней

24 бита = 2^{24} уровней

Разрядность кодирования — это число битов, используемое для хранения одного отсчёта.

Оцифровка звука

Задача. Определите информационный объем данных, полученных при оцифровке звука длительностью **1 минута** с частотой **44 кГц** с помощью **16-битной** звуковой карты. Запись выполнена в режиме «стерео».

За 1 сек *каждый канал* записывает **44000** значений,
каждое занимает **16 битов = 2 байта**
всего **$44000 \cdot 2$ байта = 88000 байтов**

С учётом «стерео»

всего **$88000 \cdot 2 = 176000$ байтов**

За 1 минуту

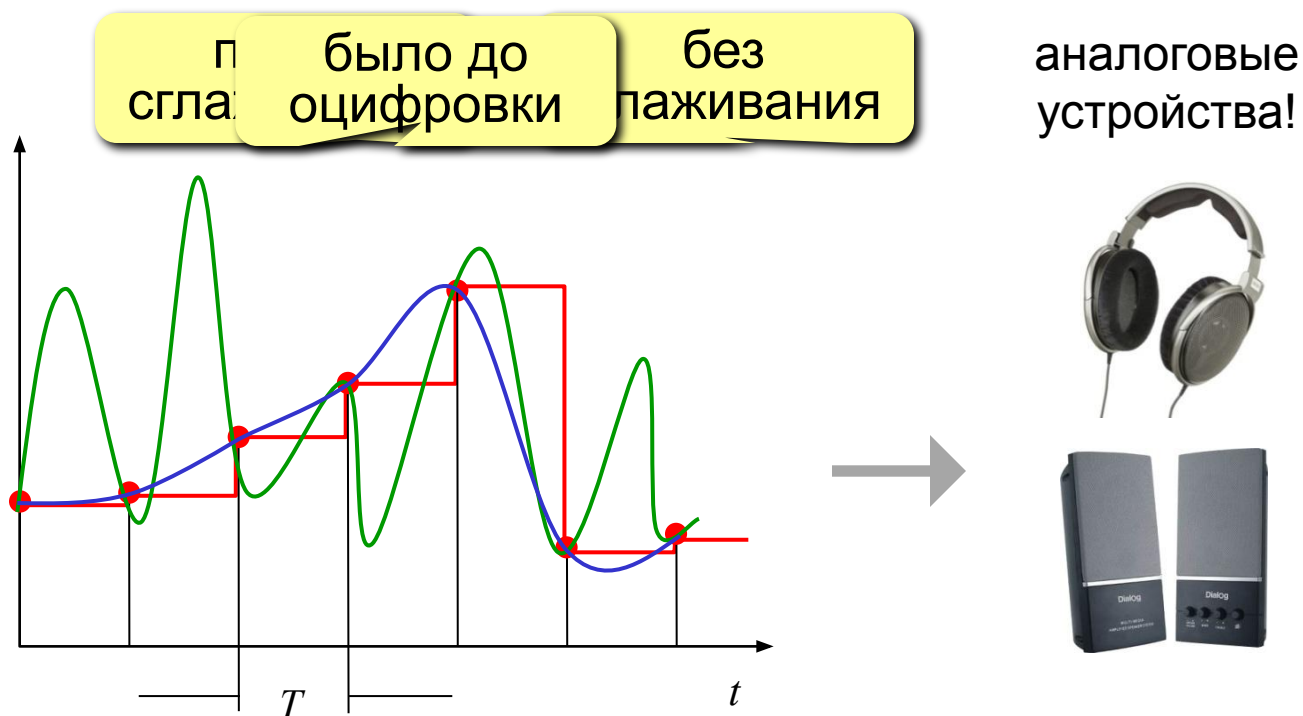
$176000 \cdot 60 = 1056000$ байтов

≈ 10313 Кбайт ≈ 10 Мбайт

Оцифровка звука

Как восстановить сигнал?

ЦАП = Цифро-Аналоговый Преобразователь



? Какой улучшить качество?

уменьшать T


? Что при этом ухудшится?

↑ размер файла

Оцифровка – итог

 можно закодировать **любой звук** (в т.ч. ГОЛОС, СВИСТ, шорох, ...)

 • есть **потеря информации**
• большой **объем файлов**

 Какие свойства оцифрованного звука определяют качество звучания?

Форматы файлов:

WAV (*Waveform audio format*), часто без сжатия (размер!)

MP3 (*MPEG-1 Audio Layer 3*, сжатие с учётом восприятия человеком)

AAC (*Advanced Audio Coding*, 48 каналов, сжатие)

WMA (*Windows Media Audio*, потоковый звук, сжатие)

OGG (*Ogg Vorbis*, открытый формат, сжатие)

Инструментальное кодирование

MIDI (*Musical Instrument Digital Interface* — цифровой интерфейс музыкальных инструментов).

в файле **.mid**:

- нота (высота, длительность)
- музыкальный инструмент
- параметры звука (громкость, тембр)
- до 1024 каналов

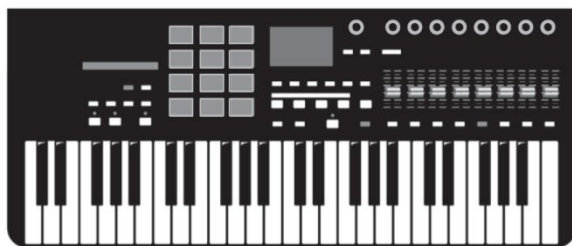
128 мелодических
и 47 ударных

программа для
звуковой карты!

в памяти звуковой карты:

- образцы звуков (волновые таблицы)

MIDI-клавиатура:



- **нет потери информации** при кодировании инструментальной музыки
- **небольшой размер файлов**



невозможно закодировать нестандартный звук, голос

Трекерная музыка

В файле (модуле):

- образцы звуков (*сэмплы*)
- нотная запись, трек (*track*) – дорожка
- музыкальный инструмент
- до 32 каналов

Форматы файлов:

MOD разработан для компьютеров *Amiga*

S3M оцифрованные каналы + синтезированный звук, 99 инструментов

XM, STM, ...

Использование: демосцены (важен размер файла)

Кодирование видео



Видео = изображения + звук Синхронность!

изображен

- ≥ 25 кадр
- **PAL**: 768
за 1
за 1
- **HDTV**: 1
- **ИСХОДНЫ**
- **сжатие** (
- **DivX**, **Xv**

звук:

- 48 кГц, 1
- **сжатие** (
- **MP3**, **AA**



Форматы видеофайлов

- AVI** – *Audio Video Interleave* – чередующиеся звук и видео; контейнер – могут использоваться разные кодеки
- MPEG** – *Motion Picture Expert Group*
- WMV** – *Windows Media Video*, формат фирмы *Microsoft*
- MP4** – *MPEG-4*, сжатое видео и звук
- MOV** – *Quick Time Movie*, формат фирмы *Apple*
- WebM** – открытый формат, поддерживается браузерами