

**Цель работы:** научиться измерять информационный объем графических звуковых и видеофайлов, заданных различными характеристиками.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

**Кодирование изображений.** Изображение на мониторе состоит из множества мельчайших точек – пикселей. **Пиксель** – минимальный участок изображения, которому независимым образом можно задать цвет.

Информации о состоянии каждого пикселя хранится в закодированном виде в памяти компьютера. Из основной формулы информатики можно подсчитать объем памяти, необходимый для хранения одного пикселя:

$$N = 2^i$$

где  $i$  – глубина кодирования (количество бит, занимаемых 1 пикселем),  $N$  – количество цветов (палитра).

В простейшем случае (чёрно-белое изображение без градаций серого цвета) палитра состоит из двух цветов (чёрного и белого). Каждая точка экрана может принимать одно из двух состояний – «чёрная» или «белая», следовательно, по формуле можно вычислить, какое количество информации необходимо, чтобы закодировать цвет каждой точки:

$$|N = 2^i| \rightarrow |2 = 2^i| \rightarrow |i = 1 \text{ бит}|$$

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

**Таблица 3.** Глубина цвета и количество цветов в палитре

Глубина цвета, $i$ бит	Количество цветов в палитре, $N$
1	$2^1 = 2$
8	$2^8 = 256$
16	$2^{16} = 65\,536$
24	$2^{24} = 16\,777\,216$

Для подсчёта количества информации растрового изображения нужно воспользоваться формулой:

$$V = H \cdot W \cdot I$$

где  $V$  – информационный вес (объём),  $H$  – высота (в пикселах),  $W$  – ширина (в пикселах),  $I$  – информационный вес одного пикселя.

**Пример 1.** Цветное (с палитрой из 256 цветов) растровое графическое изображение имеет размер  $10 \times 10$  точек. Какой информационный объём имеет изображение?

**Дано:**

$N = 256$  (цвета)

$H = 10$  (точек)

$W = 10$  (точек)

$I_{\text{пикселя}} = ?$  (бит)

$V_{\text{изображения}} = ?$  (бит)

**Решение:**

$$V = H \cdot W \cdot I, N = 2^i$$

$$256 = 2^i = 2^8,$$

$$i = 8 \text{ (бит)} = 1 \text{ (байт)}$$

$$V = 10 \cdot 10 \cdot 1 = 100 \text{ (байт)}$$

**Ответ:** 100 байт.

**Пример 2.** Сканируется цветное изображение размером  $10 \times 10$  см. Разрешающая способность сканера 1200 dpi и глубина цвета 24 бита. Какой информационный объём будет иметь полученный графический файл?

<b>Дано:</b>	<b>Решение:</b>
$H = 10$ (см)	$10 \text{ см} \sim 4 \text{ дюйма}$
$W = 10$ (см)	$V = H \cdot W \cdot I \cdot dpi$
$dpi = 1200$ (точек)	$V \sim (4 \cdot 4 \text{ дюйма}) \cdot 1200 \text{ (точек)} \cdot$
$I_{\text{пикселя}} = 24$ (бита)	$3 \text{ (байта)} \sim 57\,600 \text{ (байт)} \sim 56,25 \text{ (Кбайт)}$
$V_{\text{изображения}} = ?$ (бит)	<b>Ответ:</b> 56,25 Кбайт.

**Кодирование звука. Размер цифрового моноаудиофайла ( $V$ )** измеряется по формуле:

$$V = d \cdot t \cdot I,$$

где  $d$  – частота дискретизации (Гц),  $t$  – время звучания или записи звука,  $I$  – глубина кодирования битов. По этой формуле размер измеряется в битах.

**Размер цифрового стереоаудиофайла ( $V$ )** измеряется по формуле:

$$V = 2 \cdot d \cdot t \cdot I,$$

сигнал записан для двух колонок, так как отдельно кодируются левый и правый каналы звучания.

**Частота дискретизации** измеряется в герцах (Гц) и килогерцах (кГц).

$$1 \text{ кГц} = 1000 \text{ Гц}$$

Частота дискретизации, равная 100 Гц, означает, что за одну секунду проводилось 100 измерений громкости звука.

**Пример 3.** Какой информационный объем в Кб имеет моноаудиофайл, длительность звучания которого 1 секунда, при среднем качестве звука (16 бит; 23,04 кГц)?

<b>Дано:</b>	<b>Решение:</b>
$t = 1$ (с)	$V = d \cdot t \cdot I$
$I = 16$ (бит)	$V = 23\,040 \cdot 1 \cdot 16 = 368\,640 \text{ (бит)} = 46\,080 \text{ (байт)}$
$d = 23,04$ (кГц) = 23 040 Гц	$= 45 \text{ (Кб)}$
$V = ?$ (бит)	<b>Ответ:</b> 45 Кб.

**Пример 4.** Определить информационный объем стереоаудиофайла длительностью звучания 1 секунда при высоком качестве звука (16 бит, 48 кГц).

<b>Дано:</b>	<b>Решение:</b>
$t = 1$ (с)	$V = 2 \cdot d \cdot t \cdot I$
$I = 16$ (бит)	$V = 2 \cdot 48\,000 \cdot 1 \cdot 16 = 1\,536\,000 \text{ (бит)}$
$d = 48$ (кГц) = 48 000 Гц	$= 192\,000 \text{ (байт)} = 187,5 \text{ (Кб)}$
$V = ?$ (бит)	<b>Ответ:</b> 187,5 Кб.

**Кодирование видео. Размер видео** вычисляется по формуле:

$$I = H \cdot W \cdot i \cdot v \cdot t$$

где  $I$  – информационный объем видео;  $H$ ,  $W$  – высота и ширина изображения в пикселях;  $i$  – глубина цвета (количество бит, выделенных на кодирование цвета одного пикселя),  $v$  – частота кадров в секунду;  $t$  – время (с).

**Пример 5.** Определите в мегабайтах объем 1 секунды видео с размерами кадра 256×512, глубиной цвета 16 бит, скоростью воспроизведения 25 кадров в секунду.

**Дано:**

$$\begin{aligned}
 t &= 1 \text{ (с)} \\
 H \times W &= 256 \times 512 \text{ (пикс.)} \\
 i &= 16 \text{ (бит)} \\
 v &= 25 \text{ (кадров в секунду)} \\
 I &= ? \text{ (Мб)}
 \end{aligned}$$

**Решение:**

$$\begin{aligned}
 I &= H \cdot W \cdot i \cdot v \cdot t \\
 I &= 2^8 \cdot 2^9 \cdot 2^4 \cdot 2^5 = 2^{21} \cdot 2^5 \text{ (бит)} = 2^8 \cdot 2^5 \text{ (Кб)} \\
 &= 2^{-2} \cdot 2^5 = \frac{2^3}{4} = 6,25 \text{ (Мб)}
 \end{aligned}$$

**Ответ:** 6,25 Мб.

**Дополнительно<sup>2</sup>:** так же на видео накладывается звук. Тогда к информационному объёму видео нужно прибавить информационный объём звука.

Информационный объём видео со звуком:

$$I_{\text{видео}} = I_{\text{графики}} \cdot v \cdot t + I_{\text{звука}}$$

где:  $v$  – частота кадров в секунду;  $t$  – время (с).

$$I_{\text{графики}} = H \cdot W \cdot i$$

где  $H, W$  – высота и ширина изображения в пикселах;  $i$  – глубина цвета (количество бит, выделенных на кодирование цвета одного пикселя)

$$I_{\text{звука}} = v \cdot i \cdot Ch \cdot t$$

где  $v$  – частота дискретизации (Гц);  $i$  – разрядность (бит);  $t$  – время (с),  $Ch$  – количество параллельных потоков (1-моно, 2-стерео, 4-квадро).

**Пример дополнительный.** Какой объём будет иметь видео, передаваемое с разрешением кадра  $512 \times 256$  пикселей с 16-битовой глубиной цвета, скоростью воспроизведения 24 кадра в секунду и длительностью 2 минуты. Известно, что стереозвук, наложенный на видео, имеет 256 уровней громкости, а частота дискретизации равна 8 192 Гц.

**Дано:**

**Графика:**

$$H \times W = 512 \times 256 \text{ (пикс.)}$$

$$i = 16 \text{ (бит)}$$

$$v = 24 \text{ (кадров в секунду)}$$

$$t = 5 \text{ (мин)} = 120 \text{ (с)}$$

**Звук:**

$$Ch = 2$$

$$N = 256 \rightarrow i = 8 \text{ (бит)}$$

$$v = 8\,192 \text{ (Гц)}$$

$$t = 2 \text{ (мин)} = 120 \text{ (с)}$$

$$I_{\text{видео}} = ? \text{ (Мб)}$$

**Решение:**

$$I_{\text{видео}} = I_{\text{графики}} \cdot v \cdot t + I_{\text{звука}}$$

$$I_{\text{графики}} = H \cdot W \cdot i = 2^9 \cdot 2^8 \cdot 2^4 = 2^{21} \text{ (бит)} = 2^{-2} \text{ (Мб)} = 0,25 \text{ (Мб)}$$

$$I_{\text{звука}} = v \cdot i \cdot Ch \cdot t = [2^{13}] \cdot [2^3] \cdot [2^1] \cdot [2^3 \cdot 15] = 2^{20} \cdot 15 \text{ (бит)}$$

$$I_{\text{звука}} = 2^{-3} \cdot 15 = 1,875 \text{ (Мб)}$$

$$I_{\text{видео}} = 0,25 \text{ (Мб)} \cdot 24 \text{ (к./с)} \cdot 120 \text{ (с)} + 1,875 \text{ (Мб)} = 1350 \text{ (Мб)}$$

Ответ:  $I_{\text{видео}} = 1350 \text{ (Мб)}$ .

## ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

**1.** Решите задачи, оформив их в соответствии с требованиями и примерами оформления выше (п. «Примеры решения и оформления задач»). При подсчёте количества информации можно воспользоваться таблицей логарифмов. Выберите уровень сложности и решите все задачи.

**Базовый уровень** сложности «на оценку 3» (решить все задачи из этого блока).

**Задача №1.** Чёрно-белое (без градаций серого) растровое графическое изображение имеет размер  $10 \times 10$  точек. Какой информационный объём имеет изображение?

**Задача №2.** Цветное (с палитрой из 256 цветов) растровое графическое изображение имеет размер  $10 \times 10$  точек. Какой информационный объём имеет изображение?

**Задача №3.** Определите количество цветов в палитре при глубине цвета 4, 8, 16, 24, 32 бита.

**Задача №4.** Определить размер (в байтах) цифрового аудиофайла, время звучания которого составляет 10 секунд при частоте дискретизации 22,05 кГц и разрешении 8 бит. Файл сжатию не подвержен.

<sup>2</sup> Данный материал является высоким по уровню сложности и ориентирован на студентов, желающих получить высший балл.

**Задача №5.** Размеры растрового графического изображения 512×1024 точек. Количество цветов в палитре 64. Определить информационный объём изображения.

**Задача №6.** Сканируется цветное изображение размером 25 × 30 см. Разрешающая способность сканера 1200 dpi и глубина цвета 8 бит. Какой информационный объём будет иметь полученный графический файл?

**Задача №7.** Определите в мегабайтах объём 1 секунды видео с размерами кадра 32×64, глубиной цвета 8 бит, скоростью воспроизведения 25 кадров в секунду.

**Задача №8.** Сканируется цветное изображение размером 10 × 10 см. Разрешающая способность сканера 1200 dpi и глубина цвета 24 бита. Какой информационный объём будет иметь полученный графический файл?

---

**Повышенный уровень** сложности «на оценку 4» (решить все задачи из этого блока).

**Задача №1.** В процессе преобразования растрового изображения количество цветов уменьшилось с 65 536 до 16. Во сколько раз уменьшится его информационный объём?

**Задача №2.** Документ содержит точечную черно-белую фотографию 13×18 см. Каждый квадратный сантиметр содержит 450 точек, каждая точка описывается 2 битами. Каков общий информационный объём документа в килобайтах?

**Задача №3.** Имеется видео с размерами изображения 240 × 320, с глубиной цвета 4 бит. Скорость воспроизведения составляет 25 кадров в секунду. Определите объём данных

**Задача №4.** В процессе преобразования растрового изображения количество цветов уменьшилось с 65 536 до 16. Во сколько раз уменьшится его информационный объём?

**Задача №5.** Подсчитайте, сколько места будет занимать одна минута цифрового звука на жестком диске или любом другом цифровом носителе, записанного с частотой 44,1 кГц и разрядностью 8 бит.

**Задача №6.** Одна минута записи цифрового аудиофайла занимает на диске 1,3 Мб, разрядность звуковой платы – 8. С какой частотой записан звук?

**Задача №7.** Какой объём информации занимает растровое изображение размером 64×128 пикселей с глубиной цвета 8 бит.

**Задача №8.** Размеры растрового графического изображения 800 × 600 точек. Количество цветов в палитре 16 млн. Определить информационный объём изображения.

---

**Высокий уровень** сложности «на оценку 5» (решить все задачи из этого блока).

**Задача №1.** Какой объём будет иметь чёрно-белое видео, передаваемое с разрешением кадра 512 × 512, скоростью воспроизведения 24 кадра в секунду и длительностью 30 минут. (Ответ округлите до десятых)

**Задача №2.** Какой объём будет иметь видео, передаваемое с разрешением кадра 128×256 пикселей с 8 битовой глубиной цвета, скоростью воспроизведения 25 кадров в секунду и длительностью 3 минуты. Известно, что звук, наложенный на видео, имеет 128 уровней громкости, частота дискретизации равна 16 384 Гц, это стереозвук. (Ответ округлите вверх до целых).

**Задача №3.** Перечертите в тетрадь и заполните пустые ячейки таблицы, вычислив **объёмы звуковых файлов** (без сжатия):

Частота дискретизации, кГц	8	8	11	11	22	22	44,1	44,1	48	48
Глубина кодирования, битов	8	8	16	16	16	8	24	8	8	24
Моно/стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео	стерео	стерео
Время звучания, с	16	8	64	32	32	32	256	128	4	4
Объём файла, Кбайт										

**Задача №4.** Перечертите в тетрадь и заполните пустые ячейки таблицы, вычислив **время звучания записи** (объёмы файлов приведены без учёта сжатия):

Частота дискретизации, кГц	8	8	11	11	22	22	44,1	44,1	48	48
----------------------------	---	---	----	----	----	----	------	------	----	----

Глубина кодирования, битов	16	24	8	8	8	24	16	24	16	16
Моно/стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео
Объём файла, Кбайт	125	375	1375	1375	6875	4125	11025	33075	375	1875
Время звучания, с										

**Задача №5.** Перечертите в тетрадь и заполните пустые ячейки таблицы, вычислив **глубину кодирования звука** (объёмы файлов приведены без учёта сжатия):

Частота дискретизации, кГц	8	8	11	11	22	22	44,1	44,1	48	48
Моно/стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	стерео	моно	моно
Время звучания, с	16	4	238	64	320	16	256	64	408	80
Объём файла, Кбайт	375	125	4125	4125	20625	1375	11025	11025	1875	11250
Глубина кодирования, битов										

**Задача №6.** Перечертите в тетрадь и заполните пустые ячейки таблицы, вычислив **частоту дискретизации звука** (объёмы файлов приведены без учёта сжатия):

Глубина кодирования, битов	16	8	16	24	16	16	8	24	16	24
Моно/стерео	моно	стерео	стерео	стерео	стерео	моно	моно	стерео	моно	стерео
Время звучания, с	64	4	64	64	16	128	320	8	4	4
Объём файла, Кбайт	1375	375	11025	4125	1375	11025	6875	375	375	1125
Частота дискретизации, кГц										

**2. ДЛЯ ВСЕХ (!):** Проанализируйте результаты выполненной практической работы. Сделайте вывод (письменно в тетради). В выводе отразите степень достижения поставленной цели, дайте оценку своей работе.