

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емец Валерий Сергеевич

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 19.10.2023 12:37:40

Уникальный программный ключ:

f2b8a1573c

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Рязанский институт (филиал)  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Московский политехнический университет»

Кафедра «Информатика и информационные технологии»

Н.В. Гречушкина, О.В. Тихонова

## **ИЗМЕРЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ. КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ЭВМ**

Учебно-методическое пособие

Рязань  
2022

**УДК 681.3**  
**ББК 74.202**  
**Г 81**

**Гречушкина, Н.В.**

**Г 81** Измерение количества информации. Кодирование информации в ЭВМ: учебно - методическое пособие / Н.В. Гречушкина, О.В. Тихонова. – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022. – 40 с.

Учебно-методическое пособие содержит теоретические сведения по способам измерения и кодирования информации, примеры решения задач и индивидуальные задания для самостоятельного решения на 30 вариантов.

Пособие предназначено для студентов направлений подготовки 38.03.01, 38.03.02, 08.03.01, 13.03.02, 15.03.05, 23.03.03 и специальностей 08.05.01, 23.05.01 всех форм обучения, а также для учащихся политехнических классов и слушателей подготовительных курсов.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

**УДК 681.3**  
**ББК 74.202**

© Гречушкина Н.В., Тихонова О.В., 2022  
© Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2022

## Содержание

Введение.....	4
1 Измерение количества информации.....	5
1.1 Вероятностный подход.....	6
1.2 Алфавитный подход.....	7
2 Кодирование текстовой информации.....	8
3 Кодирование графической информации .....	12
4 Кодирование звуковой информации .....	16
5 Процесс передачи информации.....	20
6 Задания для самостоятельного решения.....	23
Библиографический список.....	39

## **Введение**

Тема «Измерение количества информации и кодирование информации в ЭВМ» – один из разделов, изучаемых в рамках учебной дисциплины «Введение в информационные технологии». Изучение и успешное освоение данной темы необходимо для понимания принципов работы программных средств обработки данных различного типа: числовых, текстовых, графических.

В учебно-методическом пособии рассмотрены следующие вопросы: подходы к измерению количества информации, определение объема текстовых файлов, цифровых растровых изображений, дискретных звуковых файлов. Пособие содержит индивидуальные задания на 30 вариантов, что позволяет организовать самостоятельную работу студентов.

Предлагаемое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 08.03.01 Строительство, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальностям 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, а также для учащихся инженерных классов и слушателей подготовительных курсов.

Пособие печатается после апробации на практических занятиях.

# 1 Измерение количества информации

При реализации информационных процессов всегда происходит перенос информации в пространстве и времени от источника к приемнику. При этом для передачи информации используют различные знаки или символы, позволяющие выразить ее в некоторой форме, называемой сообщением.

Сообщение как совокупность знаков может изучаться на трех уровнях:

- *синтаксическом*, где рассматриваются внутренние свойства сообщений, т.е. отношения между знаками, отражающие структуру данной знаковой системы;

- *семантическом*, где анализируются отношения между знаками и обозначаемыми ими предметами, действиями, качествами, т.е. смысловое содержание сообщения, его отношение к источнику информации;

- *прагматическом*, где рассматриваются отношения между сообщением и получателем, т.е. потребительское содержание сообщения, его отношение к получателю.

Современная теория информации преимущественно решает вопросы синтаксического уровня, которые касаются создания теоретических основ построения информационных систем и повышения эффективности их использования. Это чисто технические проблемы совершенствования методов передачи сообщений и их материальных носителей – сигналов. На этом уровне информацию называют данными, так как ее смысловое содержание не имеет значения для решения указанных вопросов.

Важным понятием теории информации является понятие «количество информации», являющееся мерой частоты употребления знаков. Количество информации измеряется в битах (от англ. *binary digit* – двоичная цифра). Для измерения информации, наряду с битом, используются производные величины: байты, килобайты и др. (таблица 1).

Таблица 1 – Единицы измерения количества информации

Значение величины	Название			
	Байт (Б)	Килобайт (Кб)	Мегабайт (Мб)	Гигабайт (Гб)
в байтах	$1=2^0$	$1024=2^{10}$	$2^{20}$	$2^{30}$
в битах	$8=2^3$	$2^{13}$	$2^{23}$	$2^{33}$

При измерении количества информации, содержащейся в некотором сообщении, обычно используются два метода: вероятностный и алфавитный.

### 1.1 Вероятностный подход

*Вероятность* – числовая характеристика возможности появления какого-либо события в определенных условиях.

*Событием* называется любой факт, который в результате опыта может произойти или не произойти.

Вероятность появления некоторого события  $A$  вычисляется по формуле

$$P_A = m/n,$$

где  $m$  – число благоприятных случаев (таких, при появлении которых обязательно произойдет событие  $A$ ),

$n$  – общее количество случаев.

Вероятность любого события  $0 \leq P_A \leq 1$ .

Зависимость между вероятностью появления события  $p$  и количеством информации  $I$  в сообщении о данном событии описывается *формулой Шеннона*

$$I = \log_2(1/p),$$

т.е. чем меньше вероятность некоторого события, тем больше информации содержит сообщение об этом событии.

**ЗАДАЧА 1.** Какова вероятность того, что подброшенная монета упадет на «орла»? Определите количество информации, которое содержится в сообщении о результате броска монеты.

*Решение.*

Возможно два равновероятных результата броска монеты: «монета упала на орла» и «монета упала на решку», следовательно, вероятности их появления одинаковы и равны  $p=1/2$ .

Количество информации в каждом сообщении о результате броска монеты

$$I = \log_2(1/(1/2)) = \log_2(2) = 1 \text{ бит.}$$

*Ответ:* 1 бит.

## 1.2 Алфавитный подход

Любое сообщение можно закодировать в виде конечной последовательности символов некоторого алфавита. Количество символов алфавита  $q$  называют *мощностью* (размером) алфавита.

Количество  $N$  разных сообщений длиной в  $I$  символов, которые можно записать с помощью алфавита мощностью  $q$  символов, оценивается с помощью формулы

$$N=q^I.$$

Количество символов  $I$ , используемых для записи  $N$  сообщений с помощью алфавита мощностью  $q$  символов вычисляется по формуле

$$I=\log_q N.$$

**ЗАДАЧА 2.** Для кодирования сообщений используется алфавит, состоящий из двух символов.

а) Какова будет длина каждого сообщения, если требуется закодировать 15 различных сообщений?

б) Какова будет длина каждого сообщения, если использовать алфавит мощностью 3 символа?

*Решение.*

а) Длина сообщения при использовании алфавита из 2 символов:  $I=\log_2 15$ . Округлив значение в большую сторону, получим  $I = 6$  символов.

б) Длина сообщения при использовании алфавита из 3 символов:  $I = \log_3 15$ .  
Округлив значение в большую сторону, получим  $I = 3$  символа.

Ответ: а) 6 символов; б) 3 символа.

## 2 Кодирование текстовой информации

Кодирование текстовой информации в ЭВМ основано на использовании *таблицы кодировки*, в которой устанавливается соответствие между символом (буквой, знаком препинания, цифрой, графическим символом) и его уникальным десятичным кодом.

Базовым стандартом кодирования текстовой информации является *стандарт ASCII (American Standard Code for Information Interchange)*, разработанный в США в Национальном институте ANSI (American National Standards Institute). В стандарте ASCII на кодирование одного символа отводится 1 байт, поэтому, используя кодировку ASCII, можно закодировать 256 различных символов.

В стандарте ASCII описываются две таблицы — базовая и расширенная. Базовая таблица закрепляет значения кодов от 0 до 127, а расширенная относится к символам с номерами от 128 до 255. При этом первые 33 кода (с 0 до 32) соответствуют не символам, а операциям (перевод строки, ввод пробела и т. д.). Коды с 33 по 127 являются международными и соответствуют символам латинского алфавита, цифрам, знакам арифметических операций и знакам препинания. Коды же с 128 по 255 являются национальными, т. е. в национальных кодировках одному и тому же коду соответствуют различные символы.

Кодирование символов русского алфавита осуществляется на основе нескольких кодовых таблиц (КОИ-8R, CP-1251, CP-866, Mac, ISO-8859-5), которые несовместимы друг с другом (таблица 2).



Таблица 2 – Характеристики кодировок символов

	Название кодировки					
	ASCII	ISO	CP-866	CP-1251	КОИ 8R	UNICODE
Байт/символ	1	1	1	1	1	2

*Кодировка CP 866* основана на реализации таблицы ASCII, разработанной фирмой IBM. Эта кодировка в верхней половине расширенной кодовой таблицы содержит псевдографические символы, а специфические европейские символы в верхней половине кодовой таблицы заменены на кириллицу. Данная кодировка создана в ВЦ АН СССР, для которого впервые в СССР была закуплена партия IBM PC.

*Кодировка КОИ 8R* разработана при адаптации операционной системы UNIX к русскому языку. В ней символы русской кириллицы размещены в верхней части расширенной ASCII таблицы так, что позиции кириллических символов соответствуют их фонетическим аналогам в английском алфавите в нижней части таблицы.

*Семейство кодировок ISO-8859-X* определено международной организацией по стандартизации (ISO). Это семейство представляет собой совокупность 8-битных кодировок, где младшая половина кодовой таблицы (символы с кодами 0-127) соответствует таблице ASCII, а в верхней половине определены символы для различных языков. Например, кодовая страница для кириллицы определена в стандарте ISO-8859-5.

*Кодировка CP 1251* – стандартная 8-битная кодировка для всех русских версий Microsoft Windows, которая создана на базе кодировок, использовавшихся в ранних русификаторах Windows.

*Кодировка UNICODE* была разработана для создания единой кодировки символов всех современных и многих древних письменных языков. Каждый

символ в этом стандарте кодируется 16 битами, что позволяет охватить гораздо большее количество символов, чем принятые ранее 7- и 8-битовые кодировки.

В кодировке UNICODE с каждым символом связан уникальный код и определены характеристики этого символа, например:

- тип символа (прописная буква, строчная буква, цифра, знак препинания и т. д.);

- атрибуты символа (отображение слева направо или справа налево, пробел, разрыв строки и т. д.);

- соответствующая прописная или строчная буква (для строчных и прописных букв);

- соответствующее числовое значение (для цифровых символов).

Объем информации, содержащийся в тексте из  $K$  символов, равен:

$$I_t = K \cdot I,$$

где  $I_t$  — объем информации в тексте,

$I$  — информационный вес 1 символа текста (количество байтов, отводимых на хранение 1 символа).

**ЗАДАЧА 3.** Считая, что каждый символ кодируется одним байтом, оцените информационный объем в битах следующего предложения: «Мой дядя самых честных правил. Когда не в шутку занемог, Он уважать себя заставил И лучше выдумать не мог».

*Решение.*

Для оценки информационного объема предложения необходимо сосчитать количество входящих в предложение символов: букв, знаков препинания (кавычек, точек, запятых и др.) и пробелов.

В заданном тексте всего букв – 85, пробелов – 18, знаков препинания – 5.

Получаем, что предложение состоит из 108 символов.

Учитывая, что каждый символ кодируется одним байтом, можно записать:  
 $108 \cdot 8 = 864$  бита.

*Ответ:* 864 бита.

**ЗАДАЧА 4.** Автоматическое устройство осуществило перекодировку информационного сообщения на русском языке, первоначально записанного в 16-битном коде Unicode, в 8-битную кодировку КОИ-8. При этом информационное сообщение уменьшилось на 480 бит. Какова длина сообщения в символах?

*Решение.*

Пусть  $x$  – количество символов в информационном сообщении.

Тогда информационный объем сообщения составляет:

- в кодировке UNICODE –  $16 \cdot x$  битов,

- в кодировке КОИ-8 –  $8 \cdot x$  битов.

Исходя из условия задачи, запишем следующее уравнение:

$$16 \cdot x - 8 \cdot x = 480$$

Тогда  $8 \cdot x = 480$ , откуда  $x = 480 / 8 = 60$  символов.

*Ответ:* 60 символов.

**ЗАДАЧА 5.** В таблице 3 представлена часть кодовой таблицы ASCII. Определите шестнадцатеричный код символа «q».

Таблица 3 – Характеристики кодировок символов

Символ	1	5	A	B	Q	a	b
Десятичный код	49	53	65	66	81	97	98
Шестнадцатеричный код	31	35	41	42	51	61	62

*Решение.*

Заглавный и строчный символы находятся в таблице ASCII на одном расстоянии, следовательно

$$K_a - K_A = 97 - 65 = 32,$$

$$K_b - K_B = 98 - 66 = 32.$$

Тогда  $K_q - K_Q = K_q - 81 = 32$ , откуда получаем  $K_q = 113_{10} = 71_{16}$ .

*Ответ:*  $71_{16}$ .

**ЗАДАЧА 6.** В одной из кодировок Unicode каждый символ кодируется 16 битами. Ученик написал текст (в нём нет лишних пробелов):

*«Ёж, лев, слон, олень, тюлень, носорог, крокодил, аллигатор — дикие животные».*

Затем он вычеркнул из списка название одного из животных. Заодно он вычеркнул ставшие лишними запятые и пробелы — два пробела не должны идти подряд. При этом размер нового предложения в данной кодировке оказался на 16 байт меньше, чем размер исходного предложения. Напишите в ответе вычеркнутое название животного.

*Решение.*

Поскольку один символ кодируется двумя байтами, из текста удалили  $16 : 2 = 8$  символов.

Из этих 8 символов 2 символа – это лишняя запятая и пробел.

Тогда удаленное из текста название животного должно состоять из 6 букв.

Из всего списка только одно название животного состоит из 6 букв – тюлень.

*Ответ:* тюлень.

### **3 Кодирование графической информации**

Графическая информация может быть представлена в аналоговой или дискретной форме. Примером аналогового представления графической информации является, например, картина на холсте, а примером дискретного представления – изображение на экране монитора, состоящее из отдельных точек – пикселей (*pixel*) разного цвета.

Получение цифрового представления изображения основано на выполнении пространственной дискретизации аналогового изображения (осуществлении аналого-цифрового преобразования). Данный процесс заключается в разбиении непрерывного (аналогового) изображения на отдельные мелкие фрагменты, после чего цвет каждого фрагмента (а точнее –

код цвета, например, в цветовой системе RGB) записывается в ячейку таблицы с координатами, соответствующими координатам фрагмента исходного изображения.

Одним из устройств, которое выполняет дискретизацию изображения, является сканер. К основным параметрам, определяющим результат работы сканера, относятся следующие.

1. Оптическое разрешение, которое измеряется в точках на дюйм (*dots per inch – dpi*). Обычно указывается два значения, например 600 x 1200 dpi, где горизонтальное разрешение (первая цифра) определяется CCD-матрицей сканера, а вертикальное (вторая цифра) определяется количеством шагов двигателя на дюйм.

2. Глубина цвета определяется качеством CCD-матрицы и разрядностью АЦП. Измеряется количеством оттенков, которые устройство способно распознать (например, 24 бита соответствуют 16 777 216 оттенкам). В настоящее время сканеры выпускают с глубиной цвета 24, 30 и 36 бит.

В зависимости от выбранного способа кодирования графической информации различают векторные и растровые изображения.

*Векторное изображение* содержит объекты, определяемые математическими уравнениями, которые содержат информацию о размере, форме, цвете, границе и местоположении каждого объекта. Достоинства векторных изображений – малый объем файлов и отсутствие потерь качества при масштабировании. Возможные форматы файлов векторных изображений: wmf, svg и др.

*Растровое изображение* представляет собой совокупность (матрицу) пикселей, каждый из которых имеет определенный цвет в заданной цветовой модели. Растровая графика наиболее распространена там, где требуется создание детализированных реалистичных изображений со множеством оттенков. Для хранения растровых изображений требуется больший объем памяти по сравнению с векторными изображениями, так как хранятся данные о каждом

пикселе изображения. При масштабировании растрового изображения ухудшается его качество. Возможные форматы файлов растровых изображений: jpeg, bmp, tiff, raw и др.

Цифровое изображение обычно описывается следующими параметрами.

1. Глубина цвета  $I$  (измеряется в битах) – количество битов, используемых для представления цвета при кодировании одного пикселя изображения.

$$I = \log_2 N,$$

где  $N$  – количество цветов в изображении, а  $I$  – глубина цвета.

2. Цветовой диапазон  $N$  – максимальное количество цветов (палитра) в изображении, вычисляемое по формуле

$$N=2^I.$$

3. Размер изображения – количество пикселей по горизонтали ( $w$ ) и по вертикали ( $h$ ). Чтобы получить количество пикселей, необходимо размер в дюймах умножить на оптическое разрешение в точках на дюйм – dpi.

4. Объем памяти, занимаемой изображением  $I_I$  (измеряется в битах, байтах) вычисляется по формуле

$$I_I = I \cdot h \cdot w,$$

где  $I_I$  – объем памяти, занимаемой изображением,

$I$  – глубина цвета.

**ЗАДАЧА 7.** Какой минимальный объём памяти (в Кбайт) нужно зарезервировать, чтобы можно было сохранить любое растровое изображение размером  $128 \times 128$  пикселей при условии, что в изображении могут использоваться 256 различных цветов?

*Решение.*

По условию  $w = 128 \text{ px}$ ,  $h = 128 \text{ px}$ ,  $N = 256$  цветов.

Один пиксель кодируется 8 битами памяти, так как  $2^8 = 256$ . Тогда  $I = 8$  бит.

Тогда минимальный объем памяти для хранения изображения составляет

$$I_I = I \cdot h \cdot w.$$

$$I_1 = 128 \cdot 128 \cdot 8 = 2^7 \cdot 2^7 \cdot 2^3 = 2^{17} \text{ бит} = 2^{14} \text{ байт} = 2^4 \text{ Кбайт} = 16 \text{ Кбайт.}$$

*Ответ:* 16 Кбайт.

**ЗАДАЧА 8.** Автоматическая камера производит растровые изображения размером 600 на 1000 пикселей. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Объём файла с изображением не может превышать 250 Кбайт без учёта размера заголовка файла. Какое максимальное количество цветов можно использовать в палитре?

*Решение.*

По условию  $w = 600 \text{ px}$ ,  $h = 1000 \text{ px}$ ,  $I_1 < 250 \cdot 2^{13} \text{ бит}$ .

Объём растрового изображения находится как  $I_1 = I \cdot h \cdot w$ . Составим неравенство

$$600 \cdot 1000 \cdot x < 250 \cdot 2^{13},$$

$$600 \cdot 4 \cdot x < 2^{13},$$

$$2400 \cdot x < 2^8 \cdot 2^5,$$

$$75 \cdot 2^5 \cdot x < 256 \cdot 2^5,$$

$$75 \cdot x < 256,$$

$$x < 3,41.$$

Следовательно,  $x = 3$  бит. Значит, в изображении можно использовать не более  $2^3 = 8$  цветов.

*Ответ:* 8 цветов.

**ЗАДАЧА 9.** В процессе преобразования растрового графического файла количество цветов уменьшилось с 256 до 16. Во сколько раз уменьшился информационный объём файла?

*Решение.*

Объём растрового изображения находится по формуле

$$I_1 = I \cdot h \cdot w, \text{ где } I = \log_2 N.$$

Объем первого изображения будет больше, чем объем второго изображения в  $k = \frac{I_1}{I_2} = \frac{I_1 \cdot h_1 \cdot w_1}{I_2 \cdot h_2 \cdot w_2}$  раз. Поскольку при преобразовании изображения его размеры не изменялись, это соотношение примет вид

$$k = \frac{I_1}{I_2} = \frac{\log_2 N_1}{\log_2 N_2},$$
$$k = \frac{\log_2 256}{\log_2 16} = \frac{8}{4} = 2.$$

*Ответ:* информационный объем файла уменьшился в 2 раза.

## 4 Кодирование звуковой информации

Слуховая система человека способна воспринимать упругие волны, имеющие частоту в пределах от 16 Гц до 20 кГц. Упругие волны в любой среде, частоты которых лежат в указанных пределах, называют звуковыми. Регистрация звуковых волн (звука) выполняется с помощью микрофона, который выполняет преобразование звуковой волны в электрический сигнал. Поскольку этот электрический сигнал на выходе микрофона непрерывен, для его ввода в ЭВМ нужно преобразовать его в цифровую форму, т. е. выполнить дискретизацию сигнала.

Дискретизация сигнала во времени – это преобразование непрерывного аналогового сигнала в последовательность его значений в дискретные моменты времени. Эти значения называются отсчетами, или выборками. Данную функцию выполняет аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

Аналого-цифровой преобразователь осуществляет следующие функции.

1. Дискретизацию сигнала по времени, т. е. измерение уровня интенсивности звука в определенные фиксированные моменты времени. Частоту, характеризующую периодичность измерения звукового сигнала, принято называть частотой дискретизации. Частота дискретизации выбирается на основе теоремы Котельникова и должна быть как минимум в 2 раза больше



максимальной частоты спектра сигнала. Вместе с тем считается, что человек не слышит звук с частотой более 20 000 Гц (20 кГц), поэтому для высококачественного воспроизведения звука верхнюю границу обычно принимают равной 22 кГц. Следовательно, частота дискретизации сигнала должна быть не меньше 44 кГц;

2. Дискретизацию амплитуды звукового сигнала, т. е. представление диапазона интенсивности звука с помощью набора уровней (например, 256 или 65536); текущий уровень измеряемого сигнала округляется до ближайшего из этих уровней.

Параметры дискретного звукового сигнала:

- 1) длительность сигнала  $t$  (измеряется в секундах);
- 2) глубина кодирования звука  $I$  (измеряется в битах) – количество битов, отводимых для хранения одного отсчета дискретного сигнала. Обычно используют 8-битное, 16-битное и 20-битное представление значений амплитуды;
- 3) частота дискретизации  $F$  (измеряется в герцах) – количество измерений амплитуды аналогового сигнала в секунду, которое показывает, сколько значений сигнала запоминается за одну секунду;
- 4) количество звуковых каналов записи  $N$  ( $N = 1$  – монозапись,  $N = 2$  – стереозапись,  $N = 4$  – запись в формате квадро,  $N = 8$  – формат 7.1);
- 5) размер файла  $I_s$  (измеряется в байтах):  $I_s = F \cdot I \cdot t \cdot N$ .

На рисунке 1 показан пример дискретизации аналогового сигнала  $f(x)$  ( $f(x) \in [0; 1]$ ) длительностью в 1 секунду. Частота дискретизации – 10 Гц, т. е. из аналогового сигнала длительностью в 1 секунду формируется дискретный сигнал, состоящий из 10 отсчетов. Глубина кодирования – 4 бита, т. е. всего существует 16 возможных значений амплитуды: 0/16, 1/16, 2/16, ..., 14/16, 15/16. Цифрами на рисунке надписаны номера отсчетов дискретного сигнала.

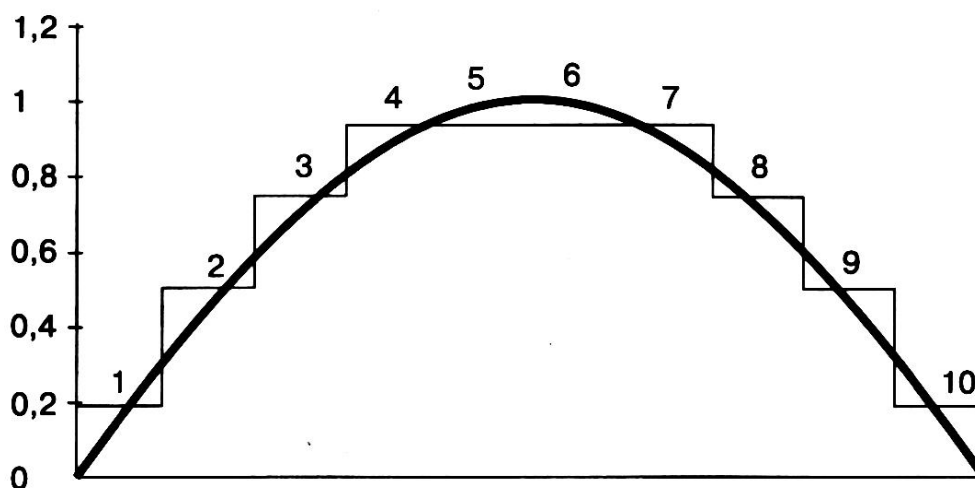


Рисунок 1 – Пример дискретизации сигнала

Аудиофайлы, полученные при оцифровке одной и той же записи, могут отличаться по одному, нескольким или даже всем параметрам. Соответственно у таких файлов будет также разный размер.

Например, если глубина кодирования звука одного файла в  $m$  раз больше (меньше), чем у другого файла, то *при прочих равных условиях* размер первого файла будет в  $m$  раз больше (меньше), чем размер второго файла:

$$\frac{I_{s1}}{I_{s2}} = \frac{F \cdot (m \cdot I) \cdot t \cdot N}{F \cdot I \cdot t \cdot N} = \frac{m}{1}.$$

Аналогичным образом определяется объем звукового файла при изменении других (одного, нескольких или всех) его параметров.

**ЗАДАЧА 10.** Определите объем памяти для хранения аудиофайла, содержащего стереозапись, время звучания которого составляет 1с при частоте дискретизации 48 кГц и разрешении 8 бит.

*Решение.*

По условию  $F = 48 \text{ кГц} = 48\,000 \text{ Гц}$ ,  $I = 8 \text{ бит} = 1 \text{ байт}$ ,  $N = 2$  (стереозапись),  $t = 1 \text{ с}$ .

Объем памяти для хранения аудиофайла вычисляется по формуле

$$I_s = F \cdot I \cdot t \cdot N.$$

$$I_s = 48000 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 = 96000 \text{ байт}, \quad I_s = 96000 / 1024 = 93,75 \text{ Кбайт}.$$

*Ответ:* 93,75 Кбайт.

**ЗАДАЧА 11.** Рассчитайте время звучания моноаудиофайла, если при 16-битном кодировании и частоте дискретизации 32кГц его объем равен 700 Кбайт.

*Решение.*

По условию  $I_s = 700 \text{ Кбайт} = 700 \cdot 1024 \text{ байт}$ ,  $F = 32 \text{ кГц} = 32000 \text{ Гц}$ ,  
 $I = 16 \text{ бит} = 2 \text{ байта}$ ,  $N = 1$  (монозапись).

Время звучания файла вычисляется по формуле

$$I_s = F \cdot I \cdot t \cdot N.$$

Тогда  $t = I_s / (F \cdot I \cdot N)$ .

Получим

$$t = (700 \cdot 1024) / (32000 \cdot 2 \cdot 1) = 11,2 \text{ секунды.}$$

*Ответ:* 11,2 секунды.

**ЗАДАЧА 12.** Музыкальный фрагмент записан в формате квадрато (четырёхканальная запись), оцифрован и сохранён в виде файла без сжатия данных. Размер полученного файла без учёта размера заголовка файла – 12 Мбайт. Затем тот же музыкальный фрагмент записан повторно в формате моно и оцифрован с разрешением в 2 раза выше и частотой дискретизации в 1,5 раза меньше, чем в первый раз. Сжатие данных не производилось. Укажите размер в Мбайт файла, полученного при повторной записи.

*Решение.*

Продолжительность звучания для 1-го файла  $I_{s1} = F_1 \cdot I_1 \cdot t_1 \cdot N_1$ , для 2-го файла  $I_{s2} = F_2 \cdot I_2 \cdot t_2 \cdot N_2$ .

По условию  $F_2 = F_1 / 1,5 = (2/3) \cdot F_1$ ;  $t_2 = t_1$ ;  $N_2 = (1/4) \cdot N_1$ ;  $I_2 = 2 \cdot I_1$ .

Тогда для 2-го файла:

$$I_{s2} = (2/3) \cdot F_1 \cdot 2 \cdot I_1 \cdot t_1 \cdot (1/4) \cdot N_1 = 1/3 \cdot I_{s1},$$

$$I_{s2} = 12/3 = 4 \text{ Мбайт.}$$

*Ответ:* 4 Мбайт.

## 5 Процесс передачи информации

Один из наиболее важных информационных процессов – процесс передачи информации. В нем участвуют различные устройства (рисунок 2). Обмен информацией между источником и получателем выполняется по каналу связи. Каналы связи делятся на *симплексные* (информация по ним передается только в одну сторону, пример – телевидение) и *дуплексные* (в них возможна передача информации в обоих направлениях одновременно, примеры – телефон, локальная вычислительная сеть).

*Кодирующее устройство* предназначено для преобразования исходного сообщения источника к виду, удобному для передачи.

*Декодирующее устройство* предназначено для выполнения обратного преобразования кодированного сообщения в исходный вид.

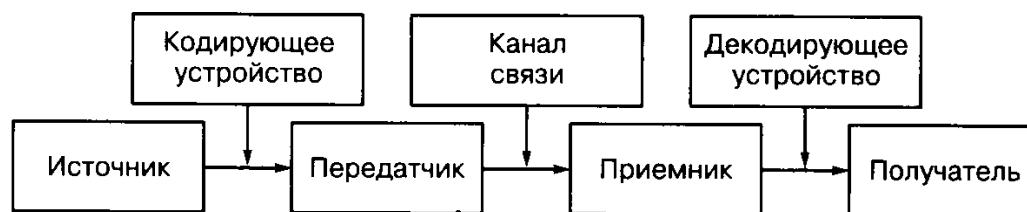


Рисунок 2 – Процесс обмена информацией

Во время передачи информации может произойти ее частичная или полная потеря. Обычно это обусловлено ошибками в технической реализации канала связи, а также различными внешними воздействиями (помехами).

Каналы связи характеризуются *скоростью передачи информации*, *пропускной способностью* и *помехозащищенностью*. Для повышения помехозащищенности канала связи используются специальные методы передачи информации, уменьшающие влияние помех.

*Скорость передачи информации* измеряется в количестве битов, передаваемых за одну секунду («бит/с») (bps – bits per second), т. е. в бодах (boud).

$$V = I / T,$$

где  $V$  – скорость передачи информации,

$I$  – объем передаваемой информации,

$T$  – время передачи информации.

Иногда в качестве единиц измерения скорости передачи информации используется байт в секунду («байт/с») и кратные ему единицы «Кбайт/с» и «Мбайт/с».

*Пропускная способность канала связи* определяется максимальным объемом информации, передаваемым по нему в отсутствие помех:

$$I = V \cdot T.$$

Эта характеристика зависит от физических свойств канала. Пропускная способность показывает реальное количество битов в секунду, передаваемых по каналу связи.

*Время передачи информации по каналу связи* вычисляется по формуле

$$T = I / V.$$

**ЗАДАЧА 13.** Скорость передачи данных через ADSL-соединение равна 128 000 бит/с. Через данное соединение передают файл размером 625 Кбайт. Определите время передачи файла в секундах.

*Решение.*

Переведем 625 Кбайт в биты: 625 Кбайт = 625 · 2<sup>13</sup> бит.

Используя формулу  $T = I / V$ , вычислим

$$\begin{aligned} T &= 625 \cdot 2^{13} / 128\,000 = 625 \cdot 2^{13} / 128 \cdot 1000 = \\ &= 625 \cdot 2^6 / 1000 = 40\,000 / 1000 = 40 \text{ с.} \end{aligned}$$

*Ответ:* 40 секунд.

**ЗАДАЧА 14.** У вас есть доступ к Интернет по высокоскоростному одностороннему каналу, обеспечивающему скорость получения информации 256 Кбит/с. У вашего одноклассника нет скоростного доступа в Интернет, но есть возможность получать информацию от вас по низкоскоростному каналу со средней скоростью 32 Кбит/с. Он договорился с вами, что вы будете скачивать

для него данные объемом 5 Мбайт по высокоскоростному каналу и ретранслировать их ему по низкоскоростному каналу.

Ваш компьютер может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые 512 Кбайт этих данных. Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах) с момента начала скачивания вами данных до полного их получения вашим одnogруппником?

*Решение.*

Время, потраченное на передачу информации от вас к вашему одnogруппнику, состоит из двух частей:

- 1)  $t_1$  – время на получение первых 512 Кбайт вами;
- 2)  $t_2$  – время на передачу 5 Мбайт от вас к нему.

Таким образом, минимально возможный промежуток времени с момента скачивания вами данных до полного их получения вашим одnogруппником составляет  $t = t_1 + t_2$ .

Переведем из Кбит/с в Кбайт/с скорость получения данных вами из Интернета:

$$256 \text{ Кбит/с} = 256/8 \text{ Кбайт/с} = 32 \text{ Кбайт/с}.$$

Вычислим  $t_1$ , используя формулу  $T = I / V$ .

$$t_1 = 512 / 32 = 2^9 / 2^5 = 2^4 = 16 \text{ с}.$$

Переведем скорость передачи информации от вас к вашему одnogруппнику из Кбит/с в Кбайт/с:

$$32 \text{ Кбит/с} = 32/8 \text{ Кбайт/с} = 4 \text{ Кбайт/с}.$$

Вычислим  $t_2$ :

$$t_2 = 5 \cdot 1024 / 4 = 5 \cdot 2^{10} / 2^2 = 5 \cdot 2^8 = 5 \cdot 256 = 1280 \text{ с}.$$

Окончательно получим

$$t = 16 + 1280 = 1296 \text{ с}.$$

*Ответ:* 1296 с.

**ЗАДАЧА 15.** Документ объемом 10 Мбайт можно передать с одного компьютера на другой двумя способами.

а) Сжать архиватором, передать архив по каналу связи, распаковать.

б) Передать по каналу связи без использования архиватора.

Какой способ быстрее и насколько, если:

- средняя скорость передачи данных по каналу связи составляет 218 бит в секунду;

- объем сжатого архиватором документа равен 30% от исходного;

- время, требуемое на сжатие документа – 7 секунд, на распаковку – 1 секунда?

*Решение.*

Рассчитаем время передачи документа для каждого из способов.

а) Общее время складывается из времени сжатия, распаковки и передачи.

Время передачи  $t$  рассчитывается по формуле  $t = I / V$ .

Найдём сжатый объём:  $10 \cdot 0,3 = 3$  Мбайта.

Переведём объём информации из Мбайт в биты:

$$3 \text{ Мбайта} = 3 \cdot 2^{20} \text{ байт} = 3 \cdot 2^{23} \text{ бит.}$$

Найдём общее время:

$$t = 7 + 1 + 3 \cdot 2^{23} / 2^{18} = 8 + 3 \cdot 2^5 \text{ с} = 104 \text{ с.}$$

б) Общее время совпадает с временем передачи:

$$t = 10 \cdot 2^{23} / 2^{18} = 10 \cdot 2^5 \text{ с} = 320 \text{ с.}$$

Следовательно, способ а) быстрее на  $320 - 104 = 216$  с.

*Ответ:* способ а) быстрее на 216 с.

## **6 Задания для самостоятельного решения**

**Задание 1.1.** Конференция длится три дня. В первый и второй день выступают по  $m$  докладчиков, в третий день –  $n$  (таблица 4). Сколько бит информации несет сообщение о том, что профессор Фомин будет выступать с докладом на третий день работы конференции?

Таблица 4 – Исходные данные к задаче 1.1

Вариант	$m$	$n$	Вариант	$m$	$n$	Вариант	$m$	$n$
<b>1</b>	15	20	<b>11</b>	34	17	<b>21</b>	42	56
<b>2</b>	15	45	<b>12</b>	35	70	<b>22</b>	45	60
<b>3</b>	16	8	<b>13</b>	36	18	<b>23</b>	48	64
<b>4</b>	17	34	<b>14</b>	36	108	<b>24</b>	51	68
<b>5</b>	21	18	<b>15</b>	38	76	<b>25</b>	54	27
<b>6</b>	24	112	<b>16</b>	39	78	<b>26</b>	54	72
<b>7</b>	28	84	<b>17</b>	40	80	<b>27</b>	56	48
<b>8</b>	31	62	<b>18</b>	40	120	<b>28</b>	63	54
<b>9</b>	32	96	<b>19</b>	41	123	<b>29</b>	66	88
<b>10</b>	33	44	<b>20</b>	42	36	<b>30</b>	84	72

**Задание 1.2.** За первый семестр студент первого курса Иван Вебер решил  $a$  примеров на интегралы, из них  $b$  примеров были решены верно (таблица 5). Сколько бит информации несет сообщение о том, что вчера Иван решил пример верно?

Таблица 5 – Исходные данные к задаче 1.2

Вариант	$a$	$b$	Вариант	$a$	$b$	Вариант	$a$	$b$
<b>1</b>	128	4	<b>11</b>	40	5	<b>21</b>	48	6
<b>2</b>	32	4	<b>12</b>	60	15	<b>22</b>	52	13
<b>3</b>	88	11	<b>13</b>	36	9	<b>23</b>	56	14
<b>4</b>	68	17	<b>14</b>	76	19	<b>24</b>	64	16
<b>5</b>	16	1	<b>15</b>	44	11	<b>25</b>	16	4
<b>6</b>	24	3	<b>16</b>	112	7	<b>26</b>	32	1
<b>7</b>	72	18	<b>17</b>	72	9	<b>27</b>	64	2
<b>8</b>	48	3	<b>18</b>	64	8	<b>28</b>	64	4
<b>9</b>	84	21	<b>19</b>	16	2	<b>29</b>	32	2
<b>10</b>	20	5	<b>20</b>	32	8	<b>30</b>	64	1



**Задание 1.3.** Автоматическая система информирования склада о необходимости доставки в цех определенных групп расходных материалов устроена так, что по каналу связи на склад передается условный номер расходных материалов (при этом используется одинаковое, но минимально возможное количество бит в двоичном представлении этого числа).

Известно, что был послан запрос на доставку  $m$  групп материалов из  $a$  используемых на производстве (таблица 6). Определите объем посланного сообщения в битах.

Таблица 6 – Исходные данные к задаче 1.3

Вариант	$m$	$a$	Вариант	$m$	$a$	Вариант	$m$	$a$
<b>1</b>	9	19	<b>11</b>	7	21	<b>21</b>	4	14
<b>2</b>	7	31	<b>12</b>	11	31	<b>22</b>	7	17
<b>3</b>	12	27	<b>13</b>	9	27	<b>23</b>	12	23
<b>4</b>	17	32	<b>14</b>	14	32	<b>24</b>	17	45
<b>5</b>	13	28	<b>15</b>	15	28	<b>25</b>	13	32
<b>6</b>	14	31	<b>16</b>	15	31	<b>26</b>	14	43
<b>7</b>	8	22	<b>17</b>	5	22	<b>27</b>	8	21
<b>8</b>	9	25	<b>18</b>	7	25	<b>28</b>	9	23
<b>9</b>	10	26	<b>19</b>	9	26	<b>29</b>	10	29
<b>10</b>	13	28	<b>20</b>	12	28	<b>30</b>	13	27

**Задание 1.4.** Каждый студент института получает электронный пропуск, на котором записаны личный код студента, код специальности, срок действия и некоторая дополнительная информация.

Личный код состоит из  $A$  символов, каждый из которых может быть одной из  $26$  заглавных латинских букв или одним из  $S$  допустимых специальных символов (таблица 7). Для записи кода используют посимвольное кодирование, все символы кодируют одинаковым минимально возможным количеством битов. Для записи кода на пропуске отведено минимально возможное целое число байтов.

Код специальности – натуральное шестизначное число.

Срок действия записывается как номер года (число от 0 до 99, означающее год от 2000 до 2099) и номер месяца.

Код специальности, номер года и номер месяца записаны на пропуске как двоичные числа, каждое из них занимает минимально возможное число битов, а три числа вместе – минимально возможное число байтов.

Всего на пропуске хранится  $R$  байт данных.

Сколько байтов выделено для хранения дополнительных сведений об одном студенте?

Таблица 7 – Исходные данные к задаче 1.4

Вариант	$A$	$S$	$R$	Вариант	$A$	$S$	$R$
<b>1</b>	4	12	19	<b>16</b>	3	17	45
<b>2</b>	25	13	22	<b>17</b>	2	18	47
<b>3</b>	24	14	24	<b>18</b>	8	12	38
<b>4</b>	19	10	26	<b>19</b>	11	18	40
<b>5</b>	18	11	28	<b>20</b>	10	10	35
<b>6</b>	21	17	29	<b>21</b>	13	16	36
<b>7</b>	7	18	31	<b>22</b>	9	16	33
<b>8</b>	15	14	33	<b>23</b>	16	13	31
<b>9</b>	14	15	35	<b>24</b>	8	17	32
<b>10</b>	9	11	37	<b>25</b>	17	12	29
<b>11</b>	12	17	38	<b>26</b>	20	18	31
<b>12</b>	7	13	40	<b>27</b>	22	16	27
<b>13</b>	5	15	42	<b>28</b>	5	11	19
<b>14</b>	4	16	43	<b>29</b>	6	10	22
<b>15</b>	6	14	40	<b>30</b>	23	15	26

**Задание 2.1.** Считая, что каждый символ кодируется одним байтом, оцените информационный объем заданного предложения в битах (таблица 8).

Таблица 8 – Исходные данные к задаче 2.1

<b>Вариант</b>	<b>Предложение</b>
<b>1</b>	Вся семья вместе, так и душа на месте.
<b>2</b>	Где нельзя перескочить, там можно перелезть.
<b>3</b>	Соколу лес не диво, волку зима за обычай.
<b>4</b>	Не тот хорош, кто лицом пригож, а тот хорош, кто для дела гож.
<b>5</b>	Говори с другими поменьше, а с собою побольше.
<b>6</b>	Вешний путь не дорога, а пьяного речь – не беседа.
<b>7</b>	Кто во что горазд, тот тем и промышляет.
<b>8</b>	Волк каждый год линяет, а всё сер бывает.
<b>9</b>	Говоря про чужих, услышишь и про своих.
<b>10</b>	Услужливый дурак опаснее врага.
<b>11</b>	Не беда ошибиться, беда не исправиться.
<b>12</b>	Лучше быть рядовым волком, чем вожаком зайцев.
<b>13</b>	Языком болтай, а рукам волю не давай.
<b>14</b>	От большого ума и глупость большая.
<b>15</b>	Живи по силам, тянись по достатку.
<b>16</b>	Не всякому слуху верь, не всякую правду сказывай.
<b>17</b>	Бежать – и хвост поджечь, а стоя – и меч поднять.
<b>18</b>	Без брата проживешь, а без соседа не прожить.
<b>19</b>	Белый свет не околица, а пустая речь не пословица.
<b>20</b>	Берегись бед, пока их нет, а пришли не отвертисься.
<b>21</b>	Кто малым недоволен, тот большого недостоин.
<b>22</b>	Ближний сосед лучше дальней родни.
<b>23</b>	Борода не в честь, она и у козла есть.
<b>24</b>	Кто боязливо просит, тот учит отказывать.
<b>25</b>	Бранись, бранись, да и на себя оглянись.
<b>26</b>	Был бы сват насквозь свят, кабы душа не просила барыша.
<b>27</b>	В долг брать легко, да отдавать тяжело.
<b>28</b>	В каком народе живешь, того и обычая держись.
<b>29</b>	В ком правды нет, в том и добра мало.
<b>30</b>	Чего глазами не доглядишь, то мошною доплатишь.

**Задание 2.2.** В одной из кодировок Unicode каждый символ кодируется 2 байтами. Из заданного предложения вычеркнули одно слово, стоящее до знака «тире», а также ставшие лишними запяты и пробелы. Размер нового предложения в данной кодировке оказался на  $N$  бит меньше, чем размер исходного предложения (таблица 9). Укажите вычеркнутое слово.

*Для вариантов 1-5: «Ёж, тур, волк, олень, куница, медведь, выхоль, бурозубка – дикие животные».*

*Для вариантов 6-10: «Ока, Урал, Днепр, Енисей, Хатанга, Камчатка, Индигирка – реки России».*

*Для вариантов 11-15: «Оса, моль, пчела, усатка, огневка, пяденица, шелкопряд, древооточец, листовертка – насекомые».*

*Для вариантов 16-20: «R, Io, PHP, Java, Basic, Python, Haskell, Euphoria, Assembler, ColdFusion — языки программирования».*

*Для вариантов 21-25: «J, Go, Ada, Ruby, Swift, Delphi, Nemerle, Euphoria, PureBasic, ColdFusion — языки программирования».*

*Для вариантов 26-30: «Чиж, грач, стриж, гагара, пингвин, ласточка, жаворонок, свиристель, буревестник, вертиголовка — птицы».*

Таблица 9 – Исходные данные к задаче 2.2

Вариант	$N$	Вариант	$N$	Вариант	$N$
<b>1</b>	80	<b>11</b>	96	<b>21</b>	96
<b>2</b>	128	<b>12</b>	80	<b>22</b>	64
<b>3</b>	96	<b>13</b>	112	<b>23</b>	128
<b>4</b>	112	<b>14</b>	128	<b>24</b>	160
<b>5</b>	144	<b>15</b>	144	<b>25</b>	80
<b>6</b>	160	<b>16</b>	64	<b>26</b>	144
<b>7</b>	128	<b>17</b>	128	<b>27</b>	128
<b>8</b>	112	<b>18</b>	96	<b>28</b>	96
<b>9</b>	80	<b>19</b>	176	<b>29</b>	80
<b>10</b>	96	<b>20</b>	80	<b>30</b>	112

**Задание 2.3.** Автоматическое устройство осуществило перекодировку информационного сообщения на русском языке, первоначально записанного в 16-битном коде Unicode, в 8-битную кодировку КОИ-8. Затем из сообщения удалили  $m$  символов. После этого размер сообщения составил  $a$  % от исходного размера (таблица 10). Сколько символов было в исходном сообщении?

Таблица 10 – Исходные данные к задаче 2.3

Вариант	$m$	$a$	Вариант	$m$	$a$	Вариант	$m$	$a$
<b>1</b>	2	40 %	<b>11</b>	9	20 %	<b>21</b>	16	30 %
<b>2</b>	3	40 %	<b>12</b>	10	25 %	<b>22</b>	21	20 %
<b>3</b>	4	25 %	<b>13</b>	11	25 %	<b>23</b>	24	20 %
<b>4</b>	4	40 %	<b>14</b>	12	20 %	<b>24</b>	28	15 %
<b>5</b>	5	25 %	<b>15</b>	12	25 %	<b>25</b>	30	20 %
<b>6</b>	5	40 %	<b>16</b>	13	25 %	<b>26</b>	32	10 %
<b>7</b>	6	40 %	<b>17</b>	14	25 %	<b>27</b>	36	20 %
<b>8</b>	7	25 %	<b>18</b>	14	30 %	<b>28</b>	40	10 %
<b>9</b>	8	25 %	<b>19</b>	15	20 %	<b>29</b>	49	15 %
<b>10</b>	8	30 %	<b>20</b>	15	25 %	<b>30</b>	56	15 %

**Задание 3.1.** Камера делает фотоснимки размером  $a$  на  $b$  пикселей. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Объём файла с изображением не может превышать  $C$  Кбайт без учёта размера заголовка файла (таблица 11). Какое максимальное количество цветов можно использовать в палитре изображения?

Таблица 11 – Исходные данные к задаче 3.1

Вариант	$a$	$b$	$C$	Вариант	$a$	$b$	$C$
<b>1</b>	800	600	100	<b>16</b>	600	400	240
<b>2</b>	1024	768	600	<b>17</b>	600	400	120
<b>3</b>	1024	768	220	<b>18</b>	600	1000	250

Продолжение таблицы 11

Вариант	$a$	$b$	$C$	Вариант	$a$	$b$	$C$
<b>4</b>	768	600	420	<b>19</b>	1600	900	900
<b>5</b>	1600	1200	1024	<b>20</b>	800	600	500
<b>6</b>	640	480	250	<b>21</b>	200	256	65
<b>7</b>	3200	1800	3072	<b>22</b>	512	300	150
<b>8</b>	1280	960	160	<b>23</b>	1024	600	300
<b>9</b>	1600	1200	3800	<b>24</b>	768	600	450
<b>10</b>	1024	768	900	<b>25</b>	1200	900	900
<b>11</b>	640	480	320	<b>26</b>	500	400	200
<b>12</b>	800	600	600	<b>27</b>	256	512	84
<b>13</b>	800	600	400	<b>28</b>	1024	640	256
<b>14</b>	300	200	30	<b>29</b>	640	480	170
<b>15</b>	600	450	90	<b>30</b>	480	80	240

**Задание 3.2.** Для хранения в информационной системе документы сканируются с разрешением  $A$  dpi и цветовой системой, содержащей  $N_1$  цветов. Методы сжатия изображений не используются. Средний размер отсканированного документа составляет  $I_1$  Мбайт. В целях оптимизации было решено перейти на разрешение  $B$  dpi и цветовую систему, содержащую  $N_2$  цветов. Средний размер документа, отсканированного с изменёнными параметрами, составляет  $I_2$  Кбайт (таблица 12). Определите величину неизвестного параметра.

Таблица 12 – Исходные данные к задаче 3.2

Вариант	$A$	$B$	$N_1$	$N_2$	$I_1$	$I_2$	Вариант	$A$	$B$	$N_1$	$N_2$	$I_1$	$I_2$
<b>1</b>	?	400	$2^8$	$2^9$	4	$2^{11}$	<b>16</b>	300	150	$2^{12}$	?	1	128
<b>2</b>	300	?	$2^8$	64	6	512	<b>17</b>	400	150	$2^9$	$2^8$	?	256
<b>3</b>	400	100	?	64	2	96	<b>18</b>	200	300	$2^{16}$	$2^{24}$	8	?
<b>4</b>	300	100	$2^{24}$	?	3	128	<b>19</b>	?	300	$2^{13}$	$2^8$	13	$2^{11}$
<b>5</b>	600	300	$2^{24}$	16	?	128	<b>20</b>	400	?	$2^{10}$	32	8	$2^{10}$

Продолжение таблицы 12

Вариант	$A$	$B$	$N_1$	$N_2$	$I_1$	$I_2$	Вариант	$A$	$B$	$N_1$	$N_2$	$I_1$	$I_2$
6	600	300	$2^{24}$	$2^8$	12	?	21	300	150	?	16	5	512
7	?	300	$2^{24}$	64	16	$2^{10}$	22	400	100	$2^{24}$	?	6	64
8	300	?	$2^{16}$	$2^8$	16	$2^{11}$	23	600	150	$2^{24}$	$2^{16}$	?	256
9	300	200	?	$2^8$	9	$2^{11}$	24	300	150	$2^{24}$	$2^{16}$	18	?
10	600	200	$2^{12}$	?	3	256	25	?	200	$2^{12}$	$2^9$	3	$2^{10}$
11	400	100	64	$2^9$	?	192	26	300	?	$2^9$	$2^{13}$	13	$2^{10}$
12	600	300	$2^{24}$	$2^{16}$	18	?	27	300	150	?	16	4	512
13	?	150	$2^{10}$	$2^7$	5	896	28	600	100	$2^8$	?	3	128
14	600	?	$2^{16}$	$2^7$	18	224	29	600	150	$2^{12}$	$2^8$	?	384
15	400	200	?	16	5	320	30	600	200	$2^8$	64	9	?

**Задание 3.3.** Для хранения растрового изображения размером  $a \times b$  пикселей отведено  $I_1$  Кбайт памяти. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. После сохранения информации о пикселях изображение сжимается. После сжатия изображение имеет размер, равный  $m$  % от исходного. К сжатому изображению дописывается заголовок файла размером  $I_2$  Кбайт (таблица 13). Какое максимальное количество цветов можно использовать в изображении?

Таблица 13 – Исходные данные к задаче 3.3

Вариант	$a$	$b$	$I_1$	$I_2$	$m$	Вариант	$a$	$b$	$I_1$	$I_2$	$m$
1	1200	1800	1024	40	75	16	1000	3300	1320	20	60
2	1366	1280	2048	40	25	17	800	2800	700	24	60
3	1200	1600	1850	20	20	18	1000	1600	2100	40	40
4	800	1024	300	16	40	19	1280	1280	1600	64	40
5	800	630	270	4	35	20	6400	960	2270	64	25
6	640	480	230	2	25	21	768	960	900	24	15
7	486	720	80	2	15	22	640	1600	860	16	35
8	192	960	90	2	35	23	1280	768	1600	24	55
9	1024	768	600	36	55	24	640	1280	1400	8	40

Продолжение таблицы 13

Вариант	$a$	$b$	$I_1$	$I_2$	$m$	Вариант	$a$	$b$	$I_1$	$I_2$	$m$
10	1024	256	160	6	40	25	480	800	768	8	25
11	1024	256	165	4	25	26	768	1024	1200	32	25
12	500	400	200	8	35	27	1024	640	1200	28	20
13	490	1024	490	44	35	28	960	640	768	4	40
14	560	5120	1400	36	40	29	480	1600	1200	20	35
15	880	1600	550	24	75	30	256	768	960	4	20

**Задание 4.1.** Производится звукозапись с частотой дискретизации  $F$  кГц и глубиной кодирования (разрешением)  $i$  бита. Запись длится  $t$  минут, а ее результаты записываются в файл (таблица 14). Сжатие данных не производится. Определите размер полученного файла в Кбайтах и Мбайтах.

Таблица 14 – Исходные данные к задаче 4.1

Вариант	Формат записи	$F$	$i$	$t$	Вариант	Формат записи	$F$	$i$	$t$
1	моно	11	24	7	16	моно	16	32	4
2	стерео	48	24	1	17	стерео	48	24	1
3	квадро	32	24	1	18	квадро	32	32	3
4	моно	8	16	9	19	моно	22	16	6
5	стерео	16	24	8	20	стерео	22	24	2
6	квадро	64	32	2	21	квадро	48	32	1
7	моно	16	32	5	22	моно	16	32	8
8	стерео	8	24	4	23	стерео	11	16	6
9	квадро	32	16	3	24	квадро	16	32	2
10	моно	48	16	2	25	моно	48	16	2
11	стерео	16	32	12	26	стерео	16	32	9
12	квадро	48	24	1	27	квадро	32	24	3
13	моно	16	32	12	28	моно	16	32	11
14	стерео	32	16	5	29	стерео	16	24	5
15	квадро	16	24	2	30	квадро	48	32	2



**Задание 4.2.** Проводилась звукозапись в формате  $N$  с частотой дискретизации  $F$  кГц и разрешением  $i$  бит. В результате был получен файл размером  $I$  Мбайт, сжатие данных не производилось (таблица 15). Определите время, в течение которого проводилась запись.

Таблица 15 – Исходные данные к задаче 4.2

Вариант	$N$	$F$	$i$	$I$	Вариант	$N$	$F$	$i$	$I$
<b>1</b>	моно	16	32	20	<b>16</b>	7.1	8	24	120
<b>2</b>	стерео	16	24	60	<b>17</b>	квадро	8	32	30
<b>3</b>	квадро	16	24	48	<b>18</b>	моно	16	24	3
<b>4</b>	7.1	16	8	60	<b>19</b>	стерео	48	24	3
<b>5</b>	моно	16	32	3	<b>20</b>	квадро	24	16	48
<b>6</b>	стерео	48	16	2	<b>21</b>	моно	16	8	32
<b>7</b>	квадро	32	24	30	<b>22</b>	стерео	64	24	120
<b>8</b>	моно	16	24	48	<b>23</b>	квадро	16	32	60
<b>9</b>	стерео	48	32	16	<b>24</b>	моно	48	32	16
<b>10</b>	квадро	32	32	60	<b>25</b>	стерео	16	24	4
<b>11</b>	7.1	8	24	96	<b>26</b>	стерео	16	32	2
<b>12</b>	моно	16	16	48	<b>27</b>	7.1	8	32	60
<b>13</b>	стерео	48	32	6	<b>28</b>	квадро	32	24	20
<b>14</b>	квадро	8	32	16	<b>29</b>	стерео	32	24	120
<b>15</b>	моно	16	32	1	<b>30</b>	7.1	16	24	120

**Задание 4.3.** Музыкальный фрагмент записан в формате 7.1, оцифрован и сохранён в виде файла без сжатия данных. Размер полученного файла без учёта размера заголовка файла –  $I$  Мбайт.

Затем тот же музыкальный фрагмент записан повторно без сжатия данных в другом формате и оцифрован с разрешением в  $A$  раз выше и частотой дискретизации в  $B$  раз меньше, чем в первый раз (таблица 16).

Укажите размер полученного при повторной записи файла в Мбайт.

Таблица 16 – Исходные данные к задаче 4.3

Вариант	Формат записи	<i>I</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	Вариант	Формат записи	<i>I</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
<b>1</b>	моно	42	5	3,5	<b>16</b>	моно	30	1,5	2,5
<b>2</b>	стерео	20	2	4	<b>17</b>	стерео	24	2	3
<b>3</b>	квадро	18	2,5	5	<b>18</b>	квадро	21	2,5	3,5
<b>4</b>	моно	24	3	1,5	<b>19</b>	моно	42	3	3,5
<b>5</b>	стерео	24	3,5	2	<b>20</b>	стерео	24	3,5	4
<b>6</b>	квадро	12	4	2,5	<b>21</b>	квадро	24	4	5
<b>7</b>	моно	24	5	3	<b>22</b>	моно	12	5	1,5
<b>8</b>	стерео	28	1,5	3,5	<b>23</b>	стерео	20	1,5	2
<b>9</b>	квадро	21	2	3,5	<b>24</b>	квадро	36	2	2,5
<b>10</b>	моно	48	2,5	4	<b>25</b>	моно	24	2,5	3
<b>11</b>	стерео	30	3	5	<b>26</b>	стерео	21	3	3,5
<b>12</b>	квадро	15	3,5	1,5	<b>27</b>	квадро	16	3,5	4
<b>13</b>	моно	34	4	2	<b>28</b>	моно	35	2	3,5
<b>14</b>	стерео	30	4,5	2,5	<b>29</b>	стерео	24	2,5	3
<b>15</b>	квадро	18	2	3	<b>30</b>	квадро	18	2	4,5

**Задание 5.1.** Вам необходимо сдать текстовый документ с отчетом по лабораторной работе преподавателю на проверку, передав его с одного компьютера на другой. Это можно сделать двумя способами.

- а) Сжать архиватором, передать архив по каналу связи, распаковать.
- б) Передать по каналу связи без использования архиватора.

Определите, какой способ быстрее и насколько, если:

- объем документа составляет *a* Мбайт (таблица 17);
- средняя скорость передачи данных по каналу связи равна *v* бит в секунду;
- объем сжатого архиватором документа равен *n*% от исходного;
- на сжатие документа требуется *t*<sub>1</sub> секунд, на распаковку – *t*<sub>2</sub> секунд.

Таблица 17 – Исходные данные к задаче 5.1

Вариант	$a$	$\nu$	$n$	$t_1$	$t_2$	Вариант	$a$	$\nu$	$n$	$t_1$	$t_2$
<b>1</b>	5	$2^{18}$	80	35	3	<b>16</b>	8	$2^{20}$	12,5	14	2
<b>2</b>	5	$2^{18}$	20	7	1	<b>17</b>	30	$2^{22}$	90	16	2
<b>3</b>	10	$2^{18}$	25	8	2	<b>18</b>	16	$2^{22}$	75	14	3
<b>4</b>	12	$2^{22}$	75	13	3	<b>19</b>	20	$2^{20}$	20	5	1
<b>5</b>	12	$2^{20}$	25	22	2	<b>20</b>	6	$2^{20}$	25	18	2
<b>6</b>	20	$2^{20}$	25	18	2	<b>21</b>	20	$2^{21}$	90	14	3
<b>7</b>	10	$2^{23}$	70	15	2	<b>22</b>	15	$2^{20}$	20	18	2
<b>8</b>	10	$2^{20}$	30	18	2	<b>23</b>	20	$2^{20}$	25	11	2
<b>9</b>	5	$2^{20}$	20	18	2	<b>24</b>	16	$2^{21}$	75	14	3
<b>10</b>	80	$2^{25}$	35	15	3	<b>25</b>	16	$2^{21}$	25	12	3
<b>11</b>	8	$2^{22}$	12,5	14	2	<b>26</b>	40	$2^{22}$	90	16	2
<b>12</b>	30	$2^{20}$	30	18	2	<b>27</b>	20	$2^{22}$	90	14	3
<b>13</b>	40	$2^{21}$	90	16	2	<b>28</b>	40	$2^{21}$	10	12	2
<b>14</b>	30	$2^{21}$	90	16	2	<b>29</b>	12	$2^{21}$	25	13	3
<b>15</b>	10	$2^{22}$	80	12	3	<b>30</b>	12	$2^{21}$	75	13	3

**Задание 5.2.** У вас есть доступ к Интернет по высокоскоростному одностороннему каналу, обеспечивающему скорость получения информации  $V_1$  бит/с. У вашего одноклассника нет скоростного доступа в Интернет, но есть возможность получать информацию от вас по низкоскоростному каналу со средней скоростью  $V_2$  бит/с. Он договорился с вами, что вы будете скачивать для него данные объемом  $I$  Мбайт по высокоскоростному каналу и ретранслировать их ему по низкоскоростному каналу (таблица 18).

Ваш компьютер может начать ретрансляцию данных не раньше, чем им будут получены первые  $i$  Кбайт этих данных.

Каков минимально возможный промежуток времени (в секундах) с момента начала скачивания вами данных до полного их получения вашим одnogруппником?

Таблица 18 – Исходные данные к задаче 5.2

Вариант	$V_1$	$V_2$	$I$	$i$	Вариант	$V_1$	$V_2$	$I$	$i$
<b>1</b>	$2^{24}$	$2^{18}$	32	4096	<b>16</b>	$2^{24}$	$2^{15}$	24	224
<b>2</b>	$2^{22}$	$2^{19}$	8	512	<b>17</b>	$2^{22}$	$2^{16}$	22	1024
<b>3</b>	$2^{23}$	$2^{16}$	40	128	<b>18</b>	$2^{23}$	$2^{19}$	17	196
<b>4</b>	$2^{17}$	$2^{15}$	5	1024	<b>19</b>	$2^{17}$	$2^{14}$	36	768
<b>5</b>	$2^{19}$	$2^{14}$	20	2048	<b>20</b>	$2^{19}$	$2^{16}$	22	1024
<b>6</b>	$2^{19}$	$2^{15}$	5	512	<b>21</b>	$2^{19}$	$2^{15}$	8	256
<b>7</b>	$2^{18}$	$2^{15}$	11	512	<b>22</b>	$2^{18}$	$2^{16}$	18	1024
<b>8</b>	$2^{17}$	$2^{16}$	8	1024	<b>23</b>	$2^{17}$	$2^{15}$	8	512
<b>9</b>	$2^{18}$	$2^{14}$	6	512	<b>24</b>	$2^{18}$	$2^{14}$	7	256
<b>10</b>	$2^{19}$	$2^{15}$	10	1024	<b>25</b>	$2^{19}$	$2^{15}$	18	512
<b>11</b>	$2^{17}$	$2^{15}$	4	512	<b>26</b>	$2^{17}$	$2^{16}$	24	768
<b>12</b>	$2^{20}$	$2^{13}$	9	1024	<b>27</b>	$2^{20}$	$2^{18}$	17	1024
<b>13</b>	$2^{20}$	$2^{16}$	11	1024	<b>28</b>	$2^{20}$	$2^{17}$	9	256
<b>14</b>	$2^{18}$	$2^{13}$	16	256	<b>29</b>	$2^{18}$	$2^{15}$	12	512
<b>15</b>	$2^{17}$	$2^{14}$	14	512	<b>30</b>	$2^{17}$	$2^{13}$	15	768

**Задание 5.3.** Музыкальный фрагмент был оцифрован и записан в виде файла без использования сжатия данных. Получившийся файл был передан по каналу связи А за  $t_1$  секунды.

Затем тот же музыкальный фрагмент был оцифрован повторно. При этом разрешение было увеличено в  $m$  раз, а частота дискретизации – в  $n$  раз. Сжатие данных не производилось. Полученный файл был передан по каналу связи Б за  $t_2$  секунд (таблица 19). Определите, у какого канала и во сколько раз выше пропускная способность.

Таблица 19 – Исходные данные к задаче 5.3

Вариант	$t_1$	$t_2$	$m$	$n$	Вариант	$t_1$	$t_2$	$m$	$n$
<b>1</b>	45	10	0,5	4	<b>16</b>	32	144	3	3
<b>2</b>	30	20	0,5	1/3	<b>17</b>	56	42	1/8	3
<b>3</b>	40	10	3	1/6	<b>18</b>	24	4	2	1/3
<b>4</b>	45	30	0,5	4	<b>19</b>	80	90	0,25	1,5
<b>5</b>	30	5	2	1/3	<b>20</b>	150	50	1/3	2
<b>6</b>	54	36	1/3	4	<b>21</b>	12	36	2	3
<b>7</b>	45	15	0,25	12	<b>22</b>	28	48	3	1/7
<b>8</b>	66	22	0,5	4	<b>23</b>	15	10	1/3	4
<b>9</b>	75	90	2	3	<b>24</b>	50	600	3	2
<b>10</b>	96	16	4	1/3	<b>25</b>	120	60	3	2/3
<b>11</b>	30	10	2	2/3	<b>26</b>	40	12	3	0,5
<b>12</b>	15	10	2	2/3	<b>27</b>	9	30	1/3	2
<b>13</b>	26	26	0,5	6	<b>28</b>	16	2	3	1/6
<b>14</b>	88	264	4	3	<b>29</b>	96	16	2	1/3
<b>15</b>	100	15	3	0,25	<b>30</b>	99	33	2	2

**Задание 5.4.** Камера снимает видео без звука с частотой  $f_1$  кадров в секунду, а изображения используют палитру, содержащую  $n_1$  цветов. Параллельно производится запись звука в формате  $m_1$ . 1 минута видеоряда в среднем занимает  $I_v$  Мбайт, 1 минута звуковой дорожки занимает в среднем  $I_s$  Мбайт (таблица 20).

При записи файла на сервер полученное видео преобразуют так, что частота кадров уменьшается до  $f_2$ , а изображения преобразуют в формат, использующий палитру из  $n_2$  цветов. Звук перезаписывается в формате  $m_2$ , при этом частота дискретизации уменьшается в  $a$  раз, а глубина кодирования уменьшается в  $b$  раз. Другие преобразования и иные методы сжатия не используются. Сколько Мбайт в среднем занимает 1 минута преобразованного видео со звуком?

Таблица 20 – Исходные данные к задаче 5.4

Вариант	$f_1$	$f_2$	$n_1$	$n_2$	$I_v$	$I_s$	$m_1$	$m_2$	$a$	$b$
1	24	24	$2^{24}$	256	36	6	стерео	моно	2	1,5
2	60	30	$2^{24}$	64	12	8	7.1	стерео	2	2
3	120	24	$2^{16}$	256	25	9	квадро	моно	1,5	3
4	120	30	$2^{16}$	1024	16	6	стерео	моно	1,5	4
5	60	20	$2^{12}$	256	36	9	7.1	моно	1,5	1,5
6	30	30	$2^{24}$	$2^{12}$	20	6	квадро	стерео	3	2
7	24	6	$2^{22}$	$2^{14}$	11	6	стерео	моно	4	3
8	60	30	$2^{20}$	32	10	9	7.1	стерео	2	1,5
9	120	60	$2^{18}$	512	15	8	квадро	моно	2	4
10	120	30	$2^{16}$	256	20	8	стерео	моно	2	2
11	60	60	$2^{16}$	$2^{14}$	10	9	7.1	моно	3	1,5
12	30	20	$2^{12}$	1024	18	6	квадро	стерео	1,5	2
13	24	24	1024	256	10	9	стерео	моно	3	1,5
14	60	40	$2^{24}$	$2^{16}$	18	8	7.1	стерео	2	2
15	120	40	$2^{16}$	$2^{14}$	12	12	квадро	стерео	4	3
16	60	30	$2^{16}$	256	16	8	стерео	моно	2	4
17	60	20	$2^{24}$	64	18	12	7.1	моно	2	1,5
18	30	20	$2^{16}$	1024	24	8	квадро	стерео	2	2
19	24	24	$2^{14}$	128	20	9	стерео	моно	1,5	3
20	60	30	$2^{12}$	1024	21	6	7.1	стерео	1,5	4
21	120	60	1024	32	20	9	квадро	моно	3	1,5
22	120	30	$2^{24}$	$2^{16}$	21	12	стерео	моно	3	2
23	60	30	$2^{16}$	$2^{14}$	20	12	7.1	моно	4	1,5
24	30	20	$2^{18}$	512	21	8	квадро	стерео	2	4
25	120	24	$2^{14}$	128	20	9	квадро	моно	1,5	3
26	120	30	$2^{12}$	64	20	6	стерео	моно	1,5	4
27	24	24	$2^{24}$	1024	18	6	стерео	моно	2	3
28	60	40	$2^{20}$	32	30	8	7.1	квадро	2	4
29	60	20	$2^{18}$	$2^{12}$	36	6	квадро	моно	2	1,5
30	120	60	$2^{16}$	256	20	4	стерео	моно	2	2

## **Библиографический список**

1. Волк, В.К. Информатика: учебное пособие для вузов / В.К. Волк. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 207 с.
2. Гаврилов, М.В. Информатика и информационные технологии: учебник для прикладного бакалавриата / М.В. Гаврилов, В.А. Климов. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 383 с.
3. Иопа, Н.И. Информатика (для технических направлений): учебное пособие / Н.И. Иопа. – М.: КНОРУС, 2012. – 470 с.
4. Хлебников, А.А. Информационные технологии: учебник / А.А. Хлебников. – М.: КНОРУС, 2016. – 466 с.
5. Черпаков, И.В. Теоретические основы информатики: учебник и практикум для вузов / И.В. Черпаков. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 353 с.

Учебное издание

**Гречушкина** Нина Владимировна

**Тихонова** Оксана Валентиновна

**ИЗМЕРЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ.  
КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ЭВМ**

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Тираж 5 экз.  
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета  
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53