

## Измерение информации

### Ключевые слова:

- бит
- информационный вес символа
- информационный объём сообщения
- единицы измерения информации

### 1.6.1. Алфавитный подход к измерению информации

Одно и то же сообщение может нести много информации для одного человека и не нести её совсем для другого человека. При таком подходе количество информации определить однозначно затруднительно.

Алфавитный подход позволяет измерить информационный объём сообщения, представленного на некотором языке (естественном или формальном), независимо от его содержания.

Для количественного выражения любой величины необходима, прежде всего, единица измерения. Измерение осуществляется путём сопоставления измеряемой величины с единицей измерения. Сколько раз единица измерения «укладывается» в измеряемой величине, таков и результат измерения.

При алфавитном подходе считается, что каждый символ некоторого сообщения имеет определённый информационный вес — несёт фиксированное количество информации. Все символы одного алфавита имеют один и тот же вес, зависящий от мощности алфавита. Информационный вес символа двоичного алфавита принят за минимальную единицу измерения информации и называется 1 бит.

Обратите внимание, что название единицы измерения информации «бит» (*bit*) происходит от английского словосочетания *binary digit* — «двоичная цифра».





За минимальную единицу измерения информации принят **1 бит**. Считается, что таков информационный вес символа двоичного алфавита.

## 1.6.2. Информационный вес символа произвольного алфавита

Ранее мы выяснили, что алфавит любого естественного или формального языка можно заменить двоичным алфавитом. При этом мощность исходного алфавита  $N$  связана с разрядностью двоичного кода  $i$ , требуемой для кодирования всех символов исходного алфавита, соотношением:  $N = 2^i$ .

Разрядность двоичного кода принято считать информационным весом символа алфавита. Информационный вес символа алфавита выражается в битах.



Информационный вес символа алфавита  $i$  и мощность алфавита  $N$  связаны между собой соотношением:  $N = 2^i$ .



**Задача 1.** Алфавит племени Пульти содержит 8 символов. Каков информационный вес символа этого алфавита?

*Решение.* Составим краткую запись условия задачи.

$$\begin{array}{l} N = 8 \\ i - ? \end{array}$$

Известно соотношение, связывающее величины  $i$  и  $N$ :  $N = 2^i$ .

С учётом исходных данных:  $8 = 2^i$ . Отсюда:  $i = 3$ .

Полная запись решения в тетради может выглядеть так:

$$\begin{array}{l|l|l} N = 8 & N = 2^i & 8 = 2^i, i = 3 \text{ бита} \\ i - ? & & \end{array}$$

*Ответ:* 3 бита.

## 1.6.3. Информационный объём сообщения

Информационный объём сообщения (количество информации в сообщении), представленного символами естественного или формального языка, складывается из информационных весов составляющих его символов.



Информационный объём сообщения  $I$  равен произведению количества символов в сообщении  $K$  на информационный вес символа алфавита  $i$ :  
 $I = K \cdot i$ .

**Задача 2.** Сообщение, записанное буквами 32-символьного алфавита, содержит 140 символов. Какое количество информации оно несёт?

*Решение.*

$$\begin{array}{l|l} N = 32 & I = K \cdot i, \quad N = 2^i \quad | \quad 32 = 2^i, \quad i = 5, \quad I = 140 \cdot 5 = 700 \text{ (битов)} \\ K = 140 & \\ I - ? & \end{array}$$

*Ответ:* 700 битов.

**Задача 3.** Информационное сообщение объёмом 720 битов состоит из 180 символов. Какова мощность алфавита, с помощью которого записано это сообщение?

*Решение.*

$$\begin{array}{l|l|l} I = 720 & N = 2^i, & i = 720/180 = 4 \text{ (бита)} \\ K = 180 & I = K \cdot i, \quad i = I/K & N = 2^4 = 16 \text{ (символов)} \\ N - ? & \end{array}$$

*Ответ:* 16 символов.

#### 1.6.4. Единицы измерения информации

В наше время подготовка текстов в основном осуществляется с помощью компьютеров. Можно говорить о «компьютерном алфавите», включающем следующие символы: строчные и прописные русские и латинские буквы, цифры, знаки препинания, знаки арифметических операций, скобки и др. Такой алфавит содержит 256 символов. Поскольку  $256 = 2^8$ , информационный вес каждого символа этого алфавита равен 8 битам. Величина, равная восьми битам, называется **байтом**. 1 байт — информационный вес символа алфавита мощностью 256.

---


$$1 \text{ байт} = 8 \text{ битов}$$


---

Бит и байт — «мелкие» единицы измерения. На практике для измерения информационных объёмов используются более крупные единицы:

---


$$1 \text{ килобайт} = 1 \text{ Кб} = 1024 \text{ байта} = 2^{10} \text{ байтов}$$

$$1 \text{ мегабайт} = 1 \text{ Мб} = 1024 \text{ Кб} = 2^{10} \text{ Кб} = 2^{20} \text{ байтов}$$

$$1 \text{ гигабайт} = 1 \text{ Гб} = 1024 \text{ Мб} = 2^{10} \text{ Мб} = 2^{20} \text{ Кб} = 2^{30} \text{ байтов}$$

$$1 \text{ терабайт} = 1 \text{ Тб} = 1024 \text{ Гб} = 2^{10} \text{ Гб} = 2^{20} \text{ Мб} = 2^{30} \text{ Кб} = 2^{40} \text{ байтов}$$


---



**Задача 4.** Информационное сообщение объёмом 4 Кбайта состоит из 4096 символов. Каков информационный вес символа используемого алфавита? Сколько символов содержит алфавит, с помощью которого записано это сообщение?

*Решение.*

$$\begin{array}{l|l|l} I = 4 \text{ Кб} & I = 4 \text{ Кб} = 4 \cdot 1024 \cdot 8 \text{ битов} & N = 2^i, \\ K = 4096 & & I = K \cdot i, \quad i = I/K \\ i = ? \quad N = ? & & \end{array}$$

$$i = 4 \cdot 1024 \cdot 8 / 4096 = 8 \text{ битов}$$

$$N = 2^8 = 256 \text{ символов}$$

*Ответ:* 8 битов, 256 символов.



**Задача 5.** В велокроссе участвуют 128 спортсменов. Специальное устройство регистрирует прохождение каждым из участников промежуточного финиша, записывая его номер цепочкой из нулей и единиц минимальной длины, одинаковой для каждого спортсмена. Каков будет информационный объём сообщения, записанного устройством после того, как промежуточный финиш пройдут 80 велосипедистов?

*Решение.* Номера 128 участников кодируются с помощью двоичного алфавита. Требуемая разрядность двоичного кода (длина цепочки) равна 7, так как  $128 = 2^7$ . Иначе говоря, зафиксированное устройством сообщение о том, что промежуточный финиш прошёл один велосипедист, несёт 7 битов информации. Когда промежуточный финиш пройдут 80 спортсменов, устройство запишет  $80 \cdot 7 = 560$  битов, или 70 байтов информации.

*Ответ:* 70 байтов.

## САМОЕ ГЛАВНОЕ

При алфавитном подходе считается, что каждый символ некоторого сообщения имеет определённый информационный вес — несёт фиксированное количество информации.

1 бит — минимальная единица измерения информации.

Информационный вес символа алфавита  $i$  и мощность алфавита  $N$  связаны между собой соотношением:  $N = 2^i$ .

Информационный объём сообщения  $I$  равен произведению количества символов в сообщении  $K$  на информационный вес символа алфавита  $i$ :  $I = K \cdot i$ .

1 байт = 8 битов.

Байт, килобайт, мегабайт, гигабайт, терабайт — единицы измерения информации. Каждая следующая единица больше предыдущей в 1024 ( $2^{10}$ ) раза.

## Вопросы и задания



1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.
2. В чём суть алфавитного подхода к измерению информации?
3. Что принято за минимальную единицу измерения информации?
4. Что нужно знать для определения информационного веса символа алфавита некоторого естественного или формального языка?
5. Определите информационный вес  $i$  символа алфавита мощностью  $N$ , заполняя таблицу:

$N$	$N = 2^i$	$i$ (битов)
8		
32		
64		
128		
256		

6. Как определить информационный объём сообщения, представленного символами некоторого естественного или формального языка?
7. Определите количество информации в сообщении из  $K$  символов алфавита мощностью  $N$ , заполняя таблицу:

$N$	$N = 2^i$	$i$ (битов)	$K$	$I = K \cdot i$ (битов)
8			200	
16			110	
64			120	
128			100	
256			80	

8. Племя Мульти пишет письма, пользуясь 16-символьным алфавитом. Племя Пульти пользуется 32-символьным алфавитом. Вожди племён обменялись письмами. Письмо племени Мульти содержит 120 символов, а письмо племени Пульти — 96. Сравните информационные объёмы сообщений, содержащихся в письмах.





9. Информационное сообщение объёмом 650 битов состоит из 130 символов. Каков информационный вес каждого символа этого сообщения?
10. Выразите количество информации в различных единицах, заполняя таблицу:

Бит	Байт	Кб
24 576		
	2048	
		1,5
$2^{13}$		
	$2^{11}$	
		4 ( $2^2$ )



11. Информационное сообщение объёмом 375 байтов состоит из 500 символов. Каков информационный вес каждого символа этого сообщения? Какова мощность алфавита, с помощью которого было записано это сообщение?



12. Для записи текста использовался 64-символьный алфавит. Какое количество информации в байтах содержат 3 страницы текста, если на каждой странице расположено 40 строк по 60 символов в строке?



13. Сообщение занимает 6 страниц по 40 строк, в каждой строке записано по 60 символов. Информационный объём всего сообщения равен 9000 байтам. Каков информационный вес одного символа? Сколько символов в алфавите языка, на котором записано это сообщение?



14. Метеорологическая станция ведёт наблюдение за влажностью воздуха. Результатом одного измерения является целое число от 0 до 100 процентов, которое записывается цепочкой из нулей и единиц минимальной длины, одинаковой для каждого измерения. Станция сделала 8192 измерения. Определите информационный объём результатов наблюдений.



15. Племя Пульти пользуется 32-символьным алфавитом. Свод основных законов племени хранится на 512 глиняных табличках, на каждую из которых нанесено ровно 256 символов. Какое количество информации содержится на каждом носителе? Какое количество информации заключено во всём своде законов?