

Измерение информации

Единицы измерения информации

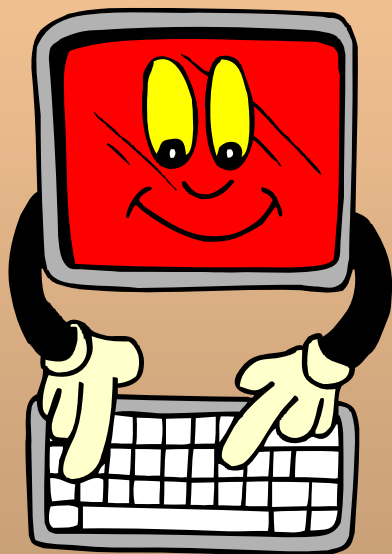
Алфавит двоичной системы состоит из 2-х символов: 0 и 1. Принято считать, что 1 означает наличие сигнала, 0 – его отсутствие. Один двоичный символ получил название «бит» (от англ. Аббревиатуры bit (**b**inary **d**igit), что означает двоичная цифра).

Любой символ, букву, цифру можно представить кодом, состоящим из 8 бит.

Приняты следующие обозначения для измерения количества информации:

Бит – минимальная единица измерения информации.

1 байт (Б) = 8 бит (б)



Вычислите, какое количество информации в битах содержится в 1 килобайте, 1 мегабайте, 1 гигабайте и 1 терабайте.

Содержательный подход

Информация для человека – **это знания**, которые он получает из различных источников.



Поступающее человеку *сообщение информативно* (содержит ненулевую информацию), если оно пополняет знания человека, если содержащиеся в нём сведения являются новыми и понятными.

Если сведения старые, известные или непонятные, то *сообщение неинформативно* (содержит нулевую информацию).

ПРИМЕР.

Вчерашняя, полностью прочитанная газета (не пополняет знания человека) - количество информации данного источника = 0.

Свежая газета (пополняет знания человека) - количество информации данного источника $\neq 0$.



Какой из следующих источников содержит для вас ненулевую информацию?

книга на китайском языке; сборник стихов С. Маршака, которые вы знаете наизусть; учебник математики для девятого класса; прогноз погоды на завтра.

Вычисление количества информации

задание

1

Определите, какое из сообщений содержит для вас информацию.

- Площадь Тихого океана – 179 млн. кв. км.
- Москва – столица России
- Вчера весь день шёл дождь.
- Завтра ожидается солнечная погода.
- Дивергенция однородного векторного поля равна нулю.
- Dog – собака (по-английски).
- $2 \times 2 = 4$.

Содержательный подход

Получение новой информации приводит к расширению знаний – к *уменьшению неопределенности знаний*.

ПРИМЕР 1.

Ученик сдал тетрадь с выполненной контрольной работой. Он не знает оценку за работу, мучается неопределенностью. Наконец, учитель объявляет результат. Ученик получает сообщение, которое приносит полную определенность, теперь он знает оценку. Ученик получил информацию.



Подход к информации как мере уменьшения неопределенности знаний позволяет количественно измерять информацию.

Сообщение, уменьшающее неопределенность знаний в два раза, несёт **1 бит** информации.

Существует формула, которая связывает количество возможных информационных сообщений **N** и количество информации **I**, которое несет полученное сообщение.

$$N = 2^I$$

Вычисление количества информации

ПРИМЕР 2.

Вы бросаете монету, загадывая, что выпадет: орёл или решка? Какое количество информации вы при этом получите?

Есть всего два варианта возможного результата (орел или решка). Перед бросанием монеты неопределенность знаний N равна 2. Ответ получим из решения уравнения $2^i=2$, откуда следует $i = 1$ бит. Таким образом, сообщение о результате жребия несёт 1 бит информации.

ПРИМЕР 3.

В барабане для розыгрыша лотереи находится 32 шара. Сколько информации содержит сообщение о первом выпавшем номере (например, выпал номер 15)?

Перед розыгрышем неопределенность знаний N равна 32. Количество информации об одном выпавшем номере находим из уравнения: $2^i=32$, откуда следует $i = 5$ бит. Ответ не зависит от того, какой именно номер выпал.

ПРИМЕР 4.

При угадывании целого числа в диапазоне от 1 до N было получено 7 бит информации. Чему равно N ?

Значение N определяется по формуле $N = 2^i$. После подстановки $i = 7$, получаем $N = 2^7 = 128$. Получаем, неопределенность знаний (всего чисел) = 128.

Таблица решений уравнения

$$N = 2^i$$

N	i	N	i	N	i	N	i
1	0.00000	17	4.08746	33	5.04439	49	5.61471
2	1.00000	18	4.16993	34	5.08746	50	5.64386
3	1.58496	19	4.24793	35	5.12928	51	5.67243
4	2.00000	20	4.32193	36	5.16993	52	5.70044
5	2.32193	21	4.39232	37	5.20945	53	5.72792
6	2.58496	22	4.45943	38	5.24793	54	5.75489
7	2.80735	23	4.52356	39	5.28540	55	5.78136
8	3.00000	24	4.58496	40	5.32193	56	5.80735
9	3.16993	25	4.64386	41	5.35755	57	5.83289
10	3.32193	26	4.70044	42	5.39232	58	5.85798
11	3.45943	27	4.75489	43	5.42626	59	5.88264
12	3.58496	28	4.80735	44	5.45943	60	5.90689
13	3.70044	29	4.85798	45	5.49185	61	5.93074
14	3.80735	30	4.90689	46	5.52356	62	5.95420
15	3.90689	31	4.95420	47	5.55459	63	5.97728
16	4.00000	32	5.00000	48	5.58496	64	6.00000

Вычисление количества информации

задания

2

Какой объём информации содержит сообщение, уменьшающее неопределенность знаний в 4 раза?

3

В корзине лежат 8 шаров. Все шары разного цвета. Сколько информации несёт сообщение о том, что из корзины достали красный шар?

4

Сообщение о том, что ваш друг живёт на 10 этаже, несёт 4 бита информации. Сколько этажей в доме?

5

Какое количество информации несёт сообщение: «Встреча назначена на сентябрь»?

6

Какое количество информации несёт сообщение о том, что встреча назначена на 23 октября в 15.00?

Алфавитный подход

В вычислительной технике принят другой подход к измерению количества информации, он основан на подсчёте количества символов в сообщении и не связан с его содержанием.

Количество информации, содержащееся в символьном сообщении, равно

$K \times i$, где K – число символов в тексте сообщения, а i – вес одного символа, который находится из уравнения $N = 2^i$, где N – количество знаков в алфавите знаковой системы.

$$\underline{I_c = K \times i}$$

ПРИМЕР 1.

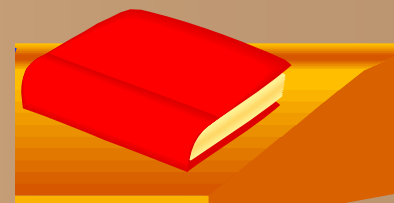
Вычислить количество информации на 1 странице книги, если страница содержит 50 строк, а каждая строка – 60 символов.

На странице умещается $50 \times 60 = 3000$ знаков.

С помощью $N = 2^i$ формулы определим вес 1 буквы русского алфавита: $N=32$ (кол-во русских букв без ё), $32=2^i$, $32=2^5$, $i=5$

$$\underline{I_c = K \times i};$$

$$\underline{I_c} = 3000 \times 5 = 15000 \text{ бит.}$$



Вычисление количества информации

ПРИМЕР 2.

Сообщение, записанное буквами из 64-х символьного алфавита, содержит 20 символов. Какое количество информации оно несёт?

$$N=64$$

$$K=20$$

$$I_c=?$$

С помощью формулы $N = 2^i$ определим вес 1 символа алфавита: $64=2^i$, $64=2^6$, $i=6$

С помощью формулы $I_c = K \times i$ определим количество информации в сообщении

$$I_c = 20 \times 6 = 120 \text{ бит.}$$

Ответ: сообщение несёт 120 бит информации.

ПРИМЕР 3.

Сообщение, занимает 2 страницы и содержит 1/16 Кбайт информации. На каждой странице записано 256 символов. Сколько знаков содержит использованный алфавит?

$$K=2 \times 256 \text{ символов}$$

$$I_c = 1/16 \text{ Кбайт}$$

$$N=?$$

Определим количество символов в сообщении:

$$K = 2 \times 256 = 512.$$

Определим количество информации в сообщении в битах:

$$I_c = 1024/16 \text{ байт} = 64 \text{ байт} = 64 \times 8 = 512 \text{ бит.}$$

Определим вес одного символа из формулы $I_c = K \times i$

$$i = I_c : K = 512 : 512 = 1 \text{ бит.}$$

По формуле $N = 2^i$ определяем количество символов алфавита (мощность алфавита):

$$N = 2^1 = 2.$$

Ответ: алфавит содержит 2 символа.

Вычисление количества информации

задания

7

Информационное сообщение объёмом 1,5 Кбайт содержит 3072 символа. Сколько символов содержит алфавит, при помощи которого было записано сообщение?

8

Сколько символов содержит сообщение, записанное с помощью 16-ти символьного алфавита, если объём его составил 1/16 Мбайт?

9

Сколько килобайтов составит сообщение, содержащее 12288 битов?

10

Сообщение занимает 3 страницы по 25 строк. В каждой строке записано по 60 символов. Сколько символов в использованном алфавите, если все сообщение содержит 1125 байт?

11

Выяснить, сколько бит информации несёт каждое двухзначное число (отвлекаясь от его конкретного числового значения).