

# Измерение информации



Алфавитный  
подход

Единицы  
измерения  
информации

Содержательный  
подход

# Три кита на которых стоит мир



**Вещество**

Можно ли измерить  
вещество?

Например  
длина (мм, см, д  
вес (мг, г, кг,  
объем (мм<sup>3</sup>, см



**Энергия**

Можно ли измерить  
энергию?

Н  
тепло  
электр



**Информация**

Как измерить  
количество  
информации?

Какие единицы измерения?

**Информативным** назовем сообщение, которое **пополняет знания человека**, т.е. несет для него информацию.



Понятное/ новое  $\Rightarrow$   
сообщение  
**информативно**  
(количество информации  $> 0$ )

Непонятное  $\Rightarrow$  сообщение  
**неинформативно**  
(количество информации  $= 0$ )

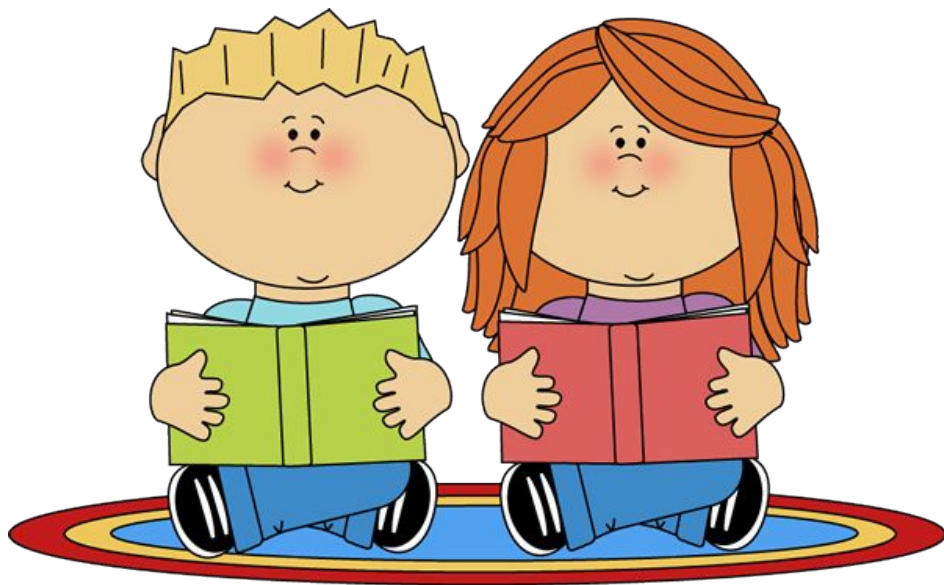
$$\text{Log}_a x + \text{Log}_a y = \text{log}_a(xy)$$

**СООБЩЕНИЕ**



# Вывод:

**Сообщение** несет информацию для человека **(информативно)**, если содержащиеся в нем сведения являются для него **новыми** и **понятными**.



**Зависит от  
человека  
(субъективно)**

Для того, чтобы измерить  
информацию объективно,  
нельзя опираться на её содержание



# Алфавитный (объёмный) подход к измерению информации



# Алфавитный подход

- ✓ Алфавитный подход позволяет измерять количество информации в тексте (символьном сообщении), составленном из символов некоторого алфавита.
- ✓ Информационный объём сообщения не зависит от содержания (объективный подход)
- ✓ Используется в технике



# Алфавит - ?

**Алфавит** – набор знаков, используемых при кодировании информации с помощью некоторого языка.

Примеры:

АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ N=33

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ N=26

- + N=2

0123456789 N=10

**Мощность алфавита** – количество символов в алфавите (N).





# Алфавитный подход

✓ Каждый символ имеет свой информационный вес

текст записан с помощью символов  
некоторого алфавита (различаются своей  
мощностью)  $\Rightarrow$  **вес символа зависит от  
мощности алфавита**



**Какова минимальная мощность алфавита, с помощью которого можно записывать (кодировать) информацию?**



# Двоичный алфавит

Информационный вес символа  
двоичного алфавита принят за  
единицу информации – **1 бит**

0

1



**Информация, записанная на машинном языке, весит:**

**011 100 1      7 бит**

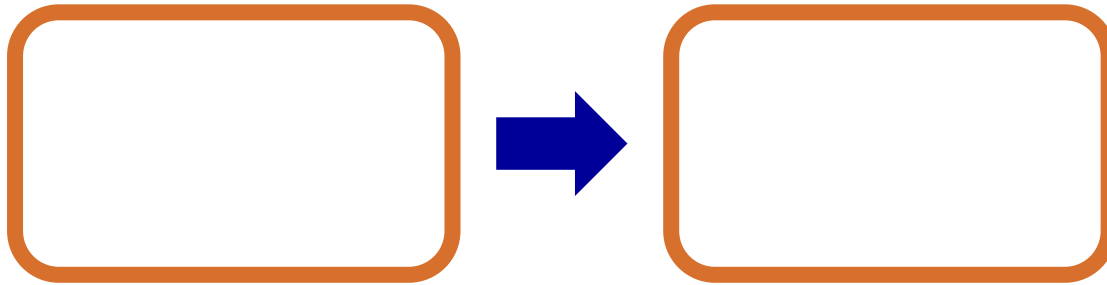
**010 011**

**6 бит**

**101      3 бита**

**011 001 101 111 01**

**14 бит**



**Информационный вес символа  
= длине двоичного кода**



Например:

11101000111011011111010011101110111100001  
110110011100000111101101110100011111111

содержит 40 бит информации

Сколько символов можно закодировать двумя битами?

---

1) 0 0

2) 0 1

3) 1 0

4) 1 1

Значит в алфавите мощностью **4 символа** информационный вес каждого символа - **2 бита**.

Сколько символов можно закодировать тремя битами?

---

1) 0 0 0

5) 1 0 0

2) 0 0 1

6) 1 0 1

3) 0 1 0

7) 1 1 0

4) 0 1 1

8) 1 1 1

Значит в алфавите мощностью **8 символов** информационный вес каждого символа - **3 бита**.

# Единицы измерения информации

**1 бит** – минимальная единица измерения информации

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ АЛФАВИТ



- *русские буквы*
- *латинские буквы*
- *цифры (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0)*
- *математические знаки (+, -, \*, /, ^, =)*
- *прочие символы («», №, %, <, >, :, ;, #, &)*

Компьютерный алфавит содержит 256 символов.

$256 = 2^8 \Rightarrow i=8$  битов

**1 байт = 8 битов**

**1 байт** - информационный вес символа алфавита мощностью 256.





# Единицы измерения информационного объёма

1 байт =  $2^3$  бит = 8 бит

1 Кбайт =  $2^{10}$  байт = 1024 байт

1 Мбайт =  $2^{10}$  Кбайт = 1024 Кбайт

1 Гбайт =  $2^{10}$  Мбайт = 1024 Мбайт

1 Тбайт =  $2^{10}$  Гбайт = 1024 Гбайт

# Единицы измерения информации

1 байт (*byte*) = 8 бит

1 Кбайт (килобайт) = 1024 байт =  $2^{10}$  байт

1 Мбайт (мегабайт) = 1024 Кбайт

1 Гбайт (гигабайт) = 1024 Мбайт

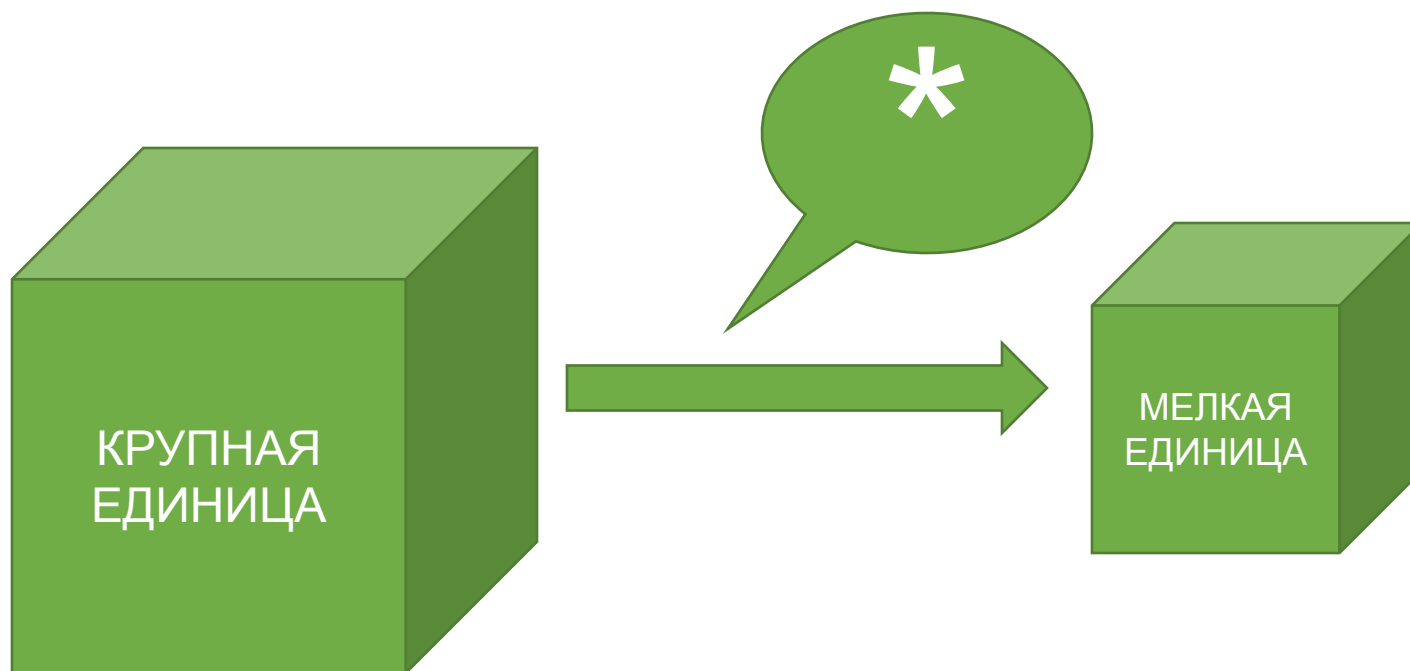
1 Тбайт (терабайт) = 1024 Гбайт

1 Пбайт (петабайт) = 1024 Тбайт

У  
М  
Н  
О  
Ж  
Е  
Н  
И  
Е

Д  
Е  
Л  
Е  
Н  
И  
Е

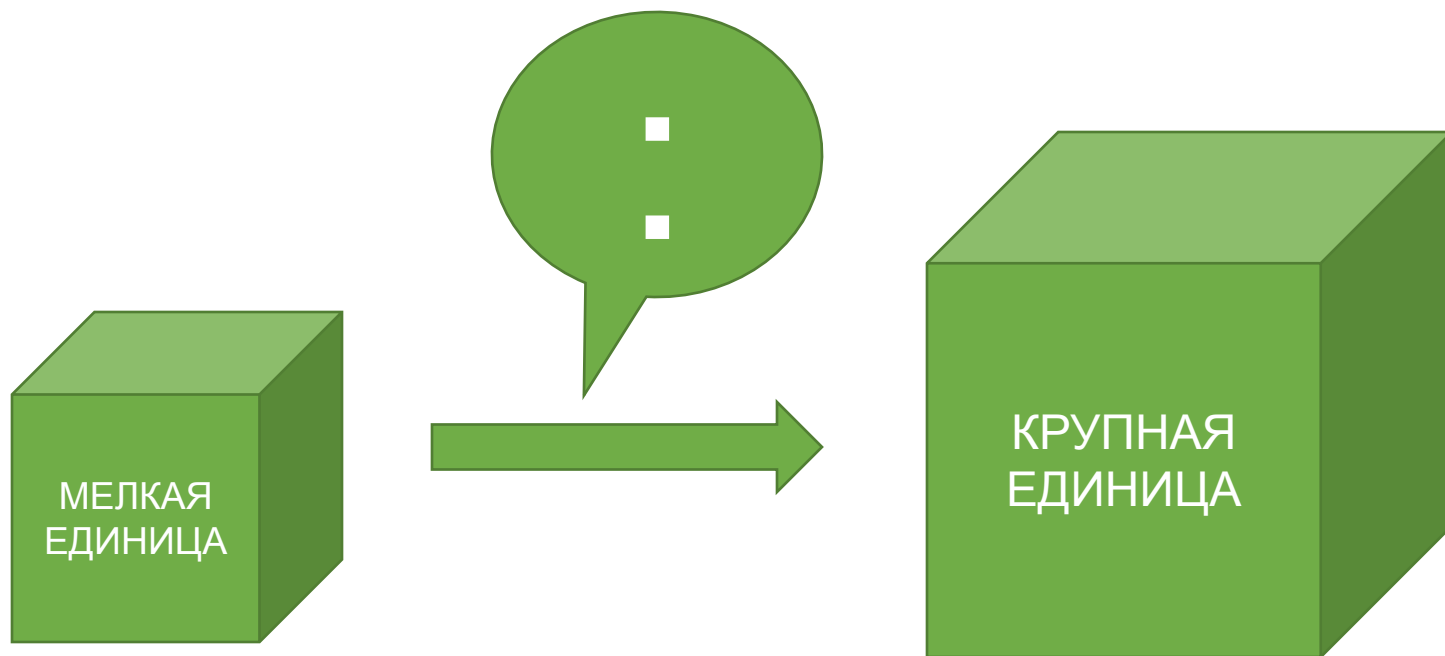
## Перевод из крупных единиц в мелкие



Переведите в биты:

$$10 \text{ байт} = 80 \text{ бит}$$

## Перевод из мелких единиц в крупные



Переведите в байты:

$$32 \text{ бита} = 4 \text{ байта}$$

## Перевод в другие единицы

---

3 Кбайта = ~~3 байт~~ · 1024 байт = 3072 байта

15 байт = ~~15 бит~~ · 8 бит = 120 бит

2048 Кбайт = ~~2048 байт~~ · 1024 Мбайт = 2 Мб

1024 Мбайт = ~~1024~~ : 1024 Гб = 1 Гб

1 Кбайт = ~~1 бит~~ · 1024 · 8 бит = 8192 бита

байт



Зависимость между мощностью алфавита  $N$  и информационным весом символа  $i$

$N$	2	4	8	16
$i$	1 бит	2 бита	3 бита	4 бита

Заметим, что  $2 = 2^1$ ,  $4 = 2^2$ ,  $8 = 2^3$ ,  $16 = 2^4$ .

Информационный вес каждого символа, выраженный в битах ( $i$ ), и мощность алфавита ( $N$ ) связаны между собой формулой:

$$N = 2^i$$



# Задачи

$$N = 2^i$$

№1

$$N=2$$

Найти  $i$

Решение:

$$2=2^i$$

$$\underline{i=1 \text{ бит}}$$

№2

$$N=8$$

Найти  $i$

Решение:

$$8=2^i$$

$$\underline{i=3 \text{ бита}}$$

№3

$$N=32$$

Найти  $i$

Решение:

$$\underline{i=5 \text{ бит}}$$

№4

$$i=7 \text{ битов}$$

Найти  $N$

Решение:

$$N=2^7$$

$$\underline{N=128 \text{ СИМВОЛОВ}}$$

# Информационный объём сообщения

Информационный  
объём сообщения

Количество символов  
(знаков) в тексте

$$I = K \times i$$

Информационный  
вес одного символа  
(знака)





# Алгоритм вычисления информационного объема сообщения

---

- 1) Определяем мощность алфавита  $N$ ;
- 2) Вычисляем информационный вес символа  $i$  (*бит*) :

$$N = 2^i$$

- 3) Вычисляем информационный объем сообщения:

$$I = K \cdot i$$

где  $K$  – количество символов в сообщении.

# Информационный объём текста

Сообщение, записанное буквами из 64-символьного алфавита, содержит 2000 символов. Какой объём информации оно несёт?

*Дано:  $K=2000$ ,  $N=64$*

*Найти:  $I$  - ?*

*Решение:*

$$N=2^i$$

$$64=2^i$$

*$i=6$  (бит) – информационный вес одного символа.*

$$I=K*i$$

$$I=2000*6=12000 \text{ (бит)}$$

*Ответ: 12000 бит.*



# Задача №1

Сколько килобайтов составит сообщение из **2048** символов **16-ти** символьного алфавита

*Дано:*

$$K=2048, N=16$$

*Найти: I - Кб?*

*Решение:*

$$N=2^i$$

$$16=2^i$$

$i=4$  (бита) – информационный вес одного символа.

$$I=K*i$$

$$I = \frac{2048 \cdot 4}{8 \cdot 1024} = 1 \text{ Кбайт}$$

*Ответ: 1 Кбайт.*

## Задача №2

Информационный объём сообщения равен 3 Кб.  
Информационный вес символа – 32 бита. Сколько символов содержит сообщение?

Дано:  $I=3$  Кб,  
 $i=32$  бита

Найти:  $K$ ?

Решение:

$$I=K*i$$

$$K=I/i$$

$$K = \frac{3 \cdot 1024 \cdot 8}{32} = \frac{3 \cdot 2^{10} \cdot 2^3}{2^5} = 3 \cdot 2^8 = 3 \cdot 256 = 768 (\text{символов})$$

Ответ: 768 символов

# Основные понятия

! **Алфавитный подход** позволяет измерить объём информации не зависимо от её содержания.

! Каждый символ несёт некоторое количество информации и имеет **информационный вес (i)**.

! Минимальная единица измерения информации – **1 бит**.

! Мощность алфавита и информационный вес символа связаны отношением:  **$N = 2^i$** .

! Информационный объём сообщения вычисляется по формуле:  **$I = K * i$** .

! **1 байт = 8 бит**



! **Байты, килобайты (КБ), мегабайты (МБ), гигабайты (ГБ), терабайты (ТБ)** – единицы измерения информации. Каждая в **1024** раза больше предыдущей.

# Содержательный подход к измерению информации



# Содержательный подход к измерению информации

**Информация — уменьшение неопределенности наших знаний.**

**Неопределенность знания некоторого события — это число возможных вариантов результата .**



**Равновероятные события — ни одно из них не имеет преимущества перед другими.**



**Клод Элвуд  
Шеннон**

# Единица измерения информации

Сообщение о том, что произошло одно событие из двух равновероятных, несет **1 бит** информации



При бросании монеты неопределенность равна  $2 \Rightarrow$  сообщение о том, что выпал «Орёл» несет **1 бит информации**



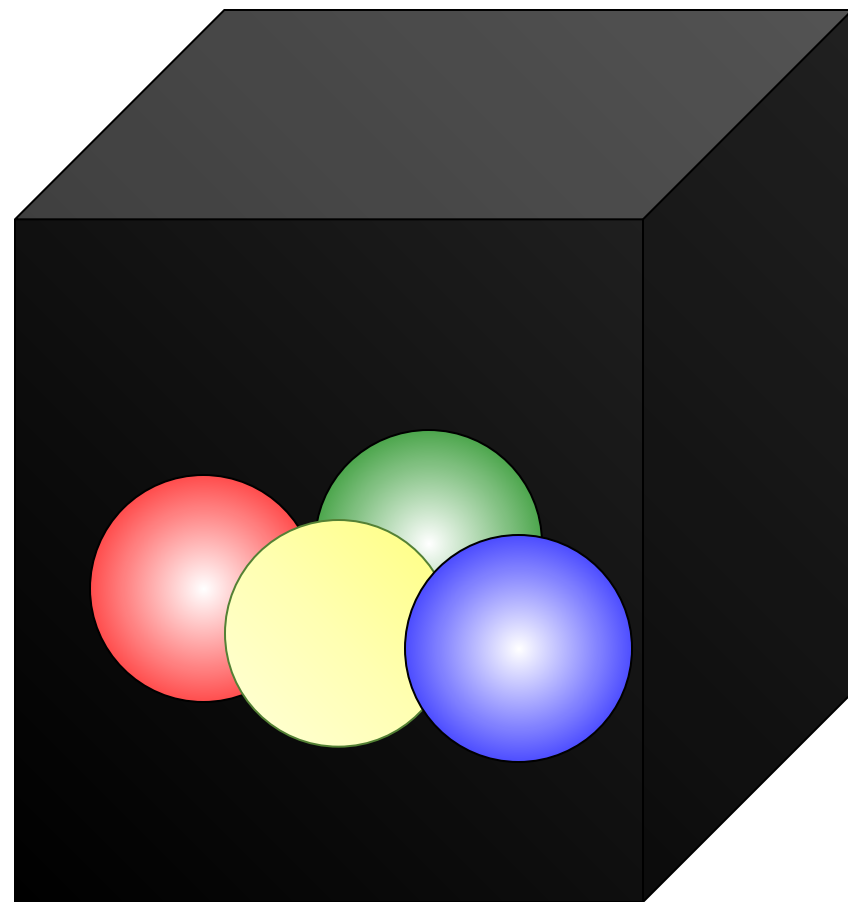
Книга лежит на одной из двух полок  $\Rightarrow$  неопределенность знаний равна  $2$



Сообщение о том, что **книга лежит на верхней полке** уменьшает неопределенность в два раза  $\Rightarrow$  данное сообщение несет **1 бит информации**



В ящике лежат 4 шара.  
Какое количество  
информации несет  
сообщение  
«Достали красный шар»





# Формула Хартли (для равновероятных событий)

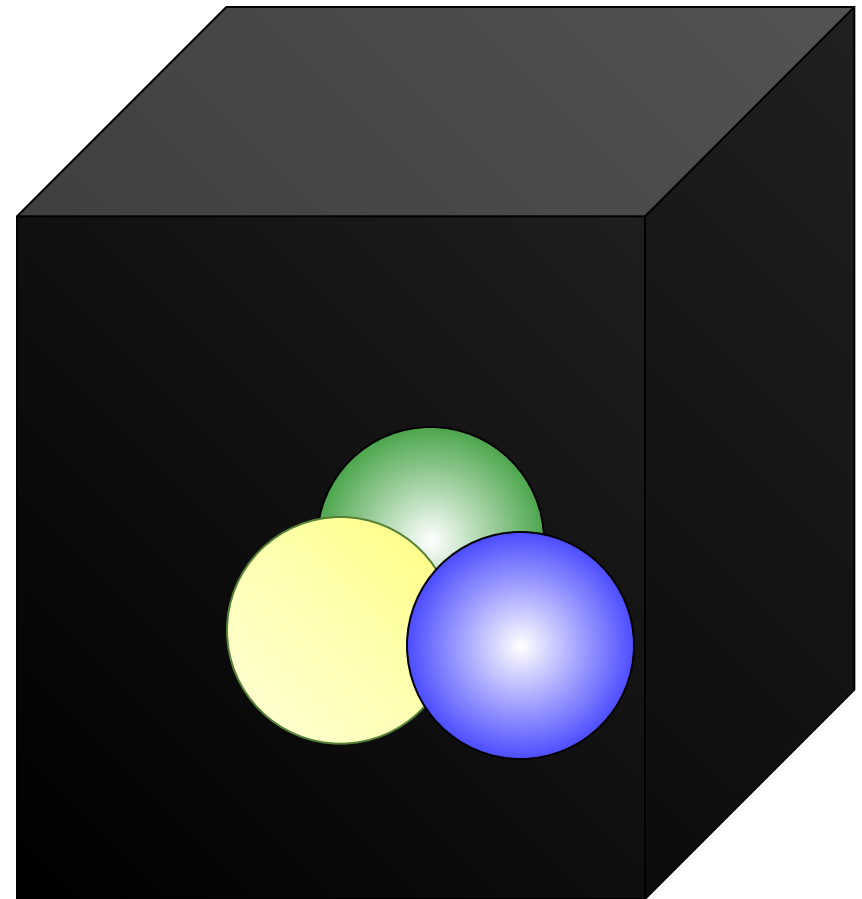
$$2^i = N$$



$N$  – неопределённость знаний, т.е. число возможных результатов (вариантов сообщения)

$i$  – количество информации в сообщении о том, что произошло одно из  $N$  равновероятных событий

$N=4$   
 $2^i=4$   
 $i=2$  (бита)



# Задачи

1. В классе 32 ученика. Какое количество информации содержится в сообщении о том, что к доске пойдет Коля Сидоров?

$$N = 32$$

$$N = 2^i$$

$$32 = 2^i$$

$$i - ?$$

$$i = 5 \text{ бит}$$

2. Сообщение о том, что ваш друг живет на 5 этаже, несет 4 бита информации. Сколько этажей в доме?

$$i = 4 \text{ бита}$$

$$N = 2^i$$

$$N = 2^4$$

$$N - ?$$

$$N = 16 \text{ этажей}$$

# Основные понятия

❗ **Содержательный подход** позволяет измерить объём информации в сообщении о том, что произошло одно из  $N$  событий.

❗ Сообщение о том, что произошло одно из двух равновероятных событий несет **1 бит информации**.

❗ Для определения количества информации ( $i$ ), содержащейся в сообщении о том, что произошло одно из  $N$  равновероятных событий, нужно решить показательное уравнение:  **$N = 2^i$** .

