ГОАПОУ «Липецкий металлургический колледж»

Лекция. Различные подходы к измерению количества информации.

Преподаватель математики и информатики
Подосинникова Е.А.

Восприятие информации

Человек воспринимает информацию из внешнего мира с помощью всех своих органов чувств, которые являются информационными каналами, связывающими человека с внешним миром.

ЗРЕНИЕ
зрительные образы

СЛУХ
звуковые образы

ОБОНЯНИЕ
запахи

ВКУС
вкусовые ощущения

ОСЯЗАНИЕ
тактильные ощущения

Виды информации

По способу восприятия:

- *Визуальная*
- *Аудиальная*
- *Тактильная*
- *Вкусовая*
- *обонятельная*

Виды информации

По форме представления:

- *Графическая*
- *Числовая*
- *Текстовая*
- *Звуковая*
- *Табличная*

Количество информации – это числовая характеристика информации, отражающая ту степень неопределенности, которая исчезает после получения информации.

Существуют различные подходы к измерению количества информации:

1) Алфавитный
2) Содержательный
3) Вероятностный

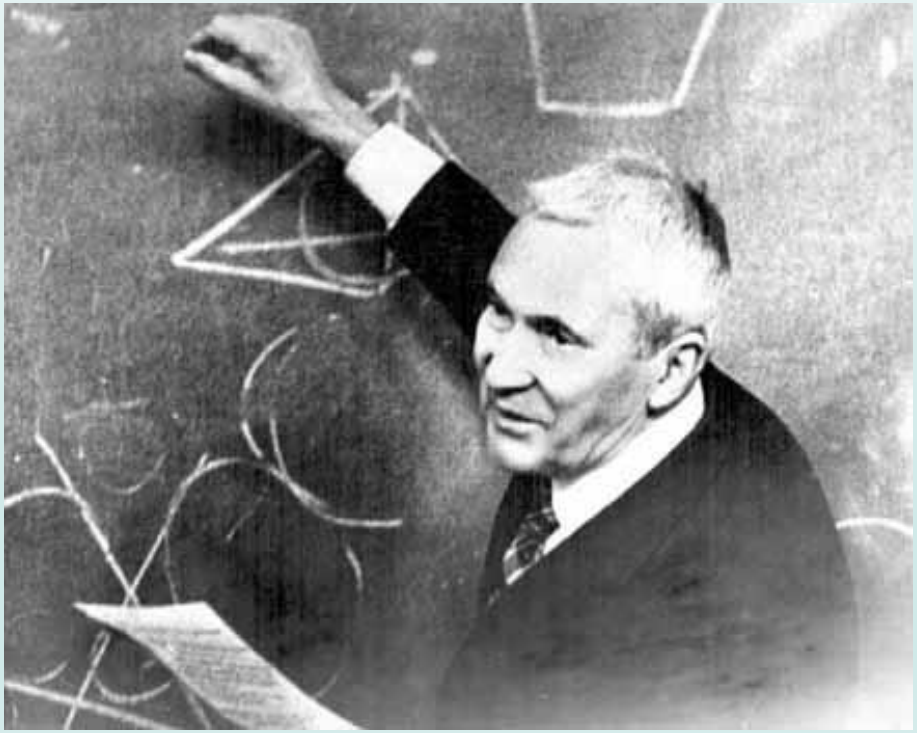
1. АЛФАВИТНЫЙ ПОДХОД

Алфавитный подход основан на подсчете числа символов в сообщении и позволяет определить количество информации, заключенной в тексте. При алфавитном подходе, определяется количество информации **без учета содержания** и рассматривают информационное сообщение как **последовательность знаков** определенной знаковой системы.

Алфавитный подход является объективным, т.е. он не зависит от субъекта (человека), воспринимающего текст.

Данный подход удобен при использовании технических средств работы с информацией, т.к. не учитывается содержание сообщения.

Основоположником алфавитного подхода измерения информации является великий российский ученый-математик ***Андрей Николаевич Колмогоров*** (1903-1987).



Алфавитный подход – как способ измерения информации.

АЛФАВИТ – это вся совокупность символов, используемых в некотором языке для представления информации.

Обычно под алфавитом понимают только буквы, но поскольку в тексте могут встречаться знаки препинания, цифры, скобки, пробел, то они могут включатся в алфавит, если это оговорено в условии задачи.

Ограничений на максимальную (max) мощность алфавита нет, но есть достаточный алфавит мощностью 256 символов. Этот алфавит используется для представления текстов в компьютере.

Поскольку $256=2^8$, то **1символ несет в тексте 8 бит информации**.

При алфавитном подходе считается, что каждый символ текста имеет определенный «информационный вес». Информационный вес символа зависит от мощности алфавита и обозначается ***i***.

Алфавит, который содержит наименьшее число символов, используется в компьютере. Он содержит всего два символа 0 и 1 и называется ***двоичным алфавитом.***

Информационный вес символа двоичного алфавита принят за единицу информации и называется **1 бит.**

Например, чтобы посчитать количество информации в следующем двоичном тексте ***110011111100101000101011****, нужно пересчитать все 0 и 1.*

В тексте содержится 24 бита информации.

При алфавитном подходе к измерению информации количество информации зависит не от содержания, а от размера текста и мощности алфавита.

МОЩНОСТЬ АЛФАВИТА (N) – это полное число символов в алфавите.

Например,

1) мощность русского алфавита составляет N=33;

2) мощность английского алфавита N= ?

3) алфавит десятичной системы счисления – это множество цифр- 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9. Мощность такого алфавита N=10.

4) Компьютерный алфавит, используемый для представления текстов в компьютере, использует 256 символов, т. е. N=256

5) Алфавит двоичной системы кодирования информации имеет всего два символа- ***0*** и ***1,*** поэтому N=2.

Замечание. С увеличением мощности алфавита увеличивается информационный вес символов этого алфавита.

Информационный вес каждого символа (i) и мощность алфавита (N) связаны формулой:

$$2^i = N$$

N	МОЩНОСТЬ АЛФАВИТА *число символов в алфавите (его размер)*
i	ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЕС СИМВОЛА *количество информации в одном символе*

Количество (объем) информации в сообщении (I) можно посчитать по формуле:

$$I = K \cdot i$$

K	ЧИСЛО СИМВОЛОВ В СООБЩЕНИИ
I	КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ В СООБЩЕНИИ (ИЛИ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБЪЕМ ТЕКСТА)

Количество информации в сообщении или информационный объём текста (I), равен количеству информации, которое несет один символ **(i)**, умноженное на количество символов **K** в сообщении, т.е. $I = K \cdot i$

Измерение информации

Вся информация, обрабатываемая компьютером, представлена двоичным кодом с помощью двух цифр – 0 и 1.

Эти два символа 0 и 1 принято называть битами

Бит – наименьшая единица измерения объема информации.

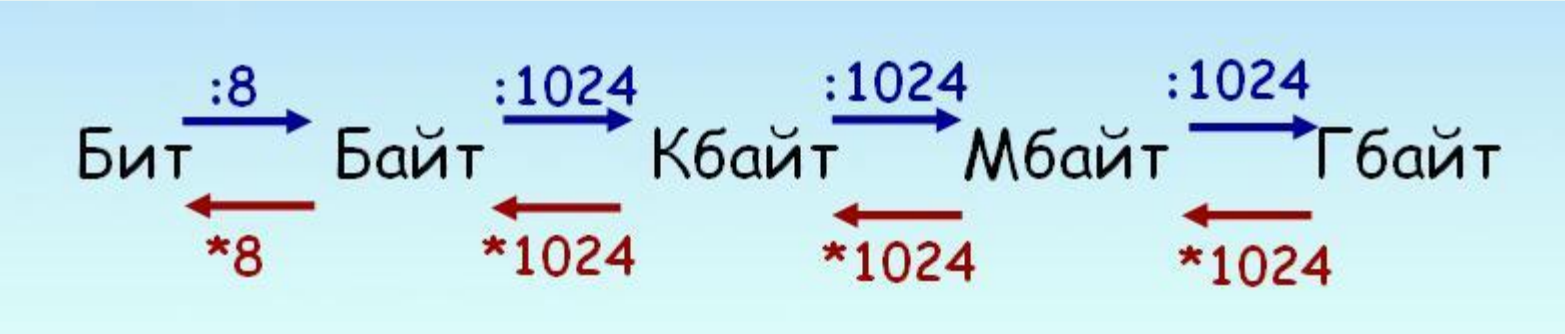
Единицы измерения

Название	Усл. обозн.	Соотношение
Байт	Байт	1 байт = 8 бит
Килобайт	Кб	1 Кб = 1024 байт
Мегабайт	Мб	1 Мб = 1024 Кб
Гигабайт	Гб	1 Гб = 1024 Мб
Терабайт	Тб	1 Тб = 1024 Гб

Единицы измерения

Переведите

- 3,2 Гигабайт в Мегабайты
- 2078 байт в Килобайты
- 16 бит в байты



ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

СИМВОЛЬНЫЙ АЛФАВИТ КОМПЬЮТЕРА

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

$N = 2^i$ → $N = 256 = 2^8$ → **i = 8 бит = 1 байт**

1 байт - это **информационный** вес **одного символа** компьютерного алфавита.

1 килобайт	=	1 Кб	=	2^{10} байт	=	**1024** байта
1 мегабайт	=	1 Мб	=	2^{10} Кб	=	**1024** Кб
1 гигабайт	=	1 Гб	=	2^{10} Мб	=	**1024** Мб

Скорость передачи информации

Прием-передача информации могут происходить с разной скоростью.

Количество информации, передаваемое за единицу времени, есть скорость передачи информации или скорость информационного потока.

Единицы измерения скорости передачи информации: бит в секунду (бит/с), байт в секунду (байт/с), килобайт в секунду (Кбайт/с) и т.д.

Пример 1. Подсчитайте объем информации, содержащейся в романе А. Дюма "Три мушкетера", и определите, сколько близких по объему книг можно разместить на одном лазерном диске емкостью 600 Мбайт? (в книге 590 стр., 48 строк на одной странице, 53 символа в строке).

Решение.

1) 590*48*53=1500960(символов).
2) Информационный вес одного символа, по определению, составляет 1 байт, тогда:

1500960байт=1466Кбайт= 1,4Мбайт.

3) На одном лазерном диске емкостью 600 Мбайт можно разместить 600 : 1,4 = 428, 57, т.е около 428 произведений, близких по объему к роману А. Дюма "Три мушкетера".

Ответ: I = 1,4 Мб; 428 книг.

Пример 2. На диске объемом 100 Мбайт подготовлена к выдаче на экран дисплея информация: 24 строчки по 80 символов, эта информация заполняет экран целиком. Какую часть диска она занимает?

Решение.

1) К = 24*80=1920 (символов)
2) Т.к. информационный вес одного символа компьютерного алфавита составляет 1 байт, то I = 1920 байт.
3) Объем диска 100*1024*1024 байт = 104857600 байт
4) 1920/104857600=0,000018 (часть диска).

Ответ: 0,000018 часть диска.

Домашнее задание.

ЗАДАЧА 1

Книга, подготовленная с помощью компьютера, содержит 150 страниц. На каждой странице – 40 строк, в каждой строке – 60 символов (включая пробелы между словами). Каков объем информации в книге?

ЗАДАЧА 2

Текст составлен с помощью алфавита мощностью в 64 символа и содержит 100 символов. Каков информационный объем текста.

ЗАДАЧА 3

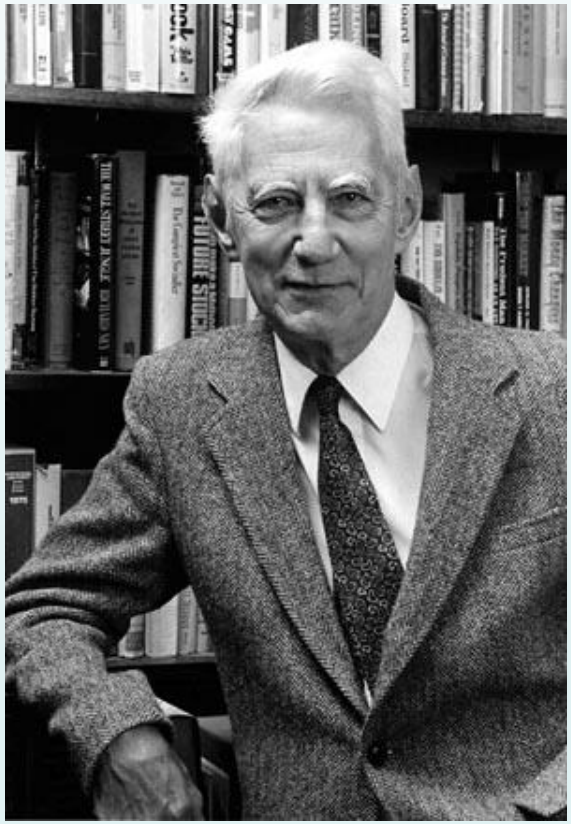
Сообщение записано буквами из 16 символьного алфавита, содержит 50 символов. Какой объем информации оно несет.

ЗАДАЧА 4

Два текста содержат одинаковое количество символов. Первый текст составлен в алфавите мощностью 32 символа, второй – мощностью 64 символа. Во сколько раз отличатся количество информации в этих текстах.

2. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ ПОДХОД
(количество информации зависит от ее содержания)

Основоположником этого подхода является американский учёный Клод Элвуд Шеннон(1916 — 2001). По Шеннону, **информация — это мера уменьшения неопределенности наших знаний.** Неопределенность некоторого события — это количество возможных исходов данного события.



- **Информация** — это знания людей, получаемые ими из различных сообщений.
- **Сообщение** — это информационный поток (поток данных), который в процессе передачи информации поступает к принимающему его субъекту.

Сообщение

Информативное, если оно пополняет знания человека, т.е. несет для него информацию. Количество информации в информативном сообщении больше нуля.

Неинформативное, если это:

1) «старые» сведения, т.е. человек это уже знает;
2) содержание сообщения непонятно человеку.

Количество информации в неинформативном сообщении равно нулю.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Вероятность некоторого события — это величина, которая может принимать значения от нуля до единицы.

Вероятность некоторого события ***определяется*** путем многократных наблюдений (измерений, испытаний). Такие измерения называют статистическими. И чем большее количество измерений выполнено, тем точнее определяется вероятность события.

Формула, используемая для вычисления количества информации, зависит от ситуаций, которых может быть две:

1. Все возможные варианты события равновероятны. Их число равно N.

2. Вероятности (p) возможных вариантов события разные и они заранее известны:

$\{p_i\}$, $i = 1..N$.

Здесь по-прежнему N- число возможных вариантов события.

Равновероятные события.

События равновероятны, *если ни одно из них не имеет преимущества перед другими.*

Если обозначить буквой ***i*** количество информации в сообщении о том, что произошло одно из ***N*** равновероятных событий, то величины ***i*** и ***N*** связаны между собой формулой ***Хартли***:

$$2^i = N$$

1 бит — это количество информации в сообщении об одном из двух равновероятных событий.

Формула Хартли — это показательное уравнение. Если **i** неизвестная величина, то решением данного уравнения будет:

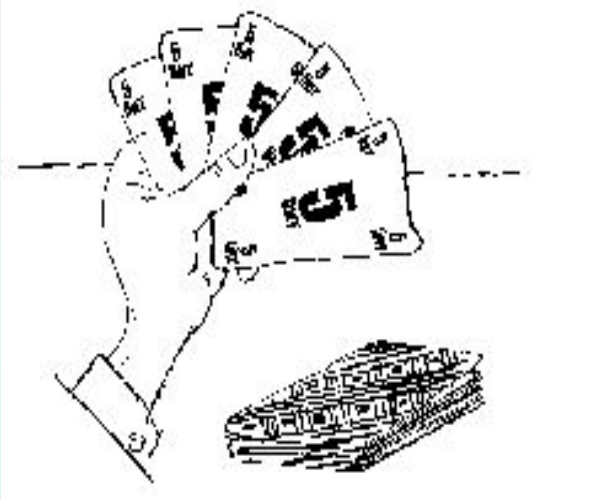
$$i = \log_2 N$$

Данные формулы тождественны друг другу.

Примеры.

Пример 1. Сколько информации содержит сообщение о том, что из колоды карт достали даму пик?

Решение: В колоде 32 карты. В перемешанной колоде выпадение любой карты — равновероятные события. Если *i* — количество информации в сообщении о том, что выпала конкретная карта (например, дама пик), то из уравнения Хартли:

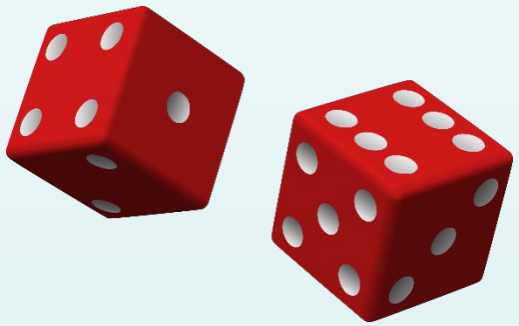


$$2^i = 32 = 2^5$$

Ответ: $i = 5$ бит.

Пример 2. Сколько информации содержит сообщение о выпадении грани с числом 3 на шестигранном игральном кубике?

Решение. Считая выпадение любой грани событием равновероятным, запишем формулу Хартли:



$$2^i = 6.$$

Ответ: $i = \log_2 6 = 2{,}58496$ бит.

Данную задачу можно решить иначе:

Из уравнения Хартли имеем: $2^i = 6$.

Так как $2^2 < 6 < 2^3$, следовательно,

$2 < i < 3$.

Затем определяем более точное значение (с точностью до пяти знаков после запятой), что $i = 2{,}58496$ бит.

Замечание. При данном подходе к вычислению количества информации ответ будет выражен дробной величиной.

3. Вероятностный подход

Осуществим при неравновероятных событиях.

Неравновероятные события – это события, имеющие разную вероятность реализации.

Если вероятность некоторого события равна *p*, а *i* (бит) — это количество информации в сообщении о том, что произошло это событие, то данные величины связаны между собой формулой:

$$2^i = 1/p$$

Решая данное показательное уравнение относительно *i*, получаем:

$$i = \log_2(1/p)$$ формула Шеннона

Пример 3. На автобусной остановке останавливаются два маршрута автобусов: № 5 и № 7. Студенту дано задание: определить, сколько информации содержит сообщение о том, что к остановке подошел автобус № 5, и сколько информации в сообщении о том, что подошел автобус № 7.

Решение. Студент провел исследование. В течение всего рабочего дня он подсчитал, что к остановке автобусы подходили 100 раз. Из них — 25 раз подходил автобус № 5 и 75 раз подходил автобус № 7. Сделав предположение, что с такой же частотой автобусы ходят и в другие дни, ученик вычислил вероятность появления на остановке автобуса № 5: $p_5 = 25/100 = 1/4$, и вероятность появления автобуса № 7:
$p_7 = 75/100 = 3/4$.
Отсюда, количество информации в сообщении об автобусе № 5 равно: $i_5 = \log_2 4 = 2$ бита. Количество информации в сообщении об автобусе № 7 равно:
$i_7 = \log_2(4/3) = \log_2 4 - \log_2 3 = 2 - 1{,}58496 = 0{,}41504$ бита.

Ответ: $i_5 = 2$ бита; $i_7 = 0{,}41504$ бита.

Пример 4. Рассмотрим другой вариант задачи об автобусах. На остановке останавливаются автобусы № 5 и № 7. Сообщение о том, что к остановке подошел автобус № 5, несет 4 бита информации. Вероятность появления на остановке автобуса с № 7 в два раза меньше, чем вероятность появления автобуса № 5. Сколько бит информации несет сообщение о появлении на остановке автобуса № 7?

Решение. $i_5 = 4$ бита, $p_5 = 2 \cdot p_7$

Вспомним связь между вероятностью и количеством информации: $2^i = 1/p$

Отсюда: $p = 2^{-i}$

Подставляя в равенство из условия задачи, получим:

$$2^{-i_5} = 2 \times 2^{-i_7}; \qquad 2^{-4} = 2 \times 2^{-i_7} = 2^{1-i_7};$$

Отсюда: $i_7 - 1 = 4; \qquad i_7 = 5$ бит

Вывод: уменьшение вероятности события в 2 раза увеличивает информативность сообщения о нем на 1 бит.

Очевидно и обратное правило: увеличение вероятности события в 2 раза уменьшает информативность сообщения о нем на 1 бит. Зная эти правила, предыдущую задачу можно было решить «в уме».

Решение задач