

# Кодирование информации

- § 5. Язык и алфавит
- § 6. Кодирование
- § 7. Дискретность
- § 8. Алфавитный подход к измерению количества информации

# Кодирование информации

## § 5. Язык и алфавит

# Язык

**Язык** — это система знаков, используемая для хранения, передачи и обработки информации.

Иероглифы:

Египетское письмо	
	рука
	дом
	кобра
	лев
	вода

Иероглифы (Китай)	
日	солнце
月	луна
雨	дождь
山	гора
马	лошадь

# Алфавитное письмо

---

**Алфавит** — это набор знаков, который используется в языке.

**Мощность алфавита** — это количество знаков в алфавите.

АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ  
0123456789 . , ; ? ! - : ... « » ( )

мощность 56

**Слово** — это последовательность символов алфавита, которая используется как самостоятельная единица и имеет определённое значение.

# Сообщения

**Сообщение** — это любая последовательность символов некоторого алфавита.

**Пример:** алфавит @ # \$ %.

Сообщения длины 1: @ # \$ %.

всего 4

Сообщения длины 2:

@@	@#	@\$	@%
#@	##	#\$	#%
\$@	\$#	\$\$	\$%
%@	%#	\$\$	%%

всего 16



Сколько сообщений длины  $L$  ?

# Количество возможных сообщений

Если алфавит языка состоит из  $N$  символов (имеет мощность  $N$ ), количество различных сообщений длиной  $L$  знаков равно

$$Q = N^L$$


*Сколько*

- возможных 5-буквенных слов в русском языке?
- возможных 3-буквенных слов в английском языке?

$33^5$

$26^3$

## Какие бывают языки?

<ul style="list-style-type: none"><li>• русский</li><li>• английский</li><li>• китайский</li><li>• шведский</li><li>• суахили</li><li>• ...</li></ul>	$y = 3 \sin x + 1$ $2H_2 + O_2 = 2H_2O$  <p>1. e2-e4 e7-e5...</p>
---	--

**Формальный язык** – это язык, в котором однозначно определяется значение каждого слова, а также правила построения предложений и придания им смысла.

# Естественные и формальные языки

## *Естественные*

- результат развития общества
- для общения в быту
- значения слов зависят от контекста
- есть синонимы
- есть омонимы
- нет строгих правил образования предложений
- есть исключения

## *Формальные*

- созданы людьми
- в специальных областях знаний
- значения слов не зависят от контекста
- синонимов нет
- омонимов нет
- правила образования предложений строго определены
- нет исключений



# Задачи

---

1. Сколько различных пятизначных чисел можно записать с помощью цифр 4 и 2?
2. В языке разрешены только четырёхбуквенные слова, которые можно образовывать из букв алфавита в любых комбинациях. Словарный запас языка составляет 81 слово. Какова мощность алфавита?
3. Какое наименьшее число символов должно быть в алфавите, чтобы с помощью всевозможных трёхбуквенных слов можно было передать не менее 9 различных сообщений?

# Кодирование информации

## § 6. Кодирование

# Что такое кодирование?

**Кодирование** — это представление информации в форме, удобной для её хранения, передачи и обработки. Правило такого преобразования называется **КОДОМ**.

## Текст:

- в России: **Привет, Вася!**
- передача за рубеж (*транслит*): **Privet, Vasya!**
- Windows-1251: **CFF0F8F2E52C20C2E0F1FF21**
- стенография:
- шифрование: **Рсйгжу-!Гбта”**

## Числа:

- для вычислений: **25**
- прописью: **двадцать пять**
- римская система: **XXV**



Как зашифровано?



Зачем?

# Код Морзе

А	•—	О	---	Э	••—••
Б	—•••	П	•—••	Ю	••—
В	•—	Р	•—•	Я	•—•—
Г	—••	С	•••	1	•—
Д	—••	Т	—	2	••—
Е	•	У	••—	3	•••—
Ж	•••—	Ф	••—•	4	••••—
З	—•••	Х	••••	5	•••••
И	••	Ц	—•—•	6	—••••
Й	•—	Ч	—••••	7	—••••
К	—•—	Ш	—••••	8	—••••
Л	•—••	Щ	—••—	9	—••••
М	—	Ь	—••—	0	—••••
Н	—•	Ы	—•—		



Самюэль Морзе  
(1791–1872)



Код неравномерный,  
нужен разделитель!

•— •— •• •— ВАСЯ  
•—•— ВА, АК, ПТ, ЕМЕТ?

# Двоичное кодирование

**Двоичное кодирование** — это кодирование с помощью двух знаков.

Равномерный код:

А	Б	В	Г
00	01	10	11

АБАВГБ → 000100101101

Количество сообщений длиной  $I$  битов:  $N = 2^I$

**Пример.** Нужно закодировать номер спортсмена от 1 до 200. Сколько битов потребуется?

$$2^7 < 200 \leq 2^8 = 256$$

8 битов

## Задачи

---

1. Сколько существует в коде Морзе различных последовательностей из точек и тире, длина которых от 4 до 6 символов?
2. Вася и Петя передают друг другу сообщения, используя синий, красный и зелёный фонарики. Это они делают, включая по одному фонарику на одинаковое короткое время в некоторой последовательности. Количество вспышек в одном сообщении — 3 или 4, между сообщениями — паузы. Сколько различных сообщений могут передавать мальчики?

## Задачи

---

3. Шахматная доска состоит из 8 столбцов и 8 строк. Какое минимальное количество битов потребуется для кодирования координат одной шахматной фигуры?
4. Для кодирования значений температуры воздуха (целое число в интервале от  $-50$  до  $40$ ) используется двоичный код. Какова минимальная длина двоичного кода?
5. Дорожный светофор подаёт шесть видов сигналов (непрерывные красный, жёлтый и зелёный, мигающие жёлтый и зелёный, мигающие красный и жёлтый одновременно). Подряд записано 100 сигналов светофора. Определите информационный объём этого сообщения в битах.

## Задачи

---

6. Автомобильный номер длиной 6 символов составляется из заглавных букв (всего используется 12 букв) и десятичных цифр в любом порядке. Каждый символ кодируется одинаковым и минимально возможным количеством битов, а каждый номер — одинаковым и минимально возможным количеством байтов. Определите объём памяти, необходимый для хранения 32 автомобильных номеров.



# Декодирование

**Декодирование** — это восстановление сообщения из последовательности кодов.

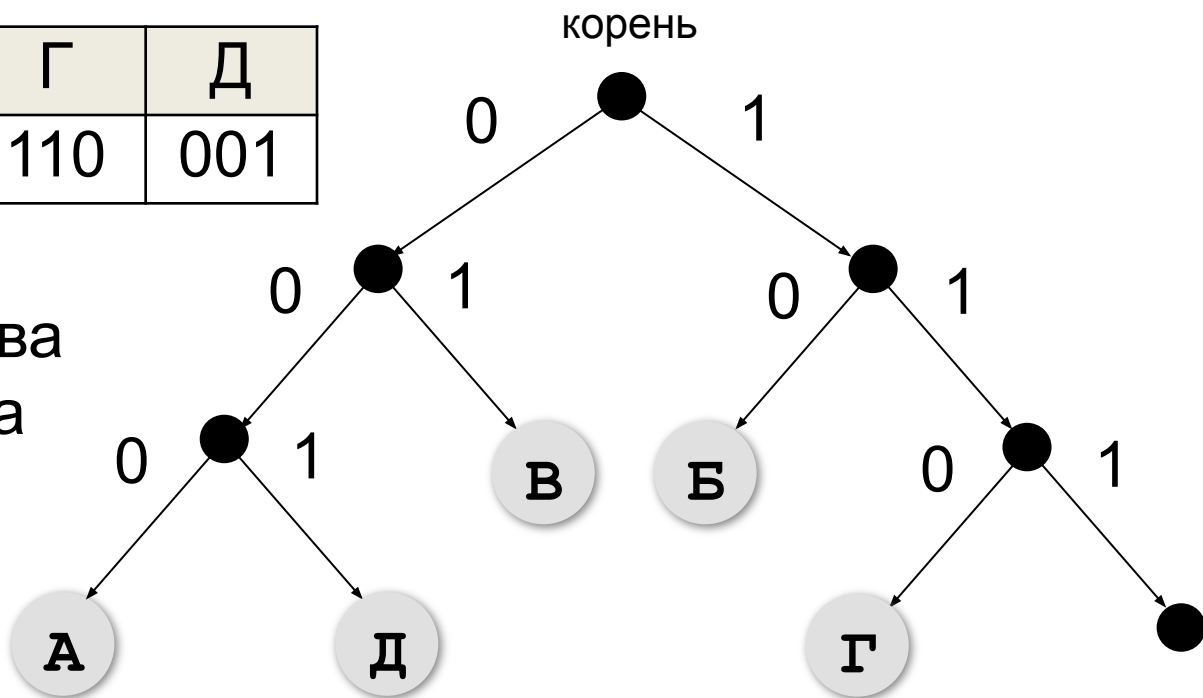
• - -    • -    • • •    • - • -    **ВАСЯ**



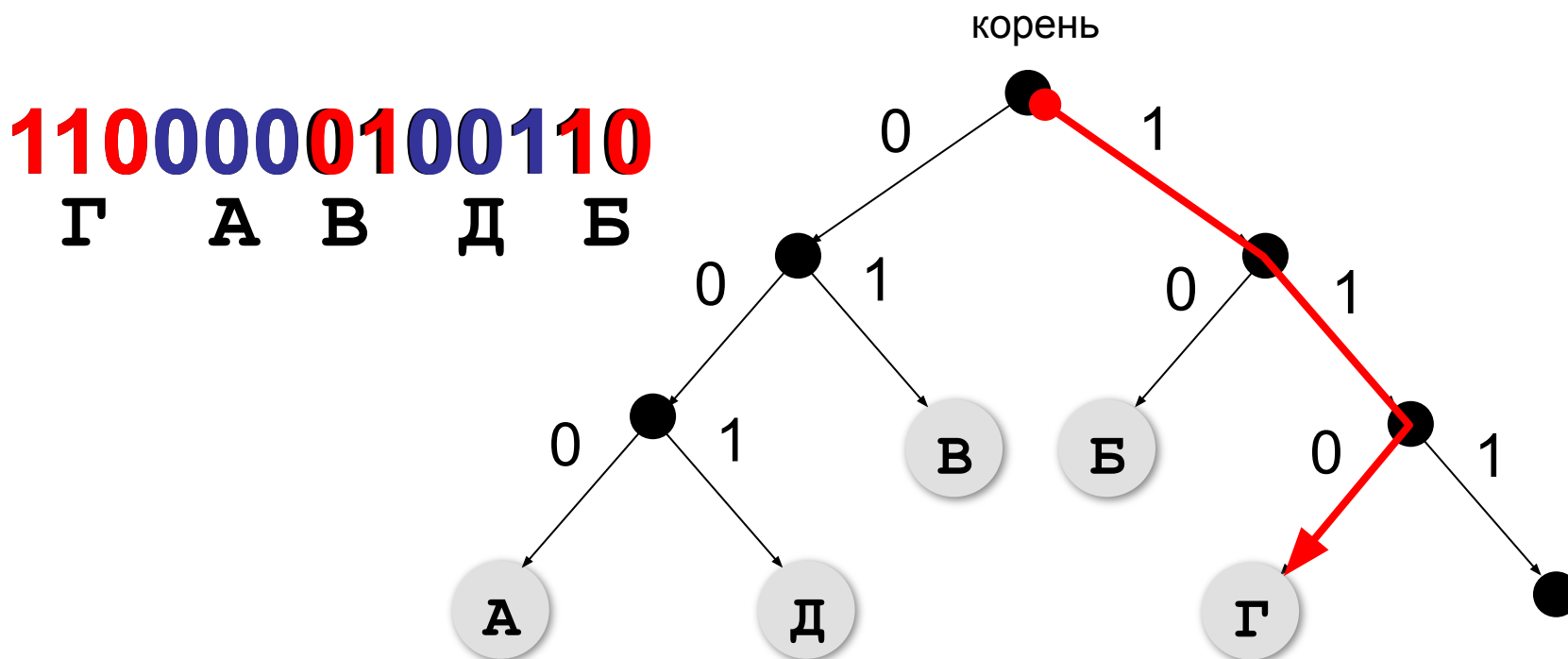
Когда разделитель не нужен?

А	Б	В	Г	Д
000	10	01	110	001

Все кодовые слова заканчиваются на листьях дерева!



# Декодирование



**Префиксный код** — это код, в котором ни одно кодовое слово не совпадает с началом другого кодового слова (*условие Фано*). Сообщения декодируются однозначно.

## Задачи

---

1. Для передачи сообщения, состоящего только из букв А, Б, В, Г, решили использовать неравномерный код:
- $$A = 0, B = 10, V = 110.$$

Как нужно закодировать букву Г, чтобы длина кода была минимальной и допускалось однозначное декодирование?

2. Для передачи сообщения, состоящего только из букв А, Б, В, Г, решили использовать неравномерный код:
- $$A = 0, B = 100, V = 101.$$

Как нужно закодировать букву Г, чтобы длина кода была минимальной и допускалось однозначное декодирование?

## Постфиксные коды

**Постфиксный код** — это код, в котором ни одно кодовое слово не совпадает с **окончанием** другого кодового слова. Сообщения декодируются однозначно (**с конца!**).

А	Б	В	Г	Д
000	01	10	011	100

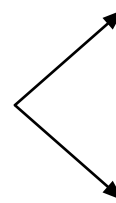
**011000110110**  
 Б Д 1Г Б В

# Неоднозначное декодирование

А	Б	В	Г	Д
01	010	011	11	101

**?** Выполняются ли условия Фано?

Декодирование *может быть* неоднозначным...

010100111101  **АБАГД**  
**АВВГ**

**!** Может быть, что условия Фано не выполнены, а декодирование однозначно (см. учебник)!

## Задача

---

\*Докажите, что все сообщения, закодированные этим кодом, декодируются однозначно.

А	Б	В
0	11	010

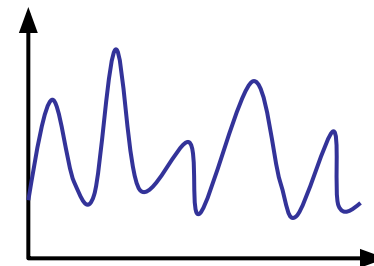
**01000011001011110000100**

# Кодирование информации

## § 7. Дискретность

# Аналоговые сигналы и устройства

**Аналоговый сигнал** — это сигнал, который в любой момент времени может принимать любые значения в заданном диапазоне.



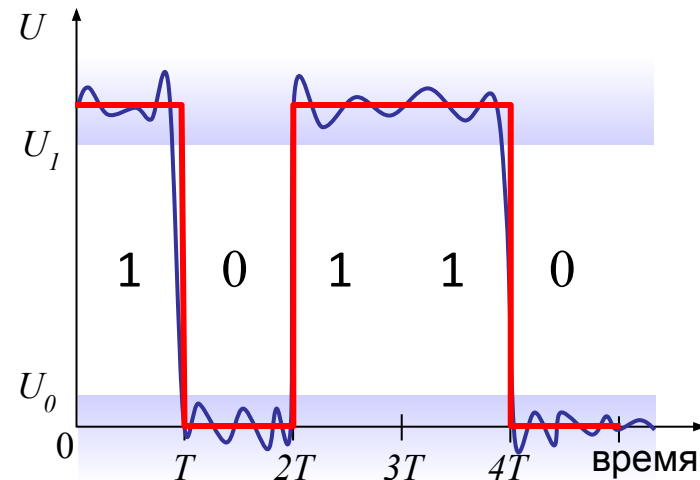
Аналоговые компьютеры



- невозможно «очистить» сигнал от помех
- при измерении сигнала вносится ошибка
- при копировании аналоговая информация искажается



# Дискретные (цифровые) сигналы



*Свойства:*

- сигнал изменяется только в отдельные моменты времени (*дискретность по времени*);
- принимают только несколько возможных значений (*дискретность по уровню*).

**Дискретный сигнал** — это последовательность значений, каждое из которых принадлежит некоторому конечному множеству.

# Дискретность

**Цель** – максимально точно передавать сообщения при сильных помехах.



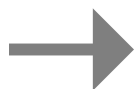
*Pacta sunt servanda.*

• — —    • —    • • •    • — • —  
01000011001



Компьютеры могут хранить и обрабатывать

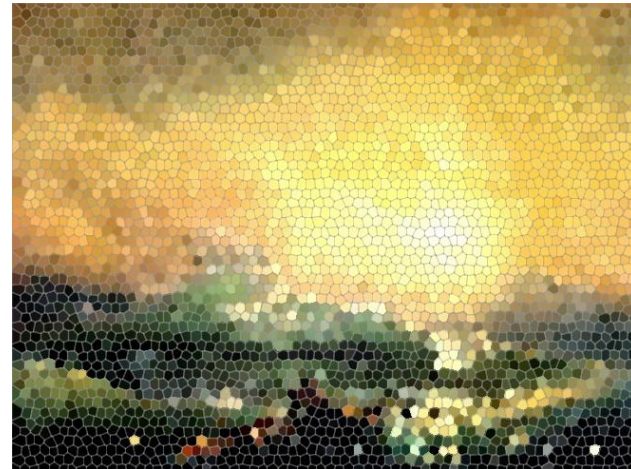
... только дискретную информацию в виде конечного количества знаков некоторого алфавита.



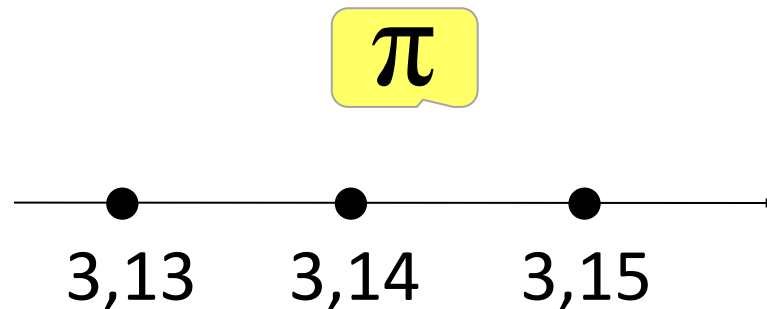
Все виды информации нужно перевести в дискретный вид!

# Дискретизация

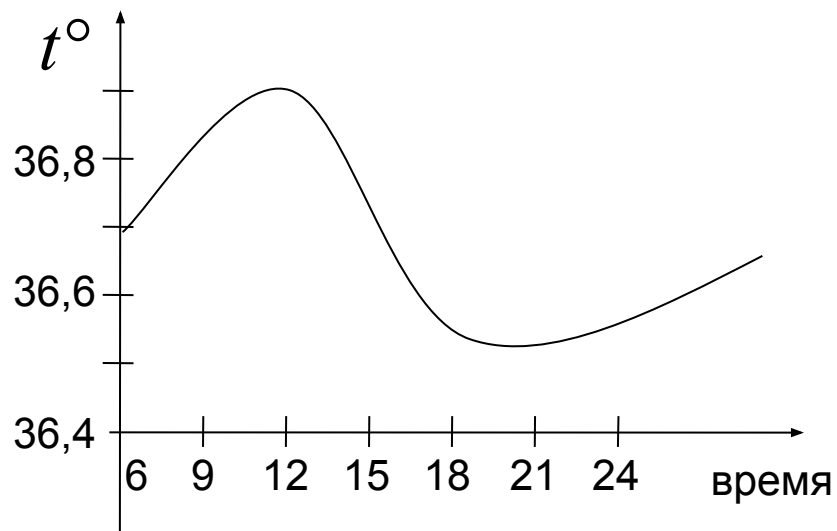
**Дискретизация** — это представление единого объекта в виде множества отдельных элементов.



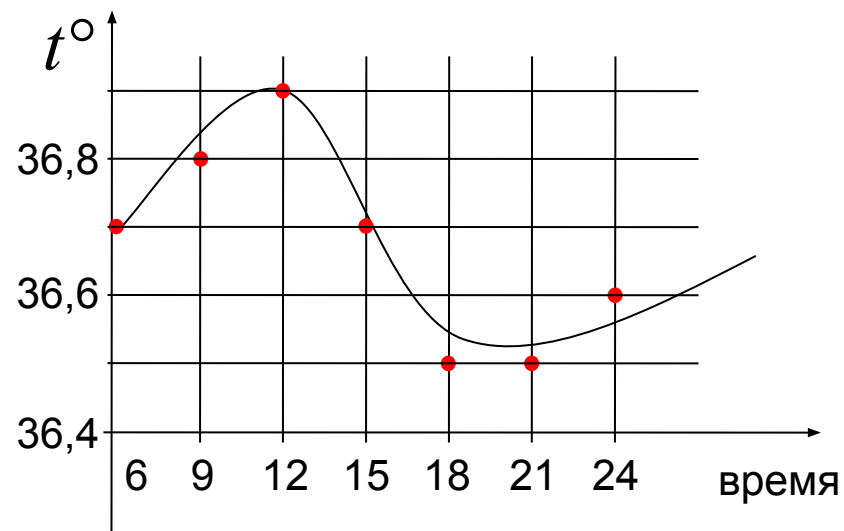
$\pi$  →



# Дискретизация



аналоговая информация



дискретизация

6 ч. 36,7°

9 ч. 36,8°

12 ч.

36,9°

15 ч.

36,7°

18 ч.

36,5°

21 ч.

36,5°

24 ч.

дискретная информация

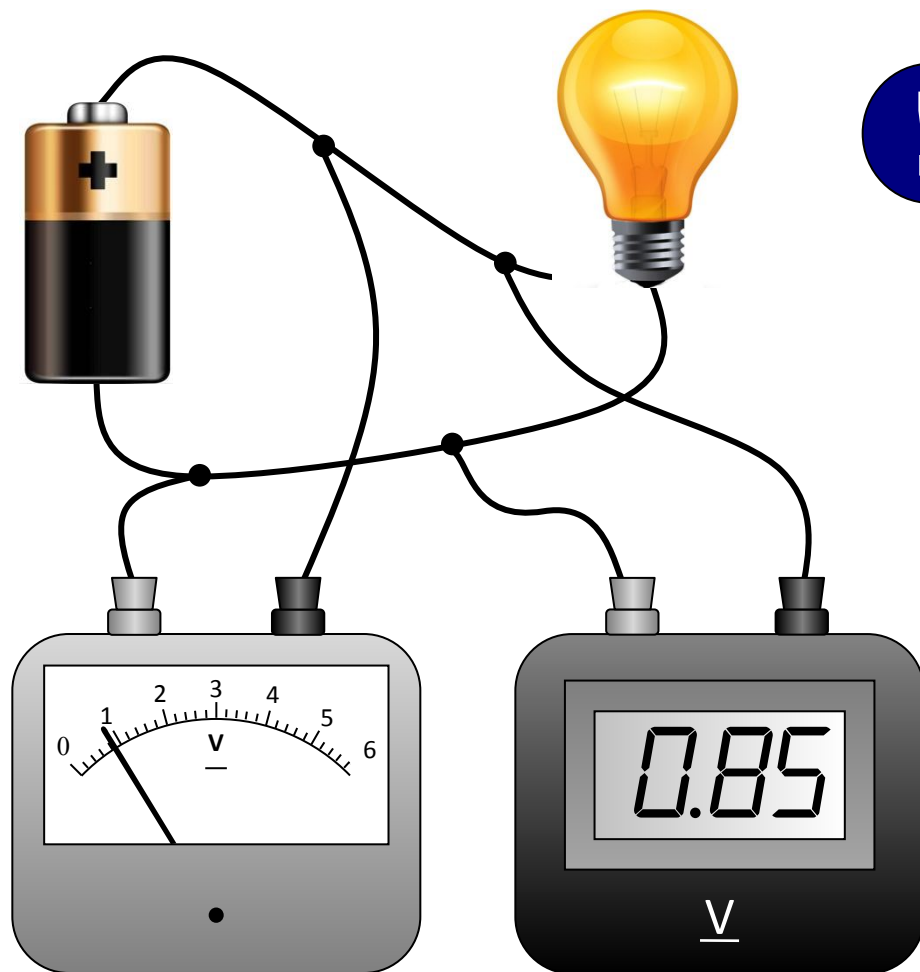


При дискретизации  
есть потеря информации!



Как уменьшить потери?

# Непрерывность и дискретность



аналоговые  
данные

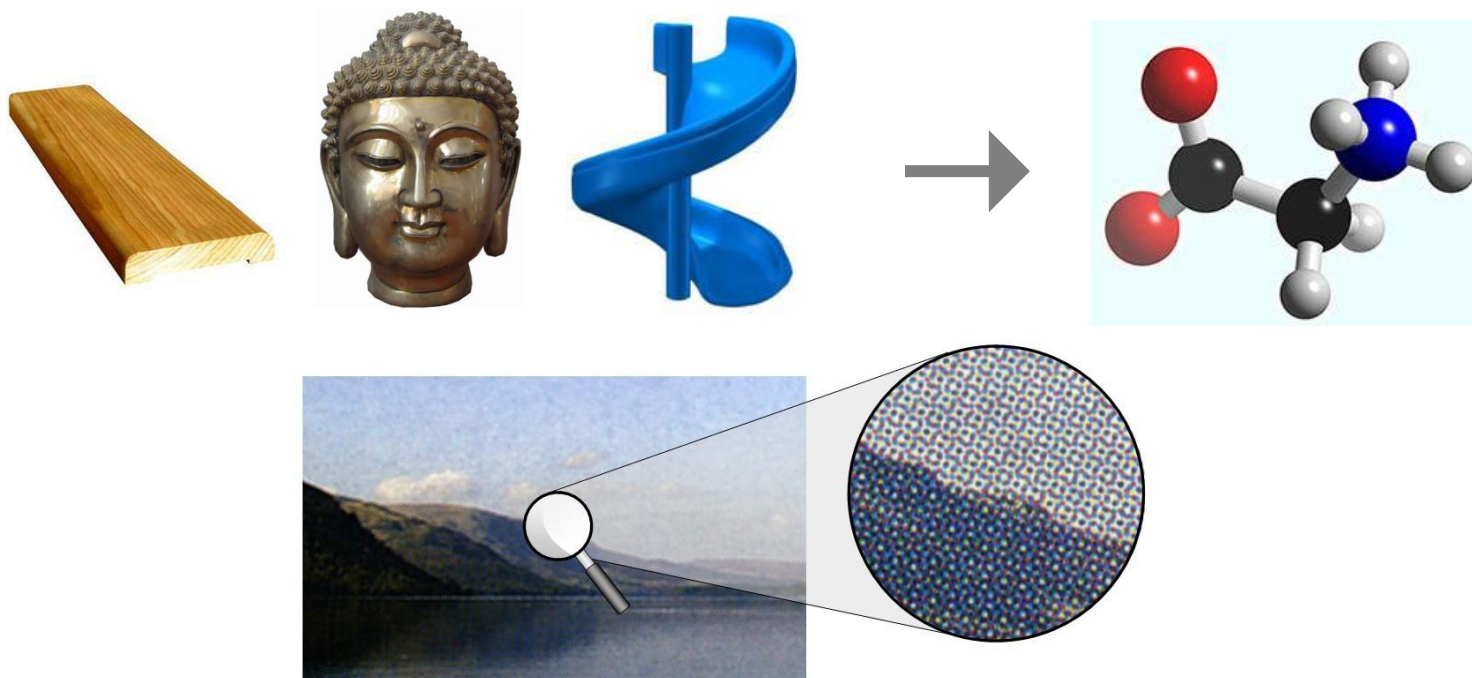
дискретные  
данные

**!** Дискретность — это свойство не информации, а её представления.

# Непрерывность и дискретность

**!** При увеличении точности дискретизации свойства аналоговой и дискретной информации практически совпадают!

$$\pi \approx 3,1415926$$



# Кодирование информации

## § 8. Алфавитный подход к измерению количества информации

# Алфавитный подход

Количество информации в битах определяется длиной сообщения в двоичном коде.

10101100

8 битов

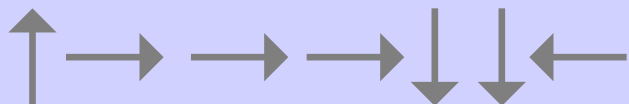
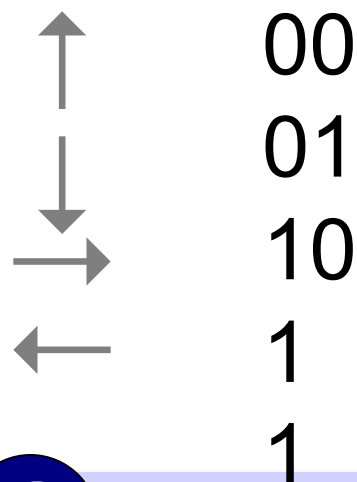


вперёд

назад

вправо

влево



00101010010111



Сколько битов?

14 битов



## Алфавитный подход

---

- 1) определяем мощность алфавита  $N$ ;
- 2) определяем количество битов информации  $i$ , приходящихся на один символ, — информационную ёмкость (объём) символа:

$N$ , символов	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
$i$ , битов информации	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 3) количество информации в сообщении:

$$I = L \cdot i$$

где  $L$  — количество символов в сообщении.

# Алфавитный подход

---

- каждый символ несёт одинаковое количество информации
- частота появления разных символов (и сочетаний символов) не учитывается
- количество информации определяется только длиной сообщения и мощностью алфавита
- смысл сообщения не учитывается

## Задача

---

Определить количество информации в 10 страницах текста (на каждой странице 32 строки по 64 символа) при использовании алфавита из 256 символов.

1) информационная ёмкость символа:

$$256 = 2^8 \Rightarrow i = 8 \text{ бит} = 1 \text{ байт}$$

2) количество символов на странице:

$$32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11}$$

3) общее количество символов:

$$L = 10 \cdot 2^{11}$$

4) информационный объём сообщения:

$$I = L \cdot i = 10 \cdot 2^{11} \cdot 1 \text{ байтов} = 20 \text{ Кбайт}$$

# Конец фильма

---

**ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич**

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

[kpolyakov@mail.ru](mailto:kpolyakov@mail.ru)

**ЕРЕМИН Евгений Александрович**

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

[eremin@pspu.ac.ru](mailto:eremin@pspu.ac.ru)

# Источники иллюстраций

---

1. <http://overhealth.ru>
2. <https://ufhealth.org>
3. <http://wmposters.com>
4. <http://www.ulmart.ru>
5. <http://all-graphic.net>
6. <http://123rf.com>
7. <http://made-in-china.com>
8. <http://megamaster.biz>
9. <http://evrobass.ru>
10. <http://blendercontest.com>
11. <http://ru.wikipedia.org>
12. авторские материалы