

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?

•русский •английский •китайский •шведский •суахили •...	$y = 3 \sin x + 1$ $2H_2 + O_2 = 2H_2O$  1. e2-e4 e7-e5...
---	--

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	• • •		
Д	— • •	Т	—	1	• — — — —
Е	•	У	• • —	2	• • — — —
Ж	• • • —	Ф	• • — •	3	• • • — —
З	— — • •	Х	• • • •	4	• • • • —
И	• •	Ц	— • — •	5	• • • • •
Й	• — — —	Ч	— — — •	6	— • • • •
К	— • —	Ш	— — — —	7	— — • • •
Л	• — • •	Щ	— — • —	8	— — — • •
М	— —	Ь	— • • —	9	— — — — •
Н	— •	Ы	— • — —	0	— — — — —



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.

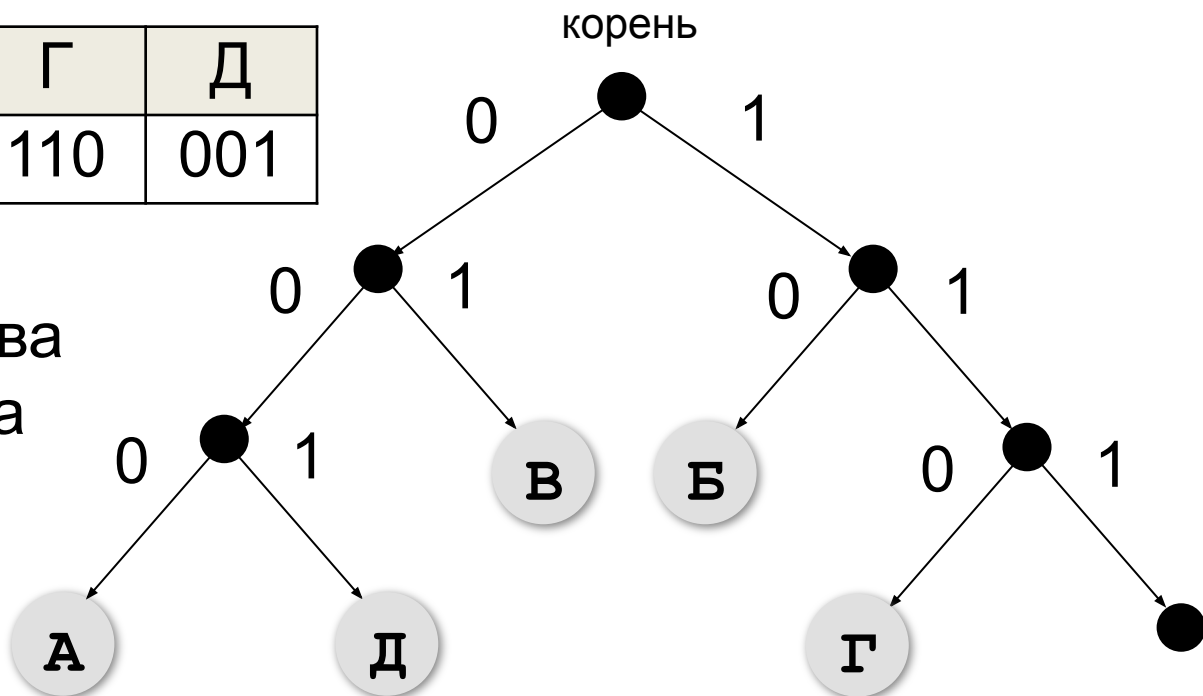
· — — · — · · · · — · — **ВАСЯ**



Когда разделитель не нужен?

А	Б	В	Г	Д
000	10	01	110	001

Все кодовые слова заканчиваются на листьях дерева!



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

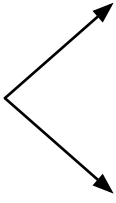
011000110110
Б Д 1 Г Б В

Неоднозначное декодирование

А	Б	В	Г	Д
01	010	011	11	101

? Выполняются ли условия Фано?

Декодирование *может быть* неоднозначным...

010100111101  **АБАГД**
АБВГ

! 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

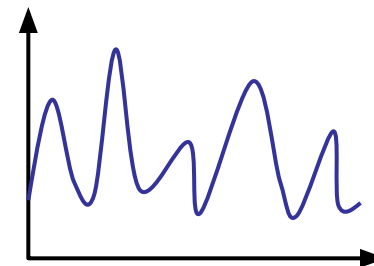
01000011001011110000100

Кодирование информации

§ 7. Дискретность

Аналоговые сигналы и устройства

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

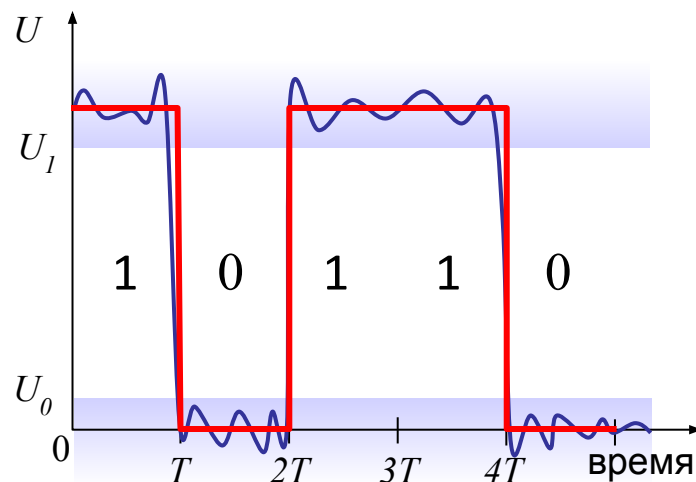


Аналоговые компьютеры



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

Дискретные (цифровые) сигналы



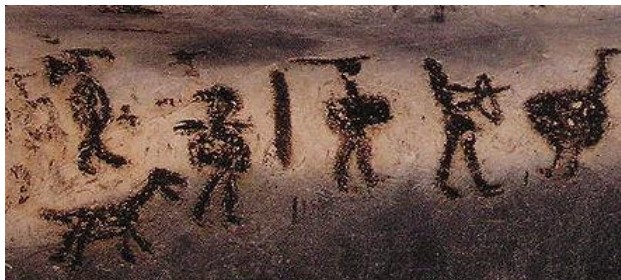
Свойства:

- 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

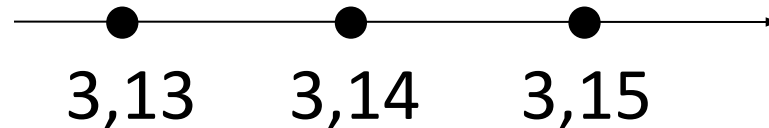
... только дискретную информацию в виде конечного количества знаков некоторого алфавита.



Все виды информации нужно перевести в дискретный вид!

Дискретизация

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

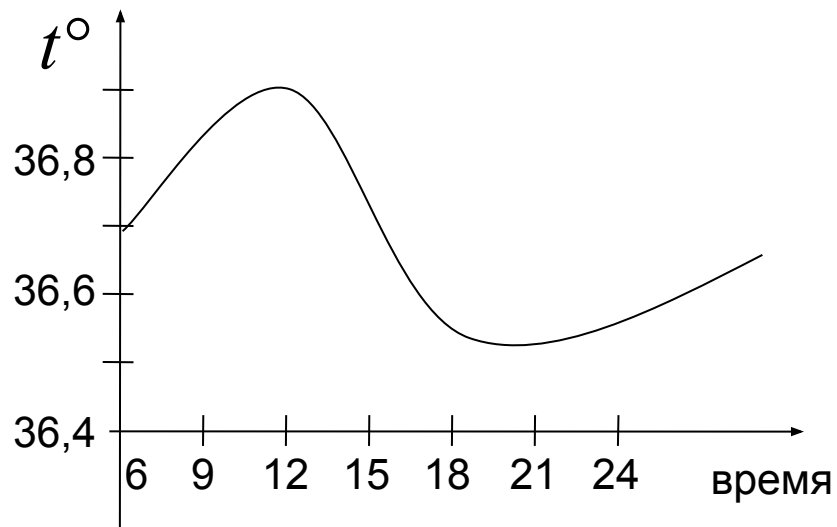
 π  π 

3,13

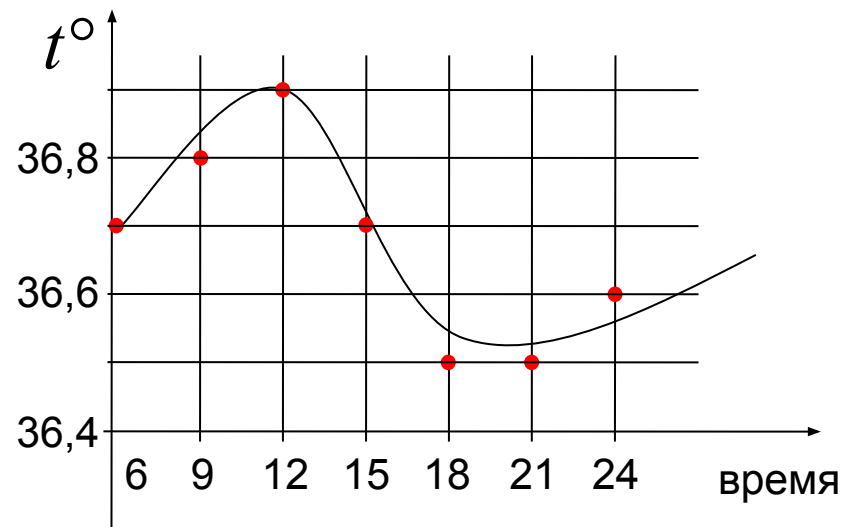
3,14

3,15

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. 36,6°

дискретная информация

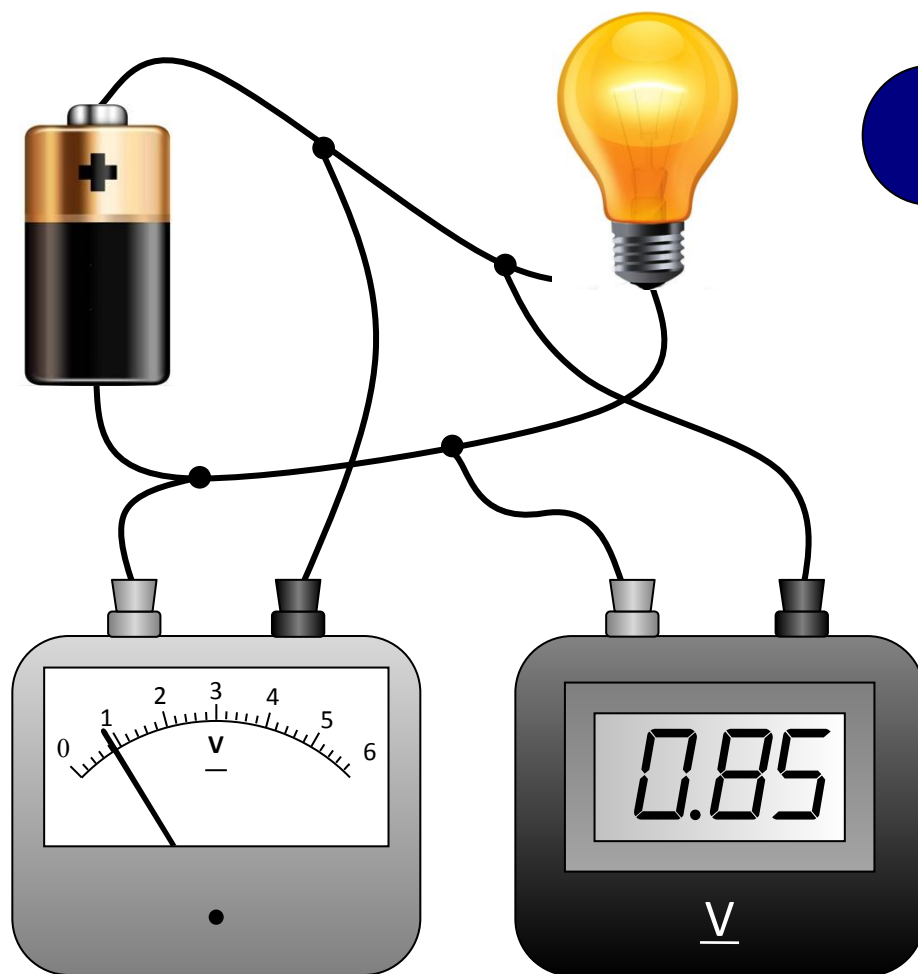


При дискретизации
есть потеря информации!



Как уменьшить потери?

Непрерывность и дискретность



Дискретность —
это свойство не
информации, а её
представления.

аналоговые
данные

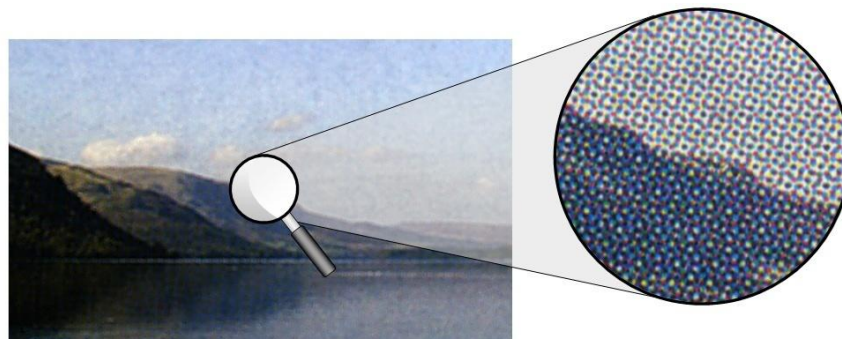
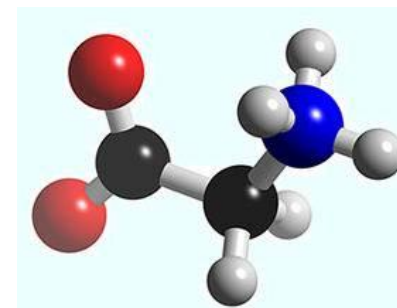
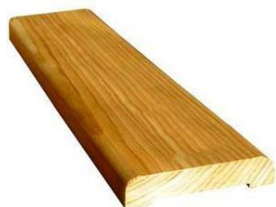
дискретные
данные

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.

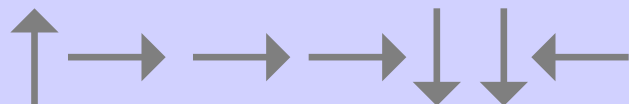
10101100

8 битов



вперёд
назад
вправо
влево

↑ 00
↓ 01
→ 10
← 1
1



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

ЕРЕМИН Евгений Александрович

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

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

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