



# И нформатика



Учебный год 2023/2024.

# И нформатика



**Лекция №1. Тема: «Теория информации. Представление данных. Системы счисления.»**



- Кандидат технических наук.
- Стаж преподавания — 12 лет.
- Доцент факультета ПИиКТ.
- Ответственный за аспирантуру по факультету ПИиКТ.
- Стаж в IT-индустрии — 18 лет.
- Lead RPA Engineer в MD Cloud.
- Область научных интересов: RPA, речевые технологии, новые технологии в IT-сфере.





Ссылка на Yandex-Форму:

<https://forms.yandex.ru/u/6500cd12e010db26618b8eae/>

- ФИО.
- Группа.
- Электронный адрес (почта).
- Цель поступления на вашу образовательную программу (специальность).
- Ваши ожидания от курса «Информатика».
- Какие языки программирования вы изучали в школе?
- Какие языки программирования вы изучали самостоятельно?
- Изучали ли вы ранее ....?



## Лекции (раз в две недели):

- Посещать обязательно (почти).
- При себе иметь ручку.

## Лабораторные занятия (раз в две недели):

- Выполняются дома, защищаются в университете.
- Выполняются строго последовательно.
- При сильно несвоевременной сдаче – штраф.

## Контроль усвоения знаний:

- Аннотации (желательно по тематике последней лекции).
- 2 рубежных тестирования в ЦДО.
- Экзамен.
- Поощрение неординарных решений.
- Бонусы за обнаруженные ошибки.



Смотреть лекцию после  
защиты лабораторной



Смотреть лекцию до  
защиты лабораторной





Диапазон баллов	Оценка
[0; 60)	2F
[60;67]	3E
(67;74]	3D
(74;83]	4C
(83;90]	4B
(90;100]	5A

**Важно:** личностные качества составляют 10% от оценки!



- Основы теории информации
- Представление чисел в ЭВМ
- Основы языка Python для обработки данных
- Основы форматов и языков разметки документов
- Основы регулярных выражений
- Полезные навыки работы с офисными пакетами
- Работа с системами вёрстки текста
- Программное обеспечение профессионального программиста



**Требования к слушателям:** освоенный школьный курс информатики.

Ваши замечания, пожелания преподавателю или анекдот о программистах<sup>1</sup>

Я очень устал...





## Полезные примеры:

- <https://missing.csail.mit.edu/about/>
- <https://compscicenter.ru/courses/practical-minimum/2020-autumn/>
- <https://www.vedomosti.ru/opinion/columns/2023/05/10/974295-vtoraya-professiya-aitishnik>
- «В целом мне понравилось, программа довольно разнообразная, и я считаю приобретённые умения должны входить в так называемую базу любого уважаемого программиста.»



Онлайн-курс «Информатика для втузов»

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/COMTEC/>

Черновик методического пособия «Информатика»

[https://vk.com/doc-31201840\\_566998093](https://vk.com/doc-31201840_566998093)

Старое методическое пособие с лабораторными работами

<https://books.ifmo.ru/file/pdf/2464.pdf>

Telegram-канал «Студенты Балакшина П.В.»:

[https://t.me/balakshin\\_students](https://t.me/balakshin_students)



## Список IT-ориентированных новостных ресурсов

[habr.com](http://habr.com), 3dnews.ru, 4pda.to, android.com, betanews.com, blogs.intel.com, cam.ac.uk, cnews.ru, computerworld.com, dailymtechinfo.org, datbase.ru, discovery.com, extremetech.com, gizmodo.com, hi-news.ru, hitech.vesti.ru, iksmedia.ru, it-news-world.ru, it-top.ru, it-world.ru, it.tut.by, itc.ua, itnews.com.ua, itupdate.ru, itworld.com, mobiledevice.ru, news-it.net, news.softpedia.com, osp.ru, overclockers.ru, research.ibm.com, sciencedaily.com, sciencemag.org, singularityhub.com, thehackernews.com, theverge.com, thg.ru, unix.org, wired.co.uk ...



**Информатика** – дисциплина, изучающая свойства и структуру информации, закономерности ее создания, преобразования, накопления, передачи и использования.

**Англ:** informatics = information technology + computer science + information theory

## Важные даты

- 1956 – появление термина «информатика» (нем. Informatik, Штейнбух)
- 1968 – первое упоминание в СССР (информология, Харкевич)
- 197X – информатика стала отдельной наукой
- 4 декабря – день российской информатики



Международный стандарт ISO/IEC 2382:2015

«Information technology – Vocabulary» (вольный пересказ):

**Информация** – знания относительно фактов, событий, вещей, идей и понятий.

**Данные** – форма представления информации в виде, пригодном для передачи или обработки.

- Что есть предмет информатики: информация или данные?
- Как измерить информацию? Как измерить данные?  
Пример: «Байкал — самое глубокое озеро Земли».

## Терминология: информация и данные (2)







**Количество информации  $\equiv$  информационная энтропия** – это численная мера непредсказуемости информации. Количество информации в некотором объекте определяется непредсказуемостью состояния, в котором находится этот объект.

Пусть  $i(s)$  — функция для измерения количеств информации в объекте  $s$ , состоящем из  $n$  независимых частей  $s_k$ , где  $k$  изменяется от 1 до  $n$ . Тогда **свойства меры количества информации  $i(s)$**  таковы:

- Неотрицательность:  $i(s) \geq 0$ .
- Принцип предопределённости: если об объекте уже все известно, то  $i(s) = 0$ .
- Аддитивность:  $i(s) = \sum i(s_k)$  по всем  $k$ .
- Монотонность:  $i(s)$  монотонна при монотонном изменении вероятностей.



- **Классическое определение** (существует только  $n$  равновозможных исходов эксперимента, из них  $m$  исходов приведут к событию  $A$ )

$$p(A) = m/n$$

- **Статистическое определение** (в результате проведённых  $n$  экспериментов события  $A$  возникло  $m$  раз)

$$p(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$$

- **Свойства вероятности**

$$0 \leq p(A) \leq 1,$$

сумма вероятностей всех возможных несовместных событий равна 1

# Мера количества информации по Хартли



Система  $S$  может находиться в одном из  $N$  равновероятных состояний. Вероятность каждого из состояний  $p = 1/N$ . Передадим сообщение о выпавшем состоянии  $S$ , используя двоичное сообщение длины  $d$ :

$$2^d \geq N \rightarrow d \geq \log_2 N$$

Значит, для однозначного описания системы требуется  $\log_2 N$  бит. По определению Хартли, количество информации в системе  $S$  равно

$$i_H(s) = \log_x N = -\log_x p.$$



Ральф Хартли  
(1880--1970)

**Единицы измерения** количества информации:

$$i_H = (\text{lb } N \text{ бит} = \text{lb } N \text{ Шн} = \text{lb } N \text{ Sh}) = \log_3 N \text{ трит} = (\lg N \text{ харт} = \lg N \text{ Hart} = \lg N \text{ дит}) = \ln N \text{ нат}$$

Какова этимология названий единиц измерения? Сколько дит содержится в 33 битах?

**Ответ 1:** (bit  $\rightarrow$  binary digit), (dit  $\rightarrow$  decimal digit), (Шн  $\rightarrow$  Шеннон), (харт  $\rightarrow$  Хартли) и т. д.

**Ответ 2:** т. к.  $33 \text{ бит} = \log_2 N$ , то  $\log_{10} N = x \text{ дит}$ , отсюда найдём  $x$  через  $N$ :  $x = \log_{10} 2^{33} \approx 9,9 \text{ дит}$ .



**Пример 1.** Ведущий загадывает число от 1 до 64. Какое число вопросов типа «да-нет» понадобится, чтобы гарантировано угадать число?

- Первый вопрос: «Загаданное число меньше 32?». Ответ: «Да».
- Второй вопрос: «Загаданное число меньше 16?». Ответ: «Нет».
- ...
- Шестой вопрос (в худшем случае) точно приведёт к верному ответу.
- Значит, в соответствии с мерой Хартли в загадке ведущего содержится ровно  $\log_2 64 = 6$  бит непредсказуемости (т.е. информации).

**Пример 2.** Ведущий держит за спиной ферзя и собирается поставить его на произвольную клетку доски. Насколько непредсказуемо его решение?

- Всего на доске  $8 \times 8$  клеток, а цвет ферзя может быть белым или чёрным, т. е. всего возможно  $8 \times 8 \times 2 = 128$  равновероятных состояний.
- Значит, количество информации по Хартли равно  $\log_2 128 = 7$  бит.



Экспериментатор одновременно подбрасывает монету (М) и кидает игральную кость (К).  
Какое количество информации содержится в эксперименте (Э)?

## Аддитивность:

$$i(\text{Э}) = i(\text{М}) + i(\text{К}) \Rightarrow i(12 \text{ исходов}) = i(2 \text{ исхода}) + i(6 \text{ исходов}): \log_x 12 = \log_x 2 + \log_x 6$$

## Неотрицательность:

Функция  $\log_x N$  неотрицательно при любом  $x > 1$  и  $N \geq 1$ .

## Монотонность:

С увеличением  $p(\text{М})$  или  $p(\text{К})$  функция  $i(\text{Э})$  монотонно возрастает.

## Принцип предопределённости:

При наличии всегда только одного исхода (монета и кость с магнитом) количество информации равно нулю:  $\log_x 1 + \log_x 1 = 0$ .

# Мера количества информации по Шеннону



Мера Хартли подходит лишь для систем с равновероятными состояниями. Если состояния системы  $S$  не равновероятны, используют меру Шеннона:

$$i(S) = - \sum_{i=1}^N p_i \cdot \log_2 p_i,$$

где  $N$  – число состояний системы,  
 $p_i$  – вероятность того, что система  $S$  находится в состоянии  $i$  (сумма всех  $p_i$  равна 1).



Клод Шеннон  
(1916–2001)

**Формула Хартли является частным случаем формулы Шеннона!**

**Пример 1.** Количество информации в акте подбрасывания обычной монеты по формуле Хартли равно  $\log_2 2 = 1$  бит. По формуле Шеннона получим то же:  $i_{s_1} = -0,5 \cdot \log_2 0,5 - 0,5 \cdot \log_2 0,5 = 1$  бит.

**Пример 2.** При подбрасывании монеты со смещённым центром тяжести количество непредсказуемости становится меньше:  $i_{s_2} = -0,75 \cdot \log_2 0,75 - 0,25 \cdot \log_2 0,25 \approx 0,8$  бит.





Шулер наугад вытаскивает одну карту из стопки, содержащей 9 известных ему карт: 3 джокера, 3 туза, 1 король, 1 дама и 1 валет. Какое количество информации для шулера содержится в этом событии  $s$ ?

$$\text{Вероятность вытащить} \left\{ \begin{array}{l} \text{джокера} \\ \text{туза} \\ \text{короля} \\ \text{даму} \\ \text{валета} \end{array} \right\} \text{ равна } \left\{ \begin{array}{l} 3/9 = 1/3 \\ 3/9 = 1/3 \\ 1/9 \\ 1/9 \\ 1/9 \end{array} \right.$$

Количество информации, выраженное в тритах, равно:

$$\begin{aligned} i(s) &= -\left(\frac{1}{3} \cdot \log_3 \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot \log_3 \frac{1}{3} + \frac{1}{9} \cdot \log_3 \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \cdot \log_3 \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \cdot \log_3 \frac{1}{9}\right) = \\ &= \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{2}{9} + \frac{2}{9} + \frac{2}{9} = 1\frac{1}{3} \approx \log_3 5 \text{ vs } \log_3 14 \end{aligned}$$



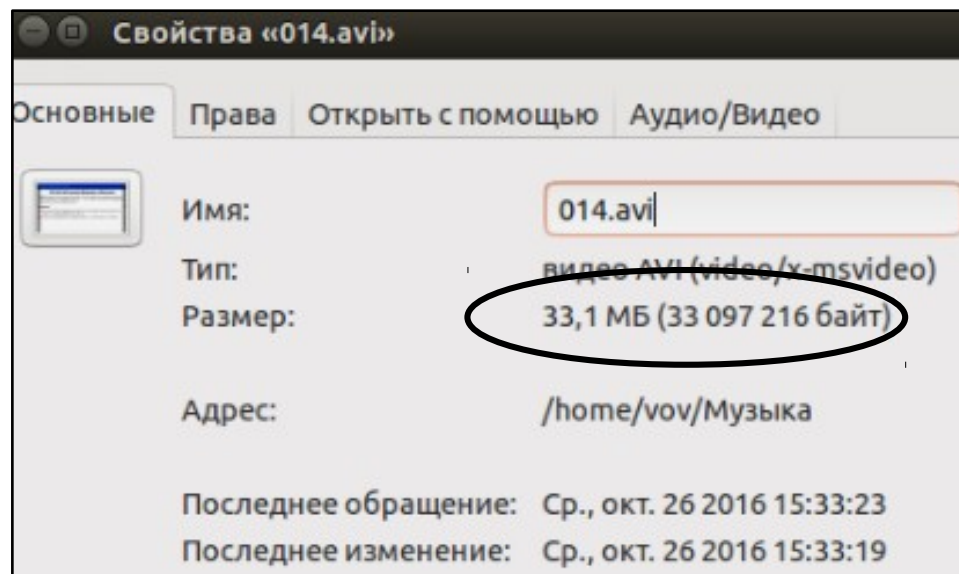
**Задача.** Монета имеет смещённый центр тяжести. Вероятность выпадения «орла» – 0,25, вероятность выпадения «решки» – 0,75. Какое количество информации содержится в одном подбрасывании?

## Решение

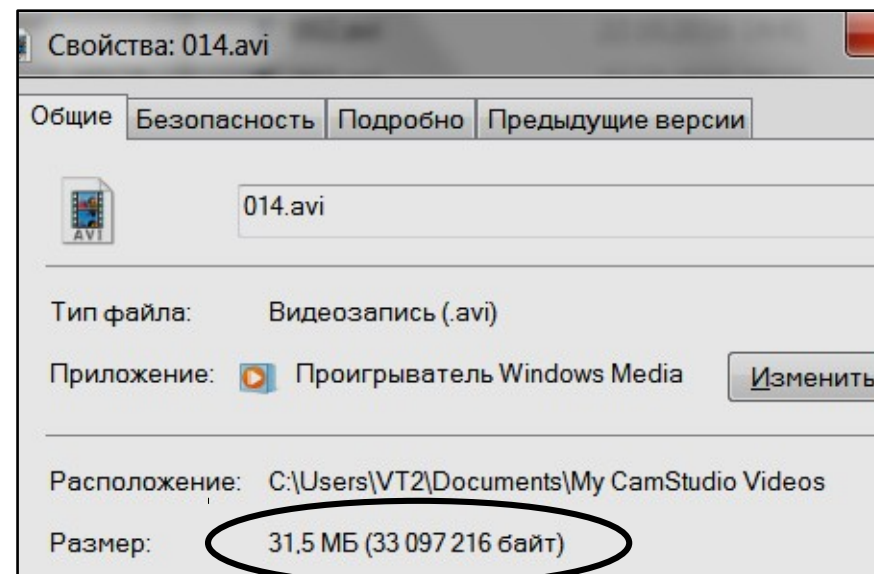
- Пусть монета была подброшена  $N$  раз ( $N \rightarrow \infty$ ), из которых «решка» выпала  $M$  раз, «орёл» —  $K$  раз (очевидно, что  $N = M + K$ ).
- Количество информации в  $N$  подбрасываниях:  $i_N = M * i(\text{«решка»}) + K * i(\text{«орёл»})$ .
- Тогда среднее количество информации в одном подбрасывании:  
$$i_1 = i_N / N = (M/N) * i(\text{«решка»}) + (K/N) * i(\text{«орёл»}) = p(\text{«решка»}) * i(\text{«решка»}) + p(\text{«орёл»}) * i(\text{«орёл»}).$$
- Подставив формулу Шеннона для  $i$ , окончательно получим:  
$$i_1 = -p(\text{«решка»}) * \log_x p(\text{«решка»}) - p(\text{«орёл»}) * \log_x p(\text{«орёл»}) \approx 0,8 \text{ бит.}$$

# Приставки для единиц измерения количества информации/данных: проблема

## Linux Ubuntu 14



## Microsoft Windows 7



33 097 216 байт — это 33,1 МБ или 31,5 МБ?

# Приставки для единиц измерения количества информации/данных: решение



1. **IEEE 1541-2002** – Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике.
2. **ISO/IEC 80000-13:2008** – Международная организация по стандартизации.
3. **ГОСТ IEC 60027-2-2015** – Международная электротехническая комиссия.

Приставки единиц СИ	Новые двоичные префиксы	$\Delta, \%$
килобайт (KB) = $10^3$ байт	кибибайт (KiB, КиБ) = $2^{10}$ байт	2
мегабайт (MB) = $10^6$ байт	мебибайт (MiB, МиБ) = $2^{20}$ байт	5
гигабайт (GB) = $10^9$ байт	гибибайт (GiB, ГиБ) = $2^{30}$ байт	7
терабайт (TB) = $10^{12}$ байт	тебибайт (TiB, ТиБ) = $2^{40}$ байт	10

**Краткое обозначение битов и байтов:** b = bit = бит, B = Б = байт

$$1024 \text{ B} = 1024 \text{ Б} = 8192 \text{ b} = 8192 \text{ бит} = 8 \text{ Кибит} = 1 \text{ КиБ} = 1 \text{ KiB}$$

# Приставки для единиц измерения количества информации/данных: детали



## Полное произношение названий приставок

3 КиБ = «три кибибайта» = «три килобинарных (kilobinary) байта».

7 Гибит = «семь гибибитов» = «семь гигабинарных (gigabinary) битов».

## Сложившаяся практика использования приставок

Объем памяти (HDD, RAM, Cache): 512 KiB = 524 288 bytes.

Скорость передачи данных: 512 kbps = 512 000 bps = 512 000 бит/с.

## Типовая задача

Сколько мегабит содержится в двух гигабинарных байтах?

$$2 \text{ ГиБ} = 2 \cdot 2^{30} \text{ Б} = 16 \cdot 2^{30} \text{ бит} = \frac{16 \cdot 2^{30}}{1000000} \text{ Мбит} \approx 17180 \text{ Мбит (округл.)}$$

# Приставки для единиц измерения количества информации/данных: пример



Device Name

albert-VirtualBox >

Memory

975,0 MiB

Processor

AMD® Ryzen 5 4500u with radeon graphics × 12

Graphics

llvmpipe (LLVM 11.0.0, 256 bits)

Disk Capacity

48,3 GB

OS Name

Ubuntu 20.10





## Унарная система счисления

Основной недостаток — отсутствие нуля

Полезная и интересная ссылка:

<https://ancientcivilizationsworld.com/number-systems/>

# Системы счисления: историческая справка (2)



Основание	Кто и как использовал	
нет	Австралийские племена	3=два-один, 4=два-два, 5=два-два-один, 6=два-два-два, 7=много
5	Африканские племена	
12	Тибетцы, нигерийцы	
20	Индейцы Майя, кельты	
60	Вавилоняне, шумеры	
10	5 век (Индия) 16 век (Европа) 17 век (Россия)	



$$X = 2017,042 = 2 \cdot 1000 + 0 \cdot 100 + 1 \cdot 10 + 7 \cdot 1 + 4/100 + 2/1000$$

$$X_{(q)} = X_{n-1} X_{n-2} \dots X_1 X_0, X_{-1} X_{-2} \dots X_{-m}$$

$X_{(q)}$  — запись числа в системе счисления с основанием  $q$ ;

$x_i$  — натуральные числа меньше  $q$ , т.е. цифры;

$n$  — число разрядов целой части;

$m$  — число разрядов дробной части.

$$X_{(q)} = x_{n-1}q^{n-1} + x_{n-2}q^{n-2} + \dots + x_1q^1 + x_0q^0 + x_{-1}q^{-1} + x_{-2}q^{-2} + \dots + x_{-m}q^{-m}$$

$$X_{(q)} = \sum_{i=-m}^{n-1} x_i \cdot q^i$$

**ПРИМЕРЫ:**  $123_{(4)} = 1 \cdot 4^2 + 2 \cdot 4 + 3$  (если основание СС не указано  $\Rightarrow$  10-ричная СС)

$$456,78_{(10)} = 4 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0 + 7 \cdot 10^{-1} + 8 \cdot 10^{-2}$$

# Перевод из одной СС в другую. Пример 1



$231_{(10)} = ABC_{(10)} = \dots HGFE_{(8)} = \dots + H \cdot 8^3 + G \cdot 8^2 + F \cdot 8 + E$ , при натуральных  $H, G, F, E < 8$ .

**Как найти E, F, G, H?**

Решение:  $(\dots + H \cdot 8^3 + G \cdot 8^2 + F \cdot 8 + E) / 8 = \dots + H \cdot 8^2 + G \cdot 8^1 + F$  (плюс остаток E)  
 $\Rightarrow (\dots HGFE_{(8)}) / 8 = \dots HGF_{(8)}$  (с остатком E)

Номер шага ( <i>i</i> )	0	1	2	3	4	...
Частное от деления на 8	231	28	3	0	0	0
Остаток от деления на 8	0	7	4	3	0	0

**Ответ:**  $E=7, F=4, G=3, H=0$ .

$$231_{(10)} = 347_{(8)}$$



$$\begin{array}{r}
 231 \overline{) 2} \\
 \underline{-230} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 230 \overline{) 115} \\
 \underline{-114} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 115 \overline{) 2} \\
 \underline{-114} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 114 \overline{) 57} \\
 \underline{-56} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 57 \overline{) 28} \\
 \underline{-28} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 28 \overline{) 2} \\
 \underline{-28} \phantom{0} \\
 0
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 28 \overline{) 14} \\
 \underline{-14} \phantom{0} \\
 0
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 14 \overline{) 2} \\
 \underline{-14} \phantom{0} \\
 0
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 14 \overline{) 7} \\
 \underline{-6} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 7 \overline{) 3} \\
 \underline{-6} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 3 \overline{) 2} \\
 \underline{-2} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 2 \overline{) 1} \\
 \underline{-2} \phantom{0} \\
 1
 \end{array}$$

## Перевод из одной СС в другую. Пример 3



**Задача:**  $0,15_{(10)} = ?_{(3)} = 0,ABCD..._{(3)} = A/3^1 + B/3^2 + C/3^3 + D/3^4 + \dots$

**Решение:**  $(A/3^1 + B/3^2 + C/3^3 + D/3^4 + \dots) * 3 = A * 3^0 + (B/3^1 + C/3^2 + D/3^3 + \dots)$

$$\Rightarrow 3 * 0,ABCD..._{(3)} = A,BCD..._{(3)}$$

Номер шага ( $i$ )	0	1	2	3	4	5	...
Целая часть после умножения дробной части на 3	0	0	1	1	0	0	...
Дробная часть после умножения на 3	0,15	0,45	0,35	0,05	0,15	0,45	...

**Ответ:**  $0,15_{(10)} = 0,011001100..._{(3)} = 0,(0110)_{(3)}$



## Перевод из одной СС в другую. Пример 4



Задача:  $0,8125_{(10)} = ?_{(2)}$

Ход решения →

0	, 8125 2
1	, 625 2
1	, 25 2
0	, 5 2
1	0

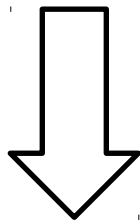
Ответ:  $0,8125_{(10)} = 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-4} = 0,1101_{(2)}$

## Перевод из одной СС в другую. Пример 5



$$231_{(10)} = 11100111_{(2)}$$

$$0,8125_{(10)} = 0,1101_{(2)}$$



$$231,8125_{(10)} = 11100111,1101_{(2)}$$



# Перевод из СС с основанием 2 в СС с основанием 4

**Сложный путь:** 1) СС-2  $\rightarrow$  СС-10:  $10100_{(2)} = 20_{(10)}$   
2) СС-10  $\rightarrow$  СС-4:  $20_{(10)} = 110_{(4)} \Rightarrow 10100_{(2)} = 110_{(4)}$

Примечание: «СС- $N$ » означает «система счисления с основанием  $N$ »

**Простой путь:**

$$\begin{aligned} & x_{i+1}2^{i+1} + x_i2^i + \dots + x_32^3 + x_22^2 + x_12^1 + x_02^0 \\ & \quad \Downarrow \\ & x_{2k+1}2^{2k+1} + x_{2k}2^{2k} + \dots + x_32^{2 \cdot 1 + 1} + x_22^{2 \cdot 1} + x_12^1 + x_02^0 \\ & \quad \Downarrow \\ & 2^{2k}(x_{2k+1}2^1 + x_{2k}) + \dots + 2^2(x_32^1 + x_2) + 2^0(x_12^1 + x_0) \\ & \quad \Downarrow \\ & 4^k(x_{2k+1}2^1 + x_{2k}) + \dots + 4^1(x_32^1 + x_2) + 4^0(x_12^1 + x_0) \end{aligned}$$

# Преобразование из СС-2 в СС-2<sup>к</sup> и обратно



Двоичная <-> Четверичная	Двоичная <-> Восьмеричная	Двоичная <-> Шестнадцатеричная
00 <-> 0	000 <-> 0	0000 <-> 0
01 <-> 1	001 <-> 1	0001 <-> 1
10 <-> 2	010 <-> 2	0010 <-> 2
11 <-> 3	011 <-> 3	0011 <-> 3
	100 <-> 4	...
	101 <-> 5	1101 <-> D
	110 <-> 6	1110 <-> E
	111 <-> 7	1111 <-> F

**Пример:**  $1111110001,1110001_{(2)} = 0011\ 1111\ 0001,1110\ 0010_{(2)} = 3F1,E2_{(16)}$



## Из $CC-N$ в $CC-N^k$

- дополнить число, записанное в  $CC$  с основанием  $N$ , незначащими нулями так, чтобы количество цифр было кратно  $k$ ;
- разбить полученное число на группы по  $k$  цифр, начиная от нуля;
- заменить каждую такую группу эквивалентным числом, записанным в  $CC$  с основанием  $N^k$ .

Задача:  $1020101_{(3)} = ?_{(27)}$

Решение:  $1020101_{(3)} = 001\ 020\ 101_{(3)} = 16A?_{(27)}$

## Из $CC-N^k$ в $CC-N$

- заменить каждую цифру числа, записанного в  $CC$  с основанием  $N^k$ , эквивалентным набором из  $k$  цифр  $CC$  с основанием  $N$ .

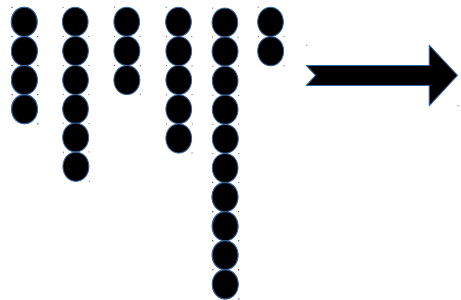
Задача:  $2345_{(125)} = ?_{(5)}$

Решение:  $2345_{(125)} = 002\ 003\ 004\ 010_{(5)} = 2003004010_{(5)}$



**Задача.** Робинзон Крузо нашёл на острове 60 камней. Сколько прошедших дней можно ими закодировать в разных СС?

Пример СС-10:



463502-й день из 999999 возможных,  
где  $999999 = 10^6 - 1$





Пример СС-60:

0 камней = 0 дней

1 камень = 1 день

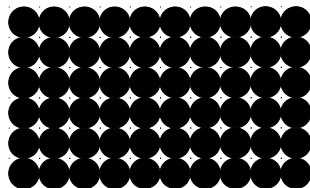
2 камня = 2 дня

...

**60 камней = 60 дней**

● 1 день

●● → 2 дня



60 дней







Пример СС-20:

0 камней  $\neq$  0 дней

1 камень = 0 дней

2 камня = 1 день

или 20 дней

или 400 дней

...

**60 камней =**

**=  $19 \cdot 400 +$**

**$+ 19 \cdot 20 + 19 =$**

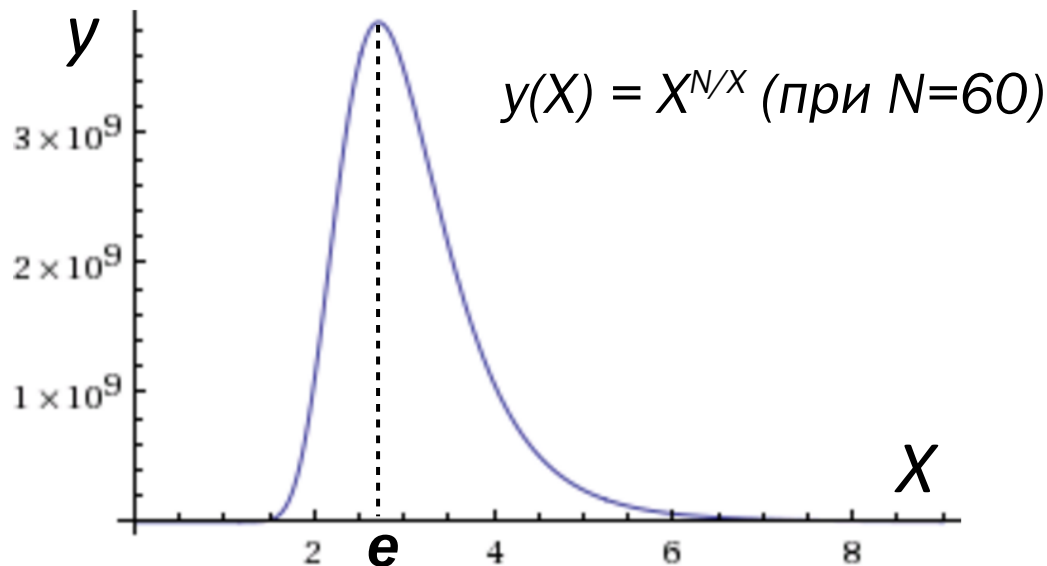
**7999 дней**  
 $2^{30}, 3^{20}, 4^{15}, 5^{12}, 6^{10}, 7^8, 8^7, 9^6, 10^6, 11^5, 12^5, \dots, 20^3, \dots, 30^2, \dots, 60^1$

● 0	● 0	● 0	0 дней
● 0	● 0	●● 1	1 день
● 0	● 0	●●●●●●●●●●●●●●●●●● 19	19 дней
● 0	●● 20	● 0	
●● 400	●● 20	●● 1	20 дней

**421 день**



Если взять  $N$  камней, а за основание СС принять число  $X$ , то получится  $N/X$  разрядов, которыми можно закодировать  $y = X^{N/X}$  дней (для простоты полагаем, что число разрядов может быть нецелым).



**Вывод:** оптимальная система счисления имеет основание  $e=2,7183....$



Оптимальный — это означает лучший по какому-либо критерию.

~~Самый оптимальный~~

~~Наиболее оптимальный~~

<https://www.quora.com/Is-the-phrase-most-optimal-grammatically-correct>

<https://forum.wordreference.com/threads/the-most-optimal-way.3508002/>



**Обеспечивать** — научный синоним глаголов давать, создавать, предоставлять, покрывать, оказывать.

Всё, что можно подсчитать, — **число**. А то, что нельзя, — количество.

Number, Count vs Amount, Value

Вопрос: *число* чисел или *количество* чисел?

**Функциональность** (англ. utility, capability, functionality, feature) — набор возможностей (функций), которые предоставляет данная система или устройство.

Функционал:

1)(матем.) Функция, заданная на произвольном множестве и имеющая числовую область значений.

2)(секс.) Активный гомосексуальный партнёр.

# Каким может быть основание позиционной СС?



$$X_{(q)} = \sum_{k=-m}^{n-1} d_k \cdot q^k$$

$m$  — число цифр справа от запятой,

$n$  — число цифр слева от запятой,

$d_k$  — цифра числа, стоящая на  $k$ -й позиции,

$q$  — основание системы счисления.

Пример:  $789,13_{10} = 7 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0 + 1 \cdot 10^{-1} + 3 \cdot 10^{-2}$

Что если  $q$  отрицательно? иррационально? переменное?



Джорж  
Бергман  
(р. 1943)

Любое действительное число можно представить в виде

$$x = \sum_{k=-m}^{n-1} d_k \cdot z^k, \quad \text{где } d_k \in \{0, 1\}, \quad z = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

$m$  — число цифр справа от запятой,  $n$  — число цифр слева от запятой,  $d_k$  — цифра числа, стоящая на  $k$ -й позиции,  $z$  — число золотой пропорции. Запись числа  $x$  в системе Бергмана имеет вид :

$$x_{(B)} = d_{n-1} \dots d_2 d_1 d_0, d_{-1} d_{-2} d_{-3} \dots d_{-m} \text{ (B)}$$

$$\left. \begin{aligned} 2_{(10)} &= 10,01_{(B)} = z^1 + z^{-2} \\ 3_{(10)} &= 11,01_{(B)} = z^1 + z^0 + z^{-2} \\ 3_{(10)} &= 100,01_{(B)} = z^2 + z^{-2} \end{aligned} \right\}$$

Чтобы исключить неоднозначность, используют запись с наибольшим количеством разрядов, т. е.  $3_{(10)} = 100,01_{(B)}$

**Применение:** запись иррациональных чисел конечным числом цифр:  $10_{(B)} = 1,618033998\dots$ , контроль арифметических операций, коррекция ошибок, самосинхронизация кодовых последовательностей при передаче по каналу связи.

# Примеры использования системы счисления Бергмана



$$z^5 := \cdot 1.618033988749895^5 := \cdot \cdot 11.090169943749476\mathbb{I}$$

$$z^4 := \cdot 1.618033988749895^4 := \cdot \cdot 6.854101966249686\mathbb{I}$$

$$z^3 := \cdot 1.618033988749895^3 := \cdot \cdot 4.23606797749979\mathbb{I}$$

$$z^2 := \cdot 1.618033988749895^2 := \cdot \cdot 2.618033988749895\mathbb{I}$$

$$z^1 := \cdot 1.618033988749895^1 := \cdot \cdot 1.618033988749895\mathbb{I}$$

$$z^0 := \cdot 1.618033988749895^0 := \cdot \cdot 1.0\mathbb{I}$$

$$z^{(-1)} := \cdot 1.618033988749895^{(-1)} := \cdot \cdot 0.6180339887498948\mathbb{I}$$

$$z^{(-2)} := \cdot 1.618033988749895^{(-2)} := \cdot \cdot 0.38196601125010515\mathbb{I}$$


$$z^{(-3)} := \cdot 1.618033988749895^{(-3)} := \cdot \cdot 0.23606797749978967\mathbb{I}$$

$$z^{(-4)} := \cdot 1.618033988749895^{(-4)} := \cdot \cdot 0.14589803375031543\mathbb{I}$$

$$z^{(-5)} := \cdot 1.618033988749895^{(-5)} := \cdot \cdot 0.09016994374947422\mathbb{I}$$

$$z^{(-6)} := \cdot 1.618033988749895^{(-6)} := \cdot \cdot 0.0557280900008412\mathbb{I}$$

## Примеры использования системы счисления Бергмана (2)


$$\begin{aligned} 16 &= 11.090169943749476 + 4.23606797749979 + \\ &+ 0.6180339887498948 + 0.0557280900008412 = \\ &= z^5 + z^3 + z^{(-1)} + z^{(-6)} = 101000.100001_{(B)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7 &= 6.854101966249686 + 0.14589803375031543 = \\ &= z^4 + z^{(-4)} = 10000.0001_{(B)} \end{aligned}$$





# Система счисления Цекендорфа (фибоначчиева СС)

Любое целое число можно представить в виде

$$x = \sum_{k=1}^n d_k F_k, \text{ где } d_k \in \{0,1\}, \text{ а } F_k - \text{ числа Фибоначчи (ЧФ)}$$



Эдуард  
Цекендорф  
(1901–1983)

$n$  — число цифр в записи числа,  $d_k$  — цифра числа, стоящая на  $k$ -й позиции, каждое ЧФ есть сумма двух предыдущих ЧФ:  $F_i = \{1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, \dots\}$ , где  $i = 0, 1, 2, \dots$ . Запись числа  $x$  в системе Цекендорфа будет иметь вид

$$x_{(Ц)} = d_n d_{n-1} \dots d_{1(Ц)}$$

**Проблема неуникальности:**  $16 = 8+5+2+1 = 13+3$ , т.е.  $16 = 11011_{(Ц)} = 100100_{(Ц)}$ .

Чтобы исключить неоднозначность, введён запрет на использование двух единиц подряд: т.е.  $16_{(10)} = 100100_{(Ц)}$ , а запись  $11011_{(Ц)}$  считается ошибочной!

**Применение:** минимизация числа зёрен маиса в счётах у инков,  
кодирование данных с маркером завершения «11».



Любое целое число можно представить в виде

$$x = \sum_{k=1}^n d_k k!, \quad \text{где } 0 \leq d_k \leq k, \quad k! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot k.$$

$n$  — число цифр в записи числа,

$d_k$  — цифра числа, стоящая на  $k$ -й позиции,

Запись числа  $x$  в факториальной системе счисления будет иметь вид:

$$x_{(\Phi)} = d_n d_{n-1} \dots d_{1(\Phi)}.$$

**Примеры:**  $310_{(\Phi)} = 3 \cdot 3! + 1 \cdot 2! + 0 \cdot 1! = 20_{(10)}$

$$\begin{aligned} 106_{(10)} &= d_5 \cdot 5! + d_4 \cdot 4! + d_3 \cdot 3! + d_2 \cdot 2! + d_1 \cdot 1! = \dots \text{подбор } d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 \dots = \\ &= 0 \cdot 5! + 4 \cdot 4! + 1 \cdot 3! + 2 \cdot 2! + 0 \cdot 1! = 4120_{(\Phi)} \end{aligned}$$



Дано:  $x = d_4 d_3 d_2 d_{1(\Phi)} = (1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4) d_4 + (1 \cdot 2 \cdot 3) d_3 + (1 \cdot 2) d_2 + (1) d_1$ .

1)  $(x \div 2) = (3 \cdot 4) d_4 + (3) d_3 + d_2$  (и остаток, равный  $d_1$ ).

2)  $(x \div 2) \div 3 = (4) d_4 + d_3$  (и остаток, равный  $d_2$ ).

3)  $((x \div 2) \div 3) \div 4 = d_4$  (и остаток, равный  $d_3$ ).

4)  $((x \div 2) \div 3) \div 4 \div 5 = 0$  (и остаток, равный  $d_4$ ).

Примечание: « $A \div B$ » означает целочисленное деление  $A$  на  $B$ .

« $A \bmod B$ » означает остаток от деления  $A$  на  $B$ .

**Пример:**  $106_{(10)} = ?_{(\Phi)}$

$$1) 106 \div 2 = 53, d_1 = 106 \bmod 2 = 0$$

$$2) 53 \div 3 = 17, d_2 = 53 \bmod 3 = 2$$

$$3) 17 \div 4 = 4, d_3 = 17 \bmod 4 = 1$$

$$4) 4 \div 5 = 0, d_4 = 4 \bmod 5 = 4$$

$$x_{(\Phi)} = d_4 d_3 d_2 d_{1(\Phi)} = 4120_{(\Phi)}$$



**Проблема:** как упорядочить перестановки букв АБВ: 1-АБВ, 2-АВБ, 3-ВБА, 4-ВАБ, 5-БАВ, 6-БВА.

**Пример.** Пусть имеется  $n=5$  чисел (1,2,3,4,5) и нужно найти все их перестановки. Известно, что всего существует  $n! = 5! = 120$  таких перестановок. Как найти перестановку, если задан её номер  $k$ ?

**Решение.** Найдём 21-ю перестановку ( $k = 21$ ). Переведём  $k$  в факториальную систему:

$21 = 3 \cdot 3! + 1 \cdot 2! + 1 \cdot 1! = 311_{(ф)}$ . Дополним его до  $(n-1)$  разрядов:  $311_{(ф)} \rightarrow 0311_{(ф)}$ .

Расставим символы по местам:

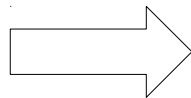
0) имеется 5 свободных позиций для цифр ( \_ \_ \_ \_ \_ )

1) **справа** от «5» есть: 0 меньших цифр ( \_ \_ \_ 5 )

2) **справа** от «4» есть: 3 меньшие цифры ( 4 \_ \_ 5 )

3) **справа** от «3» есть: 1 меньшая цифра ( 4 \_ 3 \_ 5 )

4) **справа** от «2» есть: 1 меньшая цифра ( 4 2 3 \_ 5 )



**ОТВЕТ: 42315**

Значение k	0	1	2	3	...	21	...	119
k-я перестановка	12345	21345	13245	23145	...	42315	...	54321



**Проблема:** как упорядочить перестановки букв АБВ: 1-АБВ, 2-АВБ, 3-ВБА, 4-ВАБ, 5-БАВ, 6-БВА.

**Пример.** Пусть имеется  $n=5$  чисел (1,2,3,4,5) и нужно найти все их перестановки. Известно, что всего существует  $n! = 5! = 120$  таких перестановок. Как найти перестановку, если задан её номер  $k$ ?

**Решение.** Найдём 93-ю перестановку ( $k = 93$ ). Переведём  $k$  в факториальную систему:  
 $93 = 3 \cdot 4! + 3 \cdot 3! + 1 \cdot 2! + 1 \cdot 1! = 3311_{(ф)}$ . Имеем уже 4 разряда.

Расставим символы по местам:

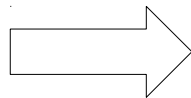
0) имеется 5 свободных позиций для цифр ( \_ \_ \_ \_ \_ )

1) **справа** от «5» есть: 3 меньших цифр ( \_ 5 \_ \_ \_ )

2) **справа** от «4» есть: 3 меньшие цифры ( 4 5 \_ \_ \_ )

3) **справа** от «3» есть: 1 меньшая цифра ( 4 5 \_ 3 \_ )

4) **справа** от «2» есть: 1 меньшая цифра ( 4 5 2 3 \_ )



**ОТВЕТ:** 45231

Значение $k$	0	1	2	3	...	21	...	119
$k$ -я перестановка	12345	21345	13245	23145	...	42315	...	54321



# СС с отрицательным основанием или цифрами

**Нега-позиционные** (с отрицательным основанием). Примеры в нега-десятичной СС:

- $123_{(-10)} = 1 \cdot (-10)^2 + 2 \cdot (-10)^1 + 3 \cdot (-10)^0 = 100 - 20 + 3 = 83_{(10)}$
- $58_{(-10)} = 5 \cdot (-10)^1 + 8 \cdot (-10)^0 = -50 + 8 = -42_{(10)}$

Числа с чётным количеством цифр — отрицательные.

Перевод из десятичной в нега-десятичную:

**Пример:**  $1937_{(10)} = ?_{(-10)}$

- 1)  $1937 \div (-10) = -193, d_1 = 1937 \bmod (-10) = 7$
- 2)  $-193 \div (-10) = 20, d_2 = -193 \bmod (-10) = 7$
- 3)  $20 \div (-10) = -2, d_3 = 20 \bmod (-10) = 0$
- 4)  $-2 \div (-10) = 1, d_4 = -2 \bmod (-10) = 8$



**Важно:** остаток всегда должен быть положительным!

**Проверка:**  $18077_{(-10)} = 1 \cdot (-10)^4 + 8 \cdot (-10)^3 + 0 \cdot (-10)^2 + 7 \cdot (-10)^1 + 7 \cdot (-10)^0 =$   
 $= 10000 - 8000 - 70 + 7 = 1937_{(10)}$



**2. Симметричные** (с отрицательными цифрами). Например, в симметричной пятеричной СС вместо привычных цифр  $\{0, 1, 2, 3, 4\}$  используются  $\{-2, -1, 0, 1, 2\}$ :

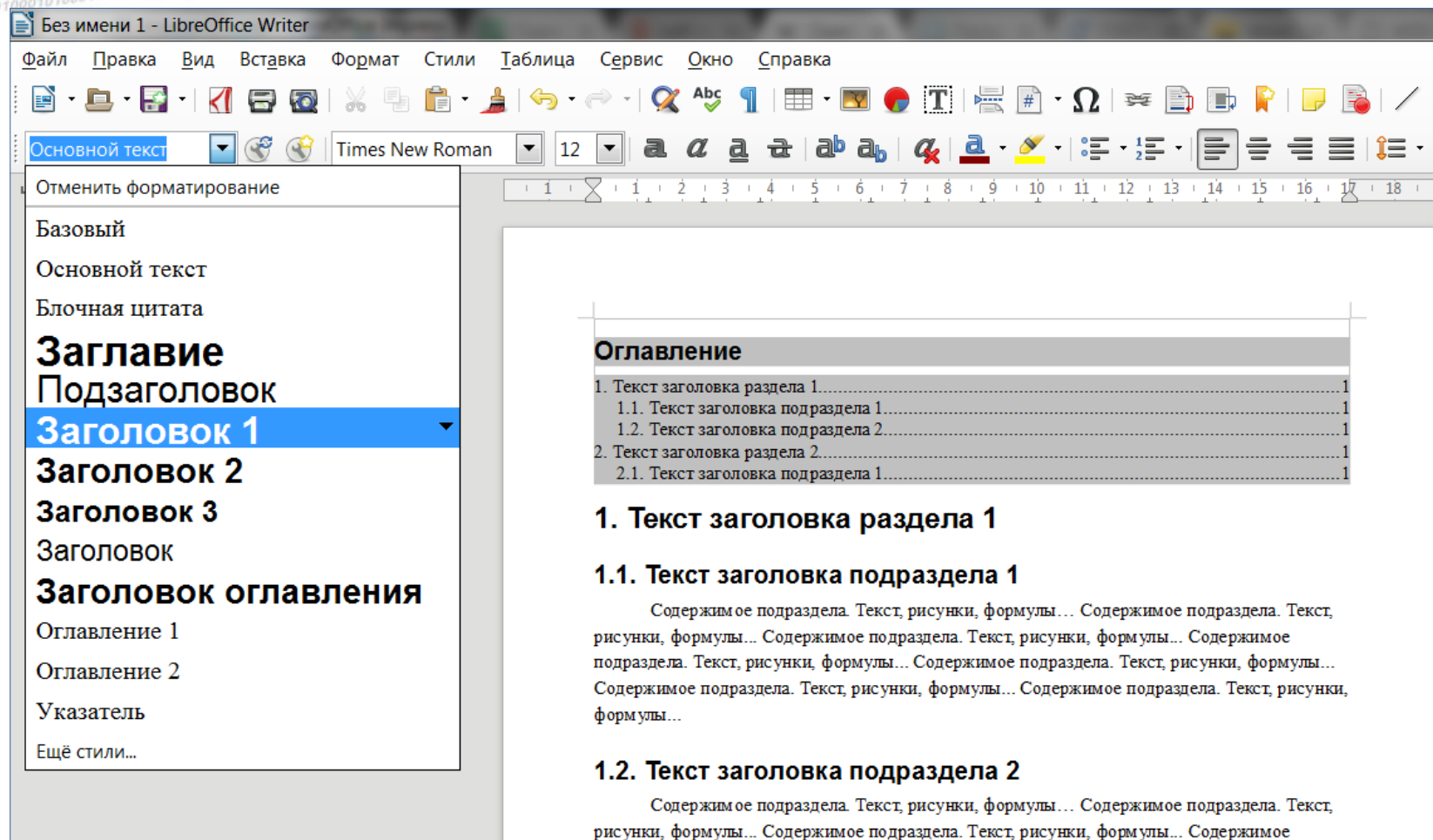
$$\bullet \text{ } \underset{(5C)}{20\bar{2}10} = (2) \cdot 5^4 + (0) \cdot 5^3 + (-2) \cdot 5^2 + (1) \cdot 5^1 + (0) \cdot 5^0 = 1250 - 50 + 5 = 1205_{(10)}$$

$$\bullet \text{ } \underset{(5C)}{\bar{2}02\bar{1}0} = (-2) \cdot 5^4 + (0) \cdot 5^3 + (2) \cdot 5^2 + (-1) \cdot 5^1 + (0) \cdot 5^0 = -1250 + 50 - 5 = -1205_{(10)}$$

Симметричные СС определены только для нечётных оснований!

**Применение.** В нега-позиционных и симметричных СС не требуется специального знака для обозначения отрицательных чисел. Это позволяет использовать их для представления отрицательных чисел в компьютерах.

# Концепция стилей в текстовых процессорах





# Автособираемое оглавление с помощью стилей

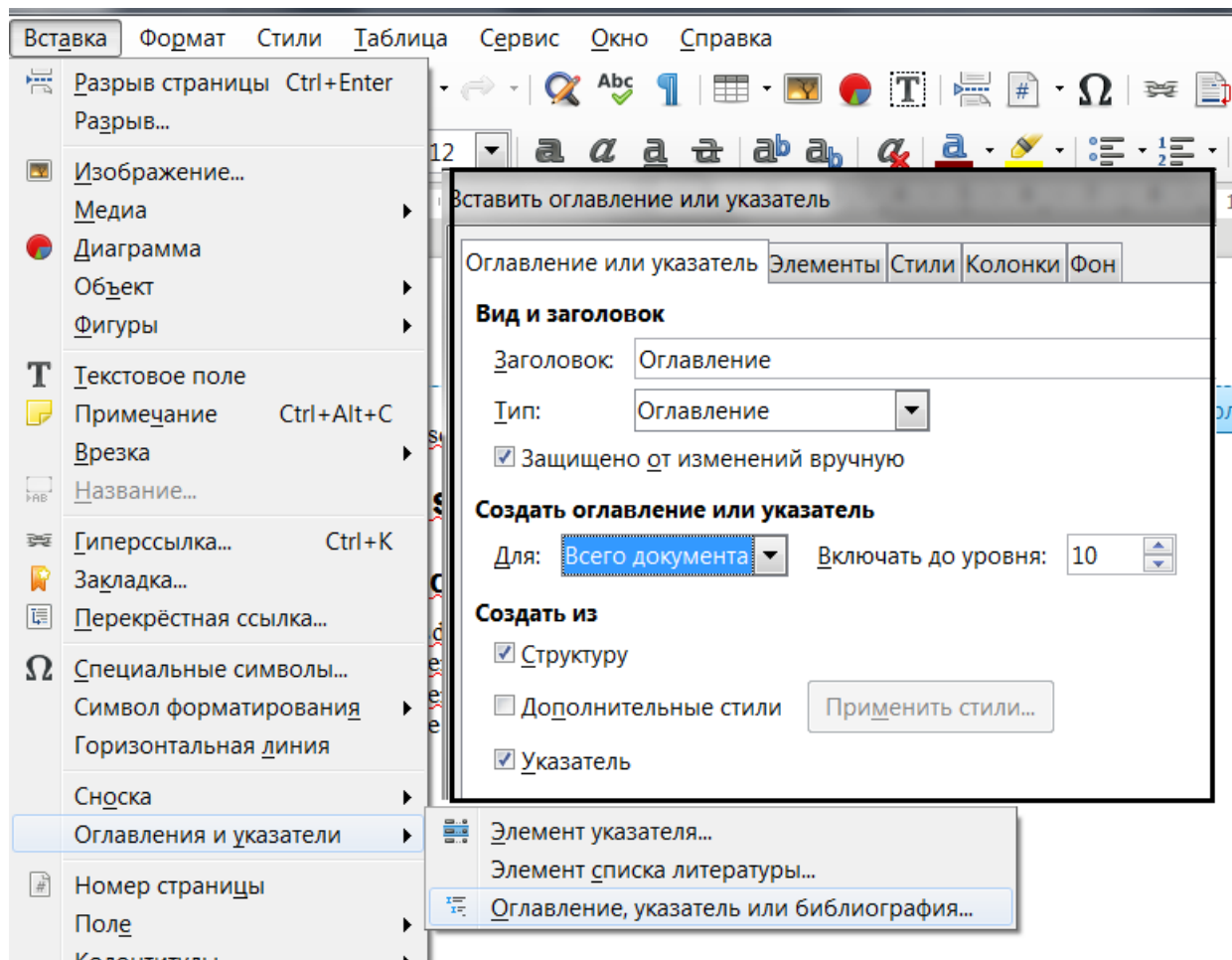


## Алгоритм

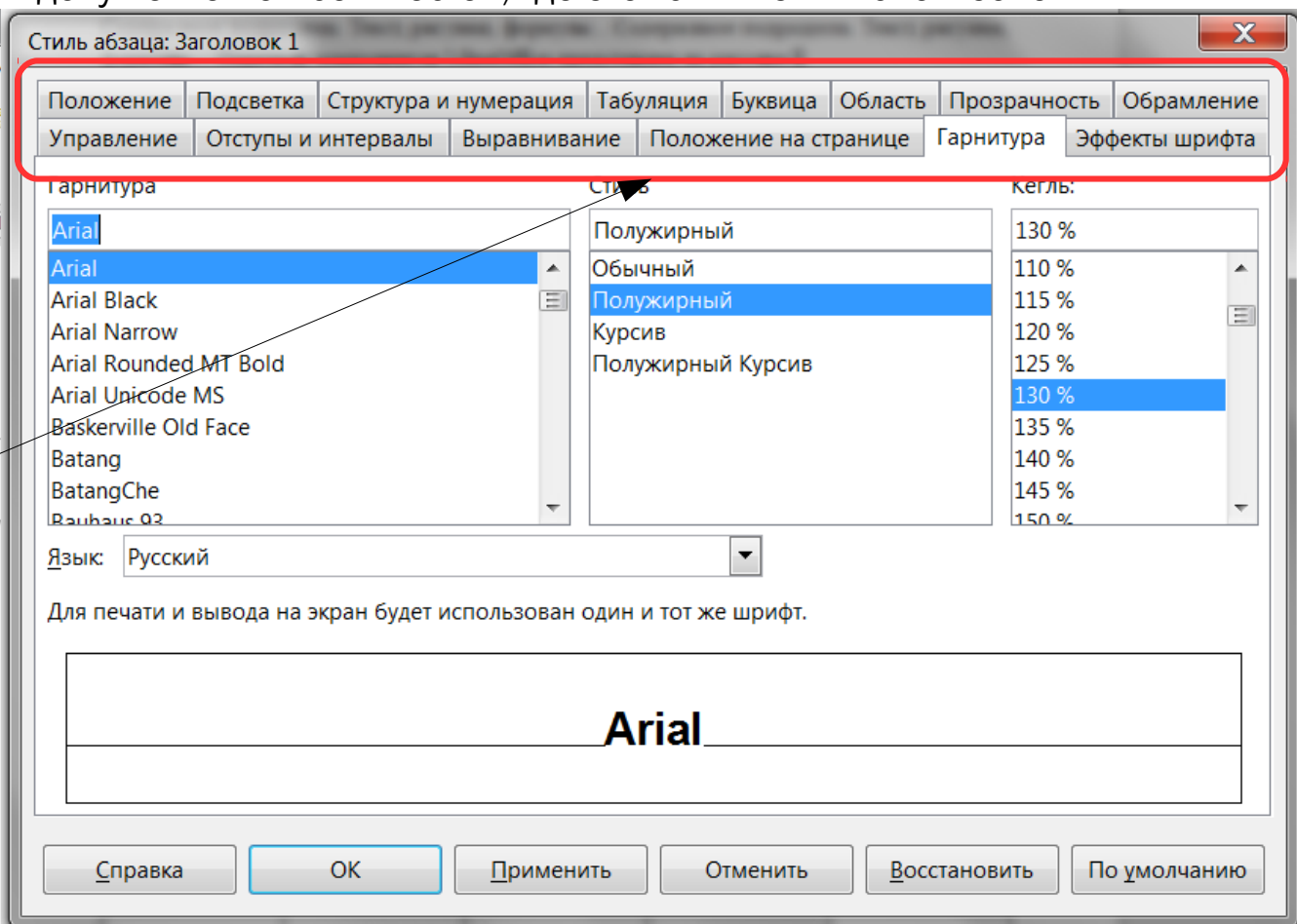
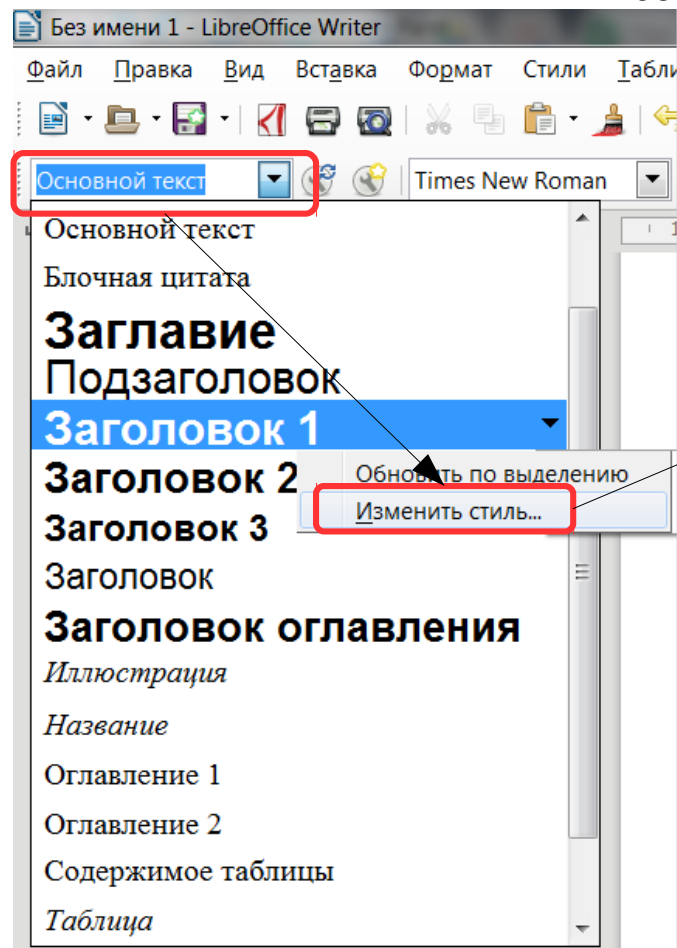
1. При первичном наполнении документа использовать **только** стили для разметки структуры текста.
2. Наполняя документ, не тратить время на оформление внешнего вида «буковок».
3. Приступить к настройке внешнего вида стилей только после окончательного наполнения документа текстом.

**Не нужно** форматировать текст вручную без стилей, задавая кегль, цвет шрифта и т. п. «врукопашную»!

**Примечание.** Приведённые рекомендации имеют смысл лишь при оформлении больших сложных документов!



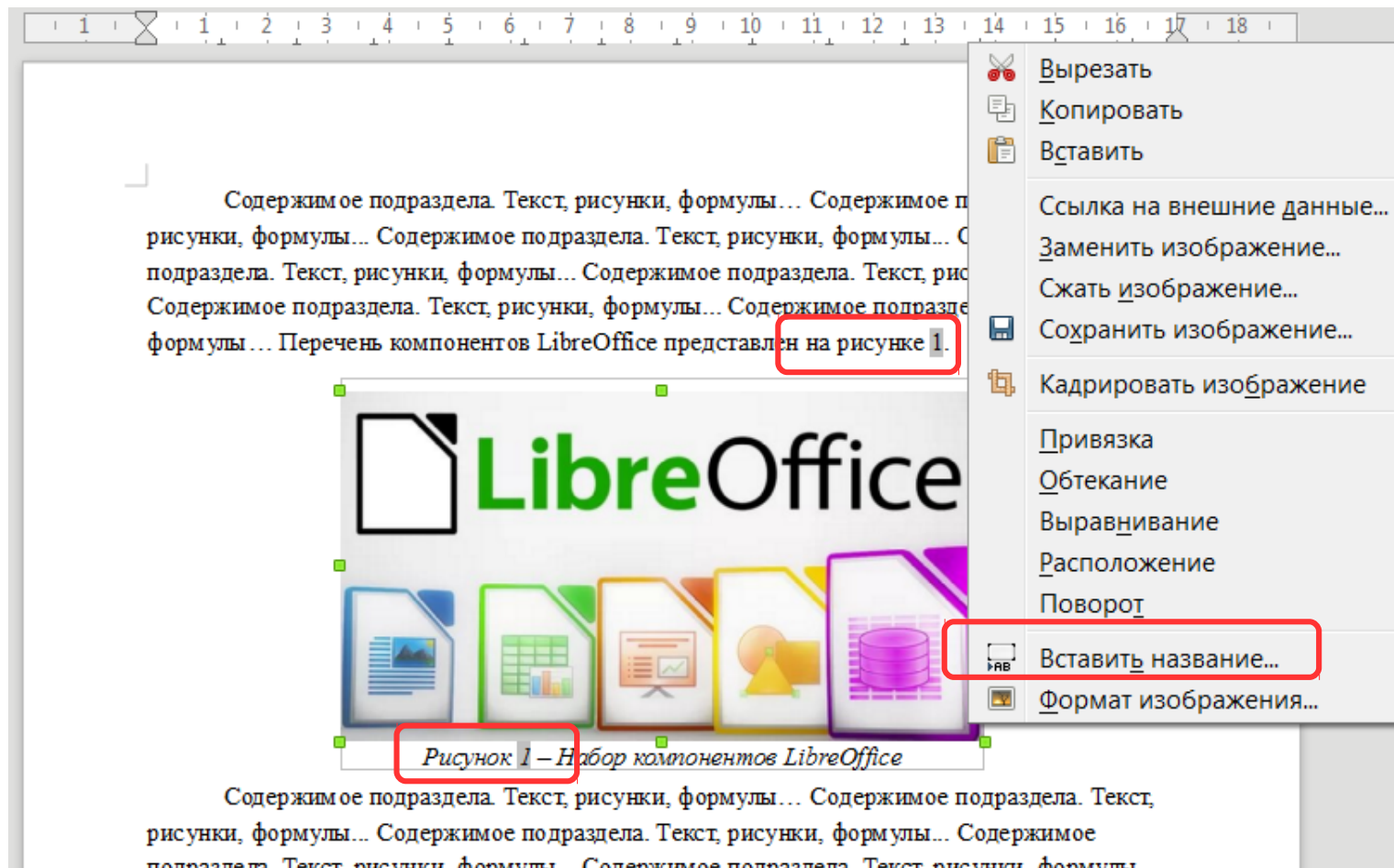
При изменении настроек стиля автоматически изменится отображение текста во всём документе во всех местах, где этот стиль был использован!



# Перекрёстные ссылки и автонумерация рисунков

## Памятка

- При добавлении нового рисунка его порядковый номер будет выбран автоматически.
- При изменении порядка следования рисунков они автоматически перенумеруются
- Для принудительной перенумерации следует нажать F9 (или меню «Сервис → Обновить»).



# Перекрёстные ссылки и автонумерация рисунков (2)



Вставка    Формат    Стили    Таблица    Сервис    Окно    Справка

Разрыв страницы    Ctrl+Enter  
Разрыв...

Изображение...

Медиа

Диаграмма

Объект

Фигуры

Текстовое поле

Примечание    Ctrl+Alt+C

Врезка

Название...

Гиперссылка...    Ctrl+K

Закладка

**Перекрёстная ссылка...**

Специальные символы...

Символ форматирования

Горизонтальная линия

Сноска

Оглавления и указатели

Номер страницы

Поля

Документ    **Перекрёстные ссылки**    Функции    Сведения о документе    Переменные    База данных

**Тип**

Установить ссылку

Вставить ссылку

Заголовки

Нумерованные абзацы

Таблица

**Рисунок**

Закладки

**Выбор**

**Рисунок 1 – Набор компонентов LibreOffice**

**Вставить ссылку на**

Страница

Глава

Текст ссылки

Сверху/Снизу

Как стиль страницы

Категория и номер

Текст названия

**Нумерация**

Имя    Рисунок 1 – Набор компонентов LibreOffice

**Когда зашёл в Word и решил  
немного выровнять таблицу:**

## КОГДА НАДО ПОДВИНУТЬ КАРТИНКУ В MS WORD

