



# И нформатика



Учебный год 2025/2026.



# И нформатика



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



- Кандидат технических наук.
- Стаж преподавания — 14 лет.
- Доцент факультета ПИиКТ.
- Ответственный за аспирантуру по факультету ПИиКТ.
- Стаж в IT-индустрии — 20 лет.
- Cooperation manager в LRI.
- Область научных интересов: RPA, речевые технологии, новые технологии в IT-сфере.



8+ человек:

- Авксентьева Елена Юрьевна
- Балакшин Павел Валерьевич
- Бострикова Дарья Константиновна
- Пономарев Вадим Васильевич
- Малышева Татьяна Алексеевна
- Марухленко Даниил Сергеевич
- Миняев Илья Андреевич
- Мухаметгалеев Даниил Тимурович
- Рыбаков Степан Дмитриевич



Ссылка на Yandex-Форму:

<https://forms.yandex.ru/u/68c1301dd04688e232bd6316/>

- 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 статьи и желательно по тематике последней лекции).
- 2 электронных рубежных тестирования.
- 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 вузов»

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

Черновик методического пособия «Информатика»

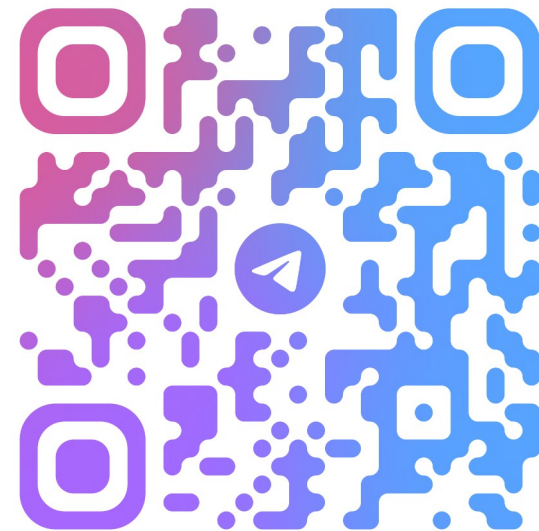
[https://vk.com/doc-31201840\\_566998093](https://vk.com/doc-31201840_566998093)

**Старое** методическое пособие с лабораторными работами

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

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

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



@BALAKSHIN\_STUD  
ENTS



Список IT-ориентированных новостных ресурсов

[scholar.google.com](https://scholar.google.com)

[habr.com](https://habr.com)

3dnews.ru, 4pda.to, android.com, betanews.com, blogs.intel.com, cam.ac.uk, cnews.ru, computerworld.com, dailymail.co.uk, datbase.ru, discovery.com, extremetech.com, forum.huawei.com, gizmodo.com, hi-news.ru, hitech.vesti.ru, injoit.org, iksmedia.ru, it-news-world.ru, it-top.ru, it-world.ru, 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, usenix.org, wired.co.uk ...





## Про аннотации (2)

Найти чужую статью для аннотации



Написать свою статью для аннотации



Найти хороший анекдот для аннотации



Найти хороший мем для аннотации



Сделать собственный мем для аннотации



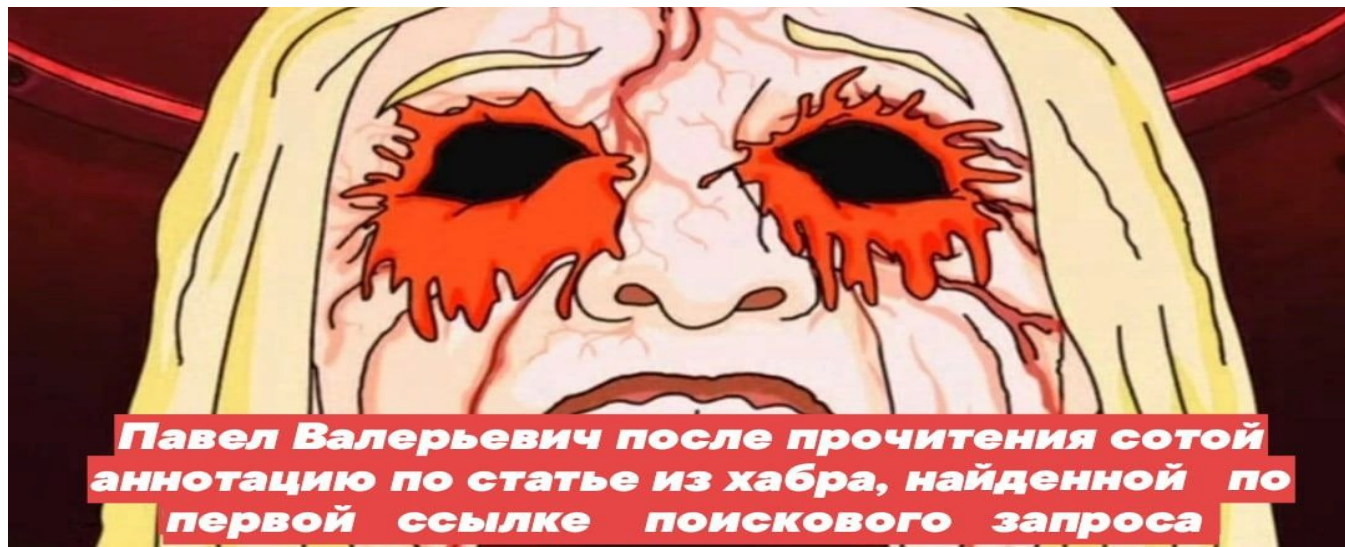
и не успеть найти нормальную статью



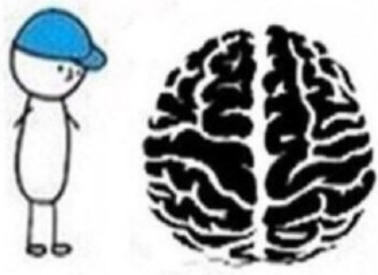
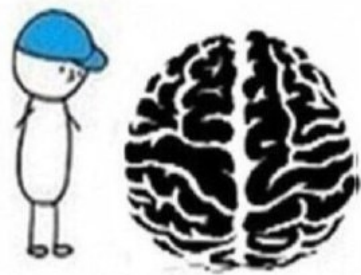
Начало сентября: целых 8 лекций, а аннотаций сколько...



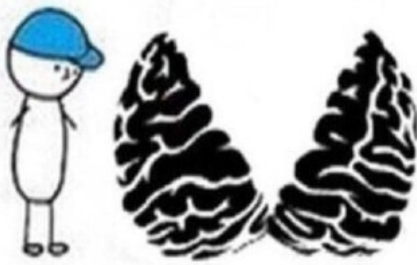
Как уже последняя аннотация?..



**Павел Валерьевич после прочтения сотой аннотацию по статье из хабра, найденной по первой ссылке поискового запроса**



Давай, нам надо сделать  
аннотацию







Иряяя! Я не  
справляюсь с  
нагрузкой! Зачем  
мне все это? Я хочу  
учиться  
программировать



Тебе надо просто  
заполнить  
аннотацию





аннотация с  
мемом

Павел  
Валерьевич

Наличие этой графы  
не влияет на оценку





**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**

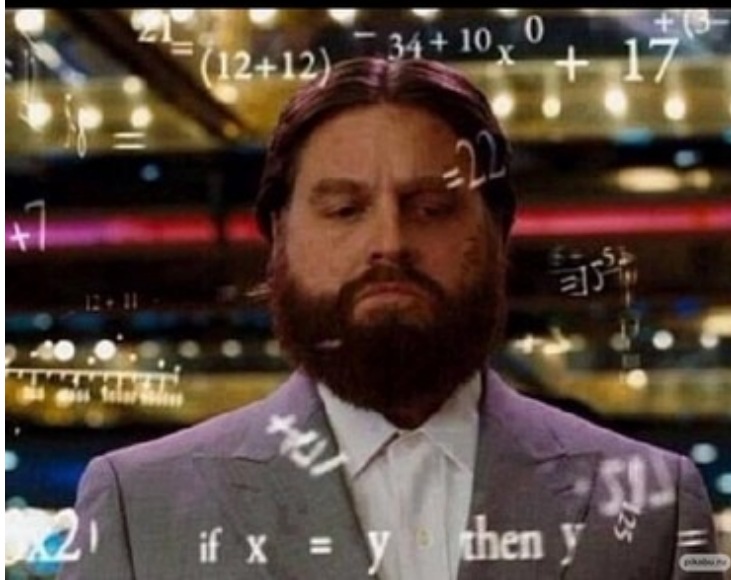
$$0 \leq p(A) \leq 1,$$

сумма вероятностей всех возможных несовместных событий равна 1



[Redacted]  
[Redacted]

С мерзким наслаждением  
в анкетах про «с какой  
вероятностью вы  
порекомендовали бы нас  
друзьям» выбираю 1, поскольку  
вероятность не может  
принимать значения больше  
единицы



## Что такое вероятность события (2)

# 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:  $\log_x 1 + \log_x 1 = 0$ .

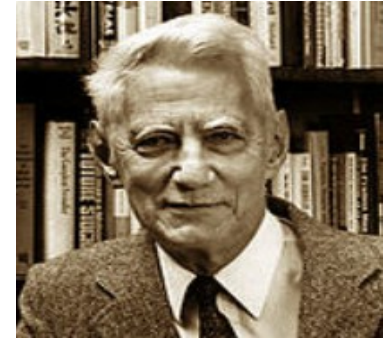
# Мера количества информации по Шеннону



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:  $i_{s1} = -0,5 \cdot \log_2 0,5 - 0,5 \cdot \log_2 0,5 = 1$  бит.

**Пример 2.** При подбрасывании монеты со смещённым центром тяжести количество непредсказуемости становится меньше:  $i_{s2} = -0,75 \cdot \log_2 0,75 - 0,25 \cdot \log_2 0,25 \approx 0,8$  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  $s$ ?

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

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

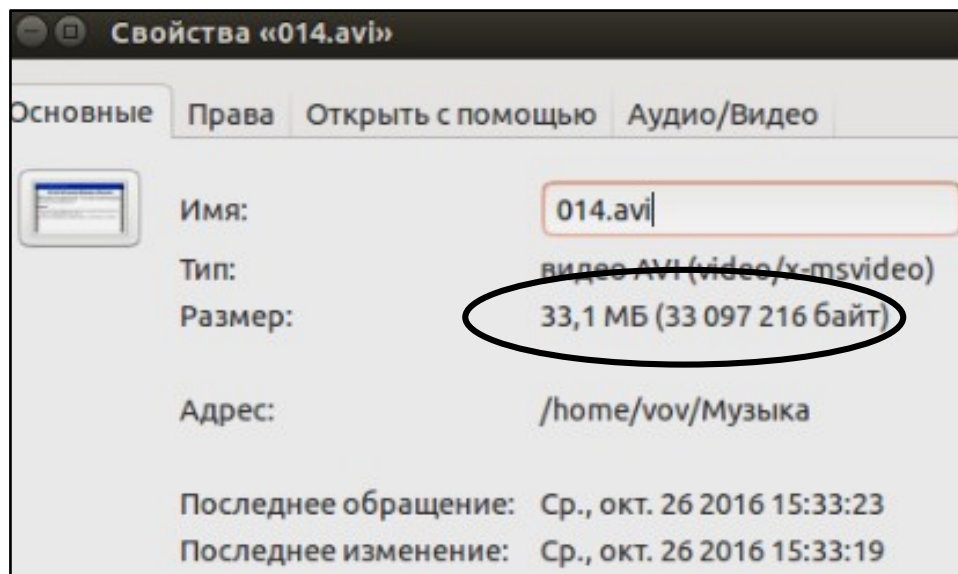
- Пусть монета была подброшена  $N$  раз ( $N \rightarrow \infty$ ), из которых «решка» выпала  $M$  раз, «орёл» —  $K$  раз (очевидно, что  $N = M + K$ ).
- Количество информации в  $N$  подбрасываниях:  $i_N = M * i(\text{«решка»}) + K * i(\text{«орёл»})$ .
- Тогда среднее количество информации в одном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



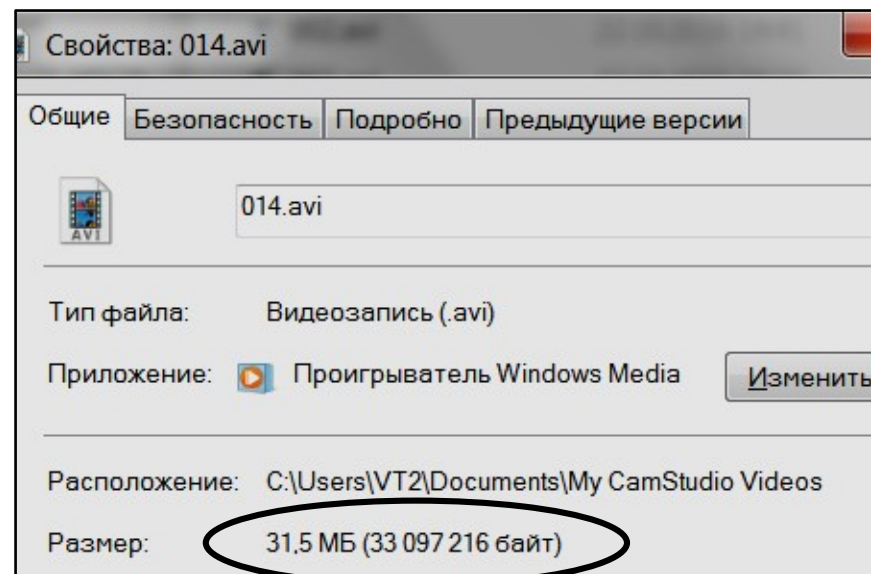
Энтропия пароля типа S@mp1ePas\$word будет равна 92 бит, а число случайных попыток для разгадывания пароля будет равно  $2,44 * 10^{27}$ .

# 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

## Полезные и интересные ссылки:

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

<http://injoit.org/index.php/j1/article/view/1294/1239>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11227-022-04713-y>

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00029890.2022.2061281>

**Этноматематика** - специальный раздел математической науки, изучающий совокупность математических идей, понятий, навыков, созданных в рамках не академической математики, а национальной культуры.

Шрифт Брайля и азбука Морзе базируются на принципах двоичной системы счисления.

# 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 => 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



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

**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)	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.

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

## Перевод из одной СС в другую. Пример 2



Задача:  $231_{(10)} = ?_{(2)}$

Ход решения →

Ответ:  $231_{(10)} = 11100111_{(2)}$

$$\begin{array}{r} 231 \div 2 = 115 \text{ remainder } 1 \\ 115 \div 2 = 57 \text{ remainder } 1 \\ 57 \div 2 = 28 \text{ remainder } 1 \\ 28 \div 2 = 14 \text{ remainder } 0 \\ 14 \div 2 = 7 \text{ remainder } 0 \\ 7 \div 2 = 3 \text{ remainder } 1 \\ 3 \div 2 = 1 \text{ remainder } 1 \\ 1 \div 2 = 0 \text{ remainder } 1 \end{array}$$

Arrows indicate reading the remainders from bottom to top to form the binary number 11100111.



**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>i</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:**  $0,15_{(10)} = 0,011001100..._{(3)} = 0,(0110)_{(3)}$



Задача:  $0,8125_{(10)} = ?_{(2)}$

Ход решения →

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

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

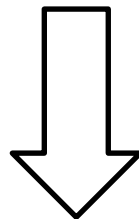


## Перевод из одной СС в другую. Пример 5



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

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



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



# 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:**

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

# 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  $N$ .

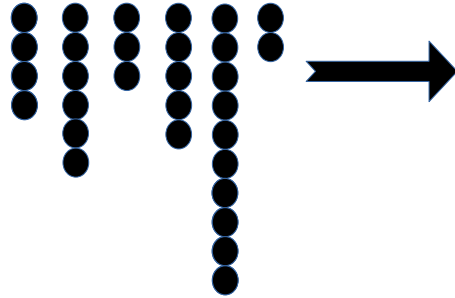
Задача:  $2345_{(125)} = ?_{(5)}$

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

...

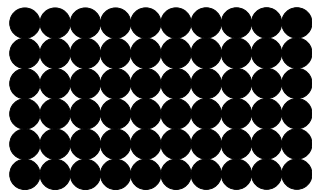
**60 камней = 60 дней**



1 день



2 дня



60 дней



# 0 камней $\neq$ 0 дней






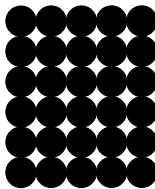




# 1 камень $\neq$ 0 дней

2 камня = 0 дней

# 3 камня = 1 день или 30 дней

...

**60 камней** =  $29 \cdot 30 + 29 =$   
= 899 дней

 0	 0	0 дней
 0	 1	1 день
 0	 29	29 дней
 30	 0	30 дней
 60	 1	61 день



## Пример СС-20:

0 камней  $\neq$  0 дней

1 камень  $\neq$  0 дней

2 камня  $\neq$  0 дней

3 камня = 0 дней

4 камня = 1 день

или 20 дней

или 400 дней

...

**60 камней =**

=  $19 \cdot 400 +$

+  $19 \cdot 20 + 19 =$

= 7999 дней

● 0	● 0	● 0	0 дней
● 0	● 0	●● 1	1 день
● 0	● 0	●●●●●●●●●●●●●●●●●● 19	19 дней
● 0	●● 20	● 0	20 дней
●● 400	●● 20	●● 1	421 день

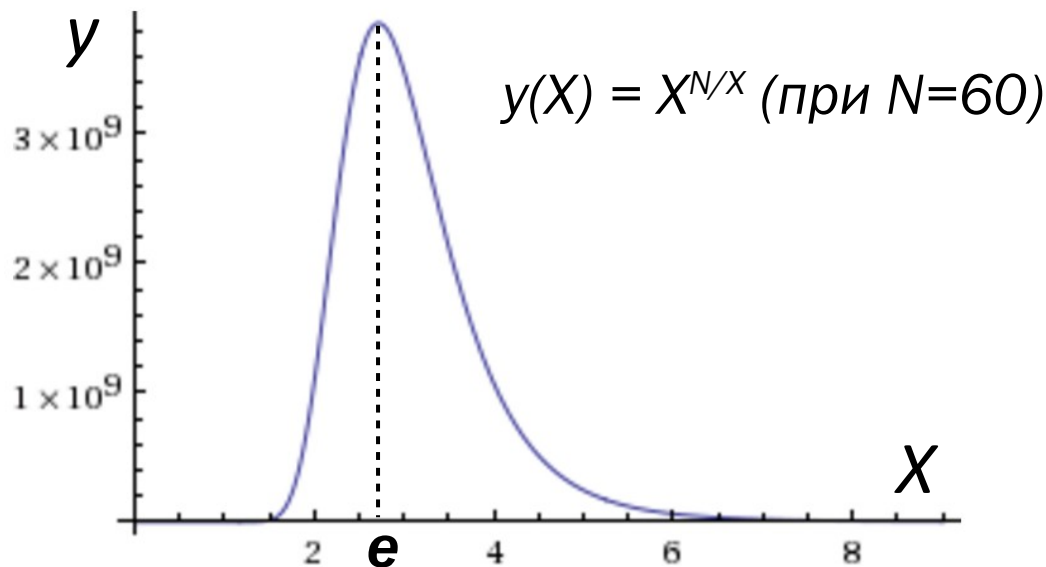
Возможные варианты в других СС:

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





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? переменным?



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 :

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

$$2_{(10)} = 10,01_{(B)} = z^1 + z^{-2}$$

$$3_{(10)} = 11,01_{(B)} = z^1 + z^0 + z^{-2}$$

$$3_{(10)} = 100,01_{(B)} = z^2 + z^{-2}$$

Чтобы исключить неоднозначность, используют запись с наибольшим числом 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.



Джорж  
Бергман  
(р. 1943)

# Примеры использования системы счисления Бергмана



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

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

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

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

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

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

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

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


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

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

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

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

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

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

# Перевод чисел из СС-10 в факториальную СС

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:

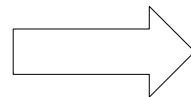
0) имеется 5 свободных позиций для цифр ( \_ \_ \_ \_ \_ )

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:

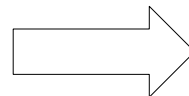
0) имеется 5 свободных позиций для цифр ( \_ \_ \_ \_ \_ )

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



Дано: число  $x$  в СС-10;  $n$  – нечётное основание симметричной СС

- 1) Если  $x < 0$  – запомнить это и заменить  $x$  на  $-x$
- 2) Перевести  $x$  в асимметричную СС с основанием  $n$
- 3) Идя от младших разрядов числа  $x$  к старшим, для каждого разряда  $q$ :
  - 3.1) Если  $q > n / 2$ :
    - 3.1.1) уменьшить  $q$  на  $n$ .
    - 3.1.2) прибавить 1 к следующему разряду
- 4) Если изначально  $x$  число было отрицательным, изменить знак каждого разряда





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

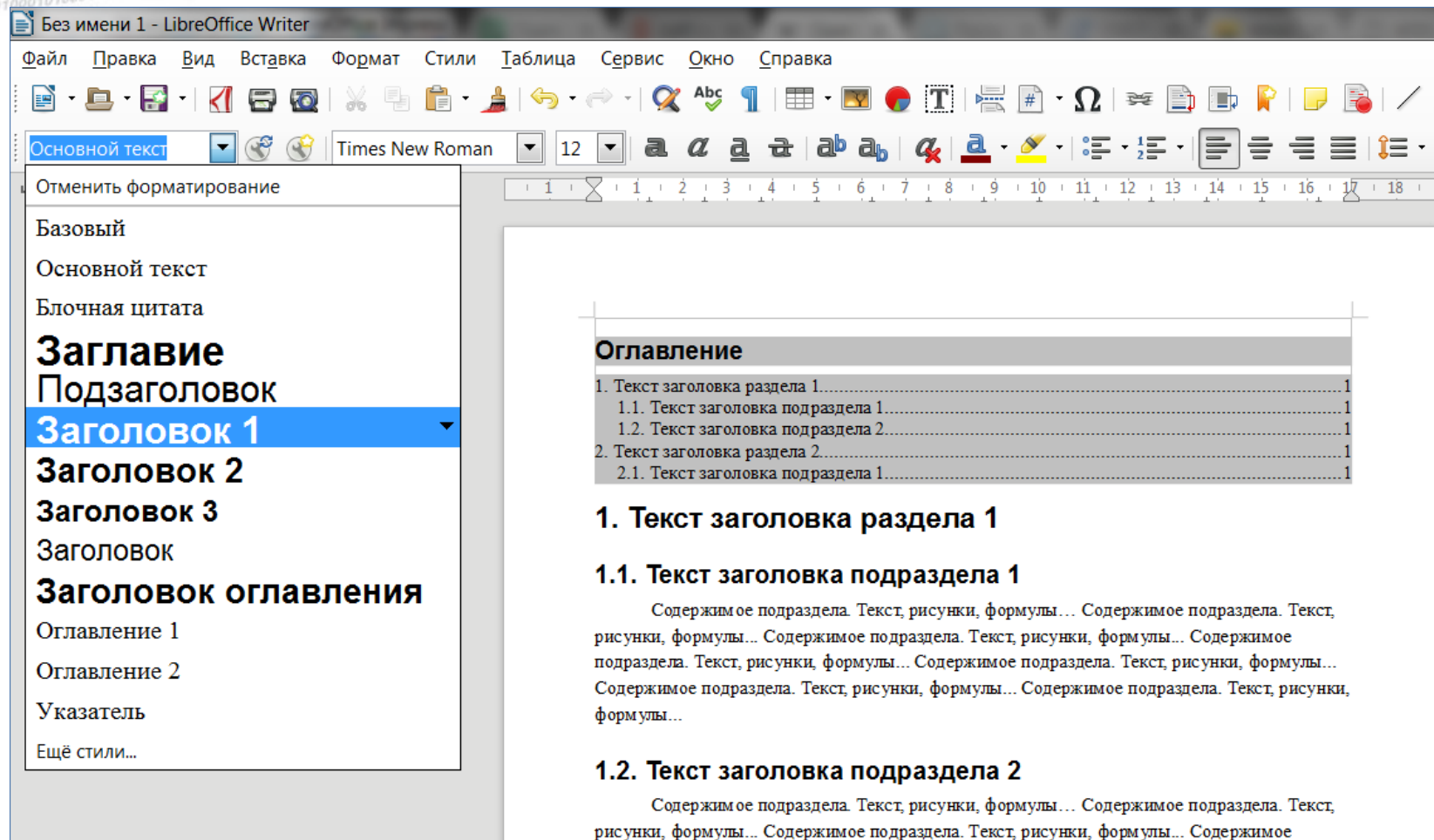
- $20\bar{2}10_{(5C)} = (2) \cdot 5^4 + (0) \cdot 5^3 + (-2) \cdot 5^2 + (1) \cdot 5^1 + (0) \cdot 5^0 = 1250 - 50 + 5 = 1205_{(10)}$
- $\bar{2}02\bar{1}0_{(5C)} = (-2) \cdot 5^4 + (0) \cdot 5^3 + (2) \cdot 5^2 + (-1) \cdot 5^1 + (0) \cdot 5^0 = -1250 + 50 - 5 = -1205_{(10)}$

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.

"Возможно, самая красивая система счисления — это сбалансированная троичная" — Дональд Е. Кнут, Искусство программирования, Издание 2.

# Концепция стилей в текстовых процессорах



The screenshot displays the LibreOffice Writer interface. The 'Стили' (Styles) menu is open, showing various text styles. The 'Заголовок 1' (Heading 1) style is currently selected. The document content shows a table of contents and the beginning of a section titled '1. Текст заголовка раздела 1'.

**Стили (Styles):**

- Отменить форматирование
- Базовый
- Основной текст
- Блочная цитата
- Заглавие**
- Подзаголовок**
- Заголовок 1**
- Заголовок 2**
- Заголовок 3**
- Заголовок**
- Заголовок оглавления**
- Оглавление 1
- Оглавление 2
- Указатель
- Ещё стили...

**Оглавление**

1. Текст заголовка раздела 1.....	1
1.1. Текст заголовка подраздела 1.....	1
1.2. Текст заголовка подраздела 2.....	1
2. Текст заголовка раздела 2.....	1
2.1. Текст заголовка подраздела 1.....	1

**1. Текст заголовка раздела 1**

**1.1. Текст заголовка подраздела 1**

Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы...

**1.2. Текст заголовка подраздела 2**

Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы... Содержимое подраздела. Текст, рисунки, формулы...

# Автособираемое оглавление с помощью стилей

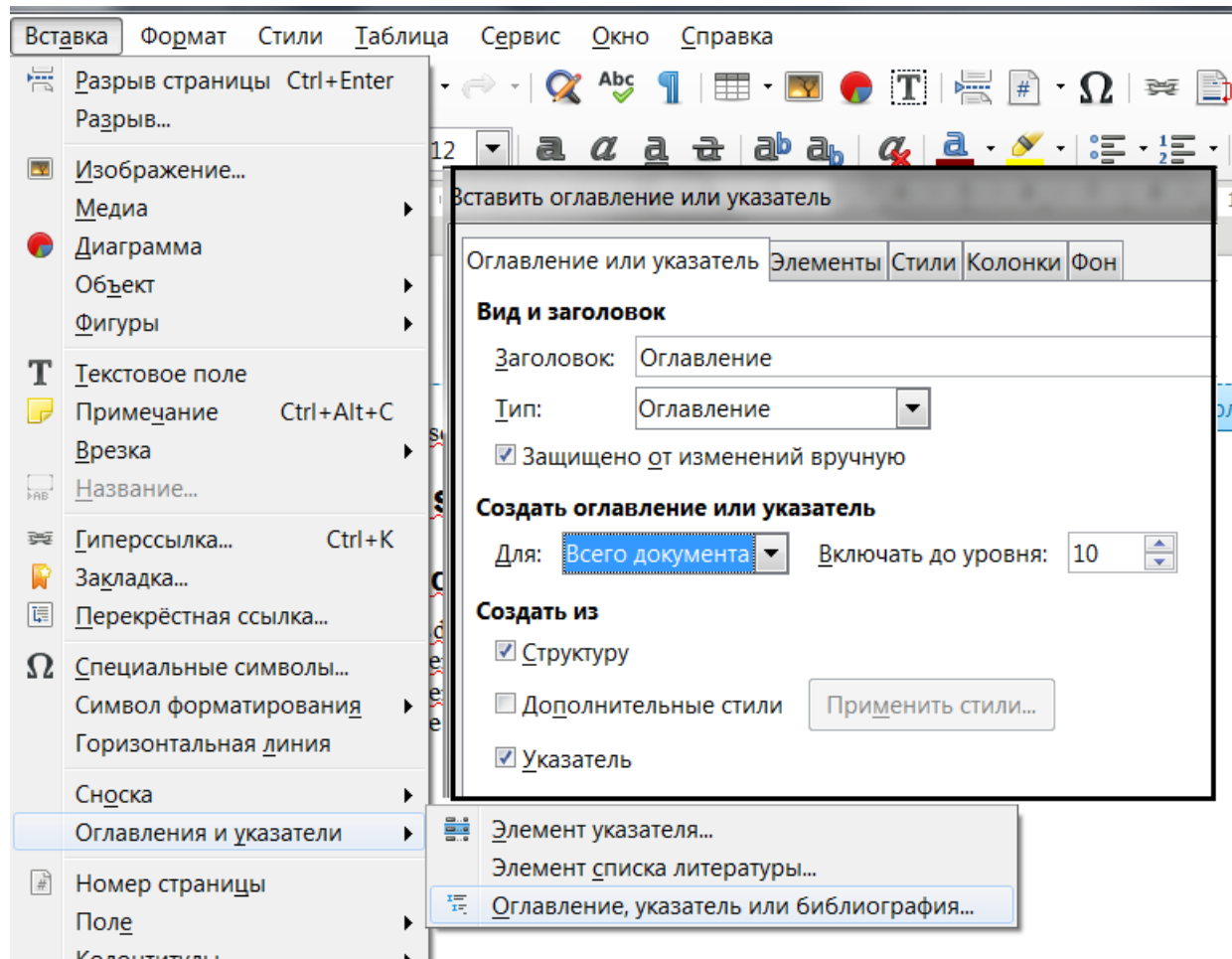


## Алгоритм

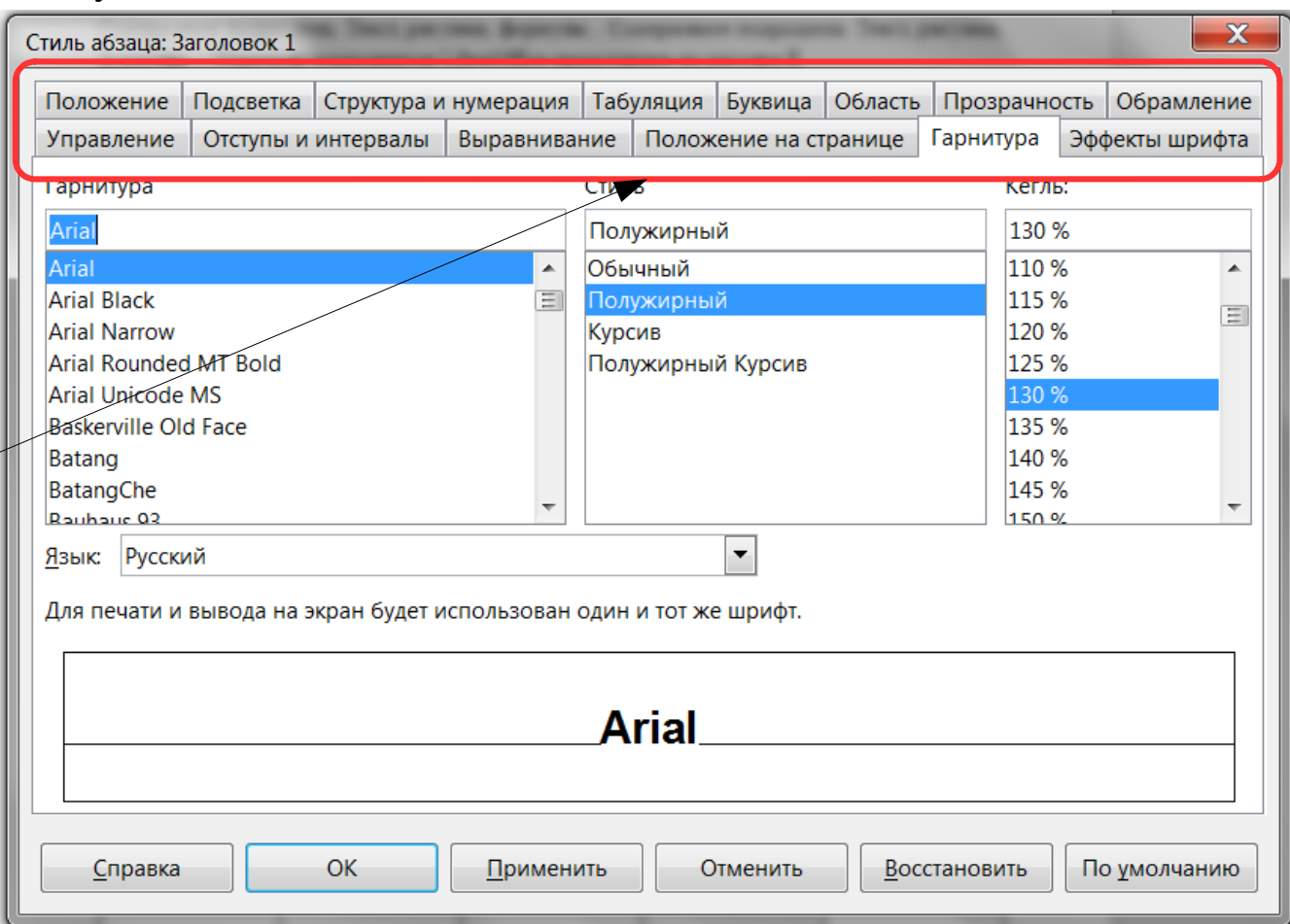
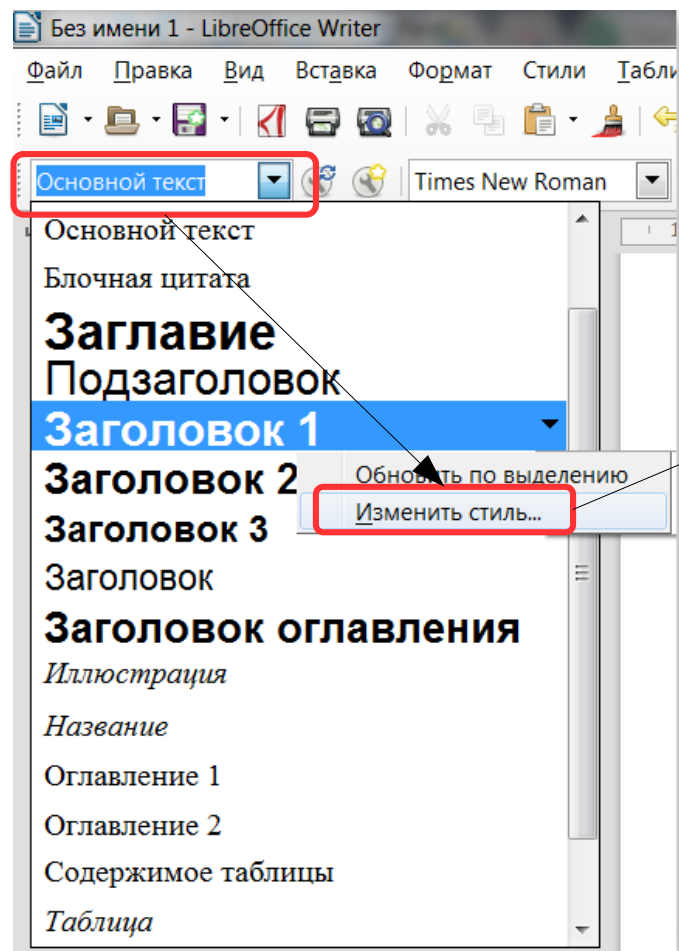
1. При первичном наполнении документа использовать **только** стили для разметки структуры текста.
2. Наполняя документ, не тратить время на оформление внешнего вида «буковок».
3. Приступить к настройке внешнего вида стилей только после окончательного наполнения документа текстом.

**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!

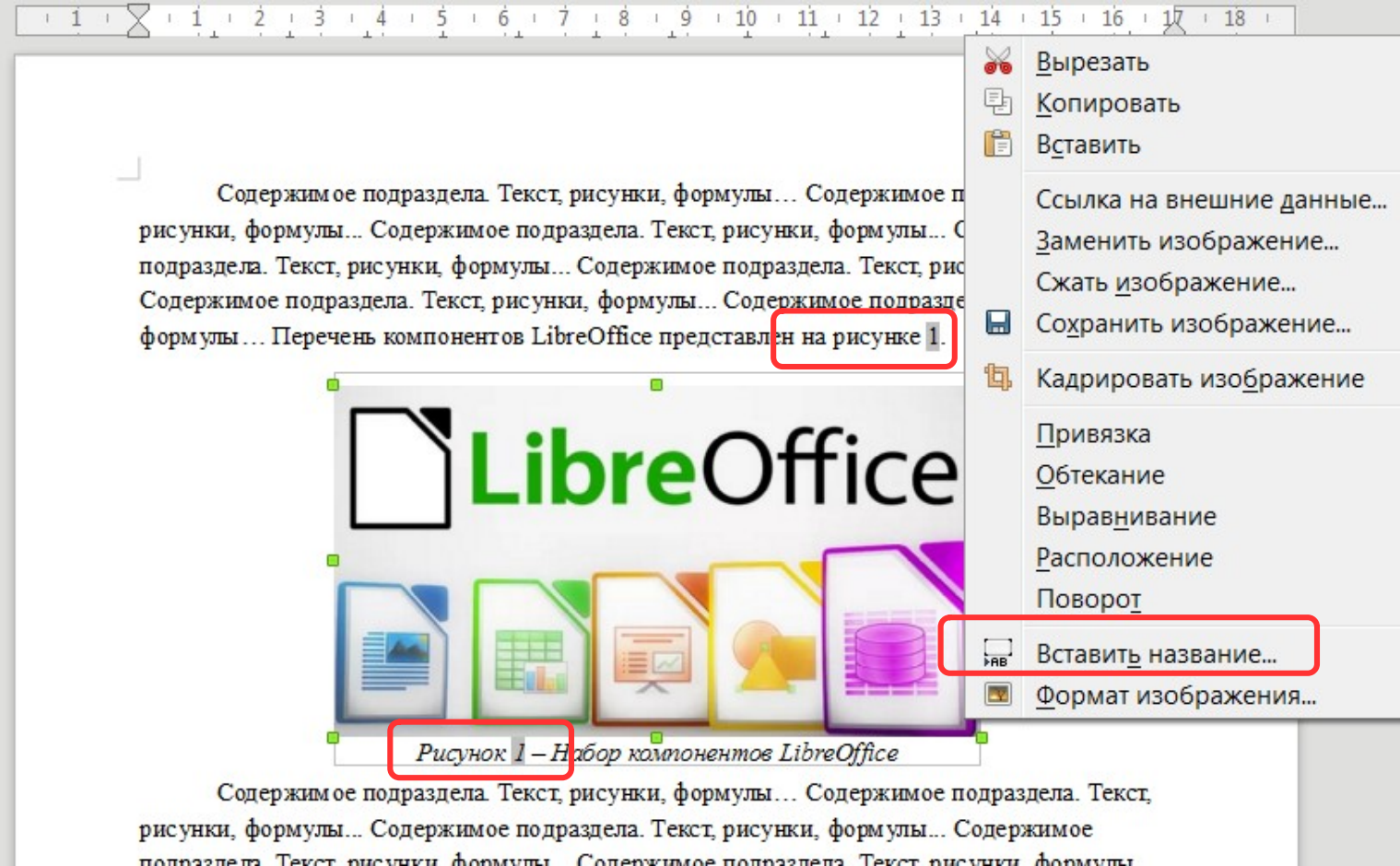


При изменении настроек стиля автоматически изменится отображение текста во всём документе во всех местах, где этот стиль был использован!

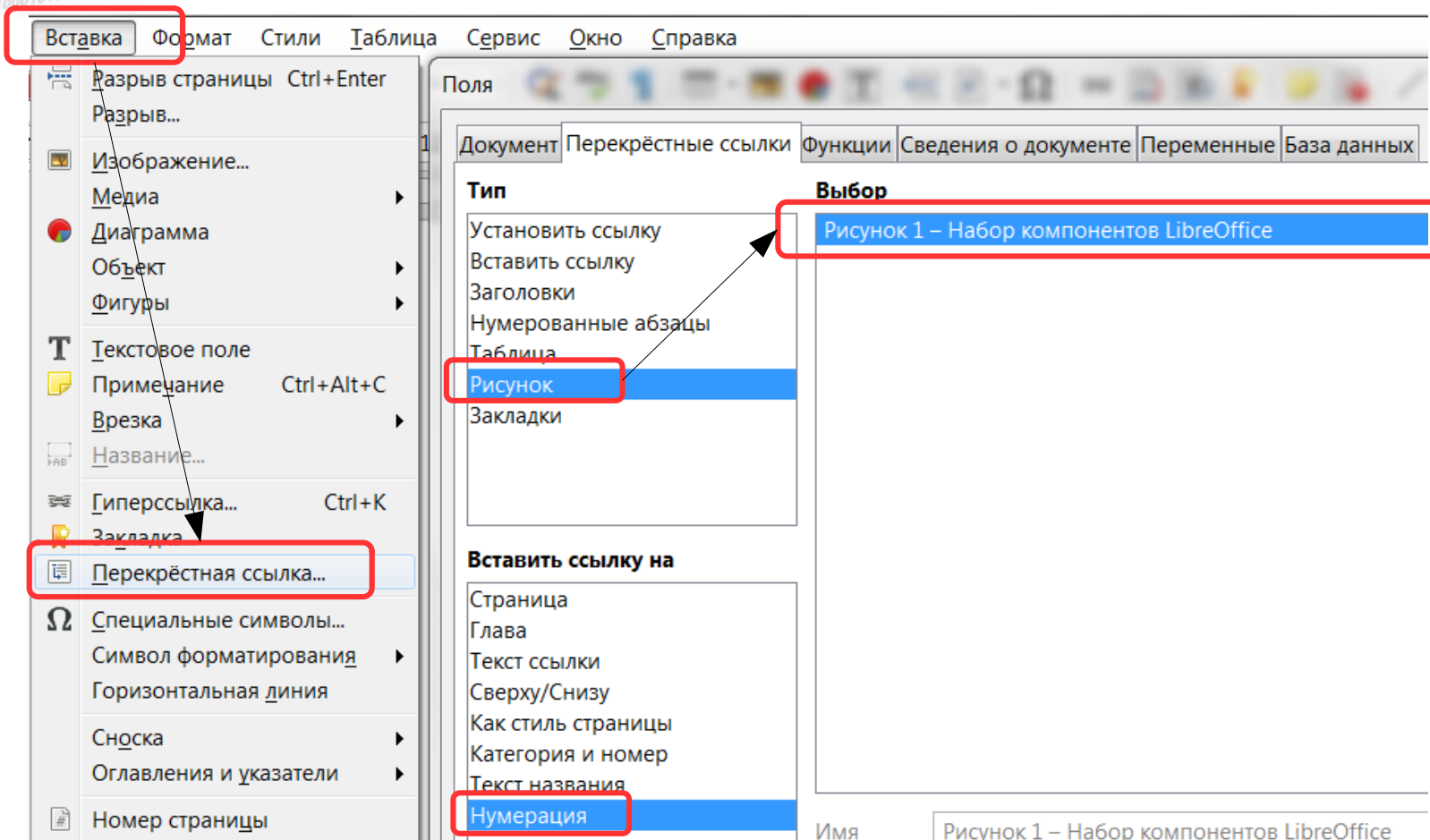




- При добавлении нового рисунка его порядковый номер будет выбран автоматически.
- При изменении порядка следования рисунков они автоматически перенумеруются
- Для принудительной перенумерации следует нажать F9 (или меню «Сервис --> Обновить»).



## Перекрёстные ссылки и автонумерация рисунков (2)

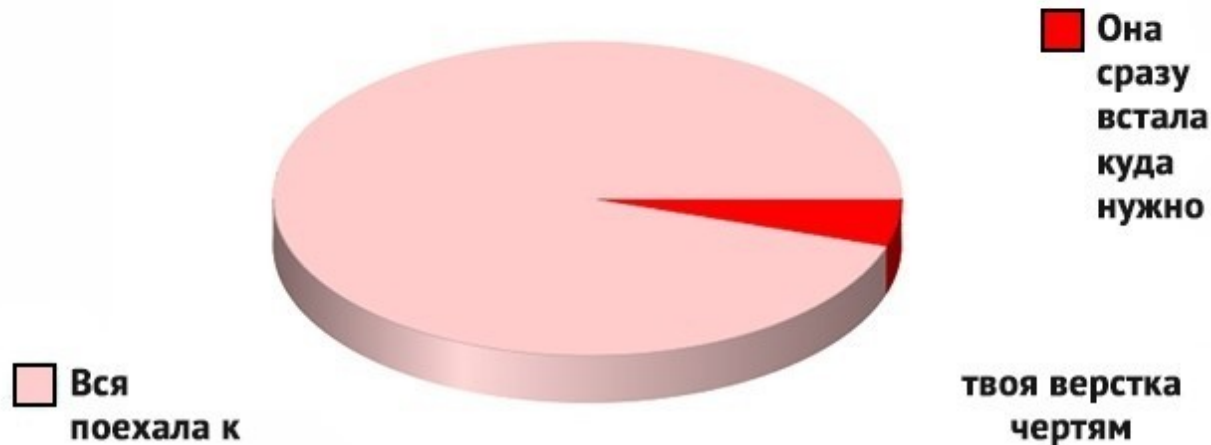




**Когда зашёл в Word и решил  
немного выровнять таблицу:**



# КОГДА НАДО ПОДВИНУТЬ КАРТИНКУ В MS WORD





**Немного  
передвинул  
картинку  
влево**



**Весь текст съехал, 4  
новые страницы  
открылись, орбита Земли  
сместилась на 2 метра,  
где-то вдалеке зазвучали  
сирены**