



Белорусско-Российский университет

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

Информатика

Системы счисления

КУТУЗОВ Виктор Владимирович

Республика Беларусь, Могилев, 2023

Система счисления

- **Система счисления** – это способ представления чисел и соответствующие ему правила действий над числами.
- **Система счисления** – это знаковая система, в которой числа записываются по определенным правилам с помощью символов некоторого алфавита, называемых цифрами.
- **Система счисления** – это совокупность приемов и правил для обозначения и наименования чисел

Системы счисления

Системы счисления

Позиционные

Непозиционные

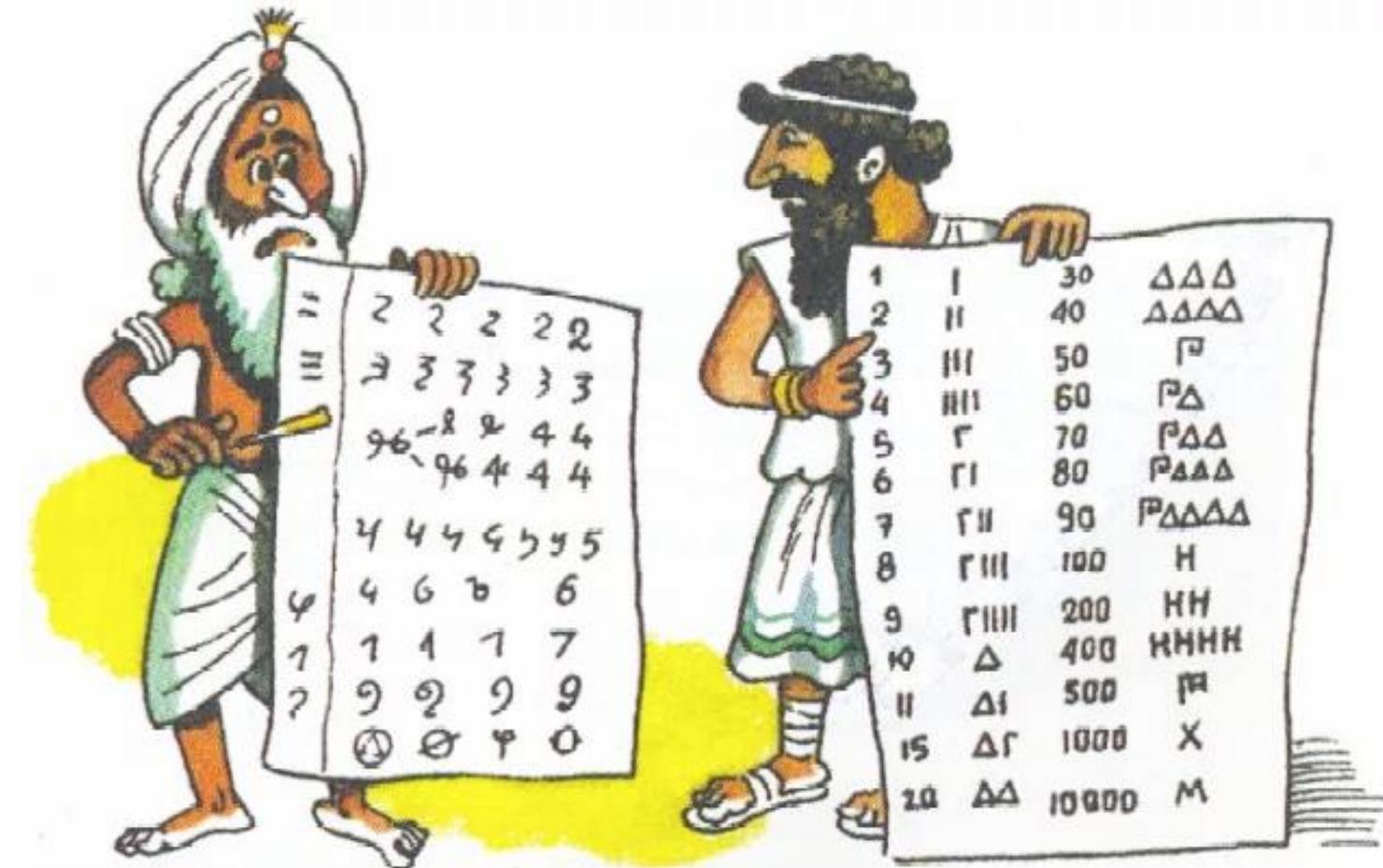
Смешанные

Позиционные и Непозиционные системы счисления

- В **непозиционных системах счисления вес цифры** (т. е. тот вклад, который она вносит в значение числа) **не зависит от ее позиции в записи числа**. Так, в римской системе счисления в числе XXXII (тридцать два) вес цифры X в любой позиции равен просто десяти.
- В **позиционных системах счисления вес каждой цифры изменяется в зависимости от ее положения (позиции) в последовательности цифр**, изображающих число. Например, в числе 757,7 первая семерка означает 7 сотен, вторая — 7 единиц, а третья — 7 десятых долей единицы

Непозиционные системы счисления

- Унарная
- Египетская десятичная
- Римская
- Славянская
- Вавилонская
- И многие другие ...

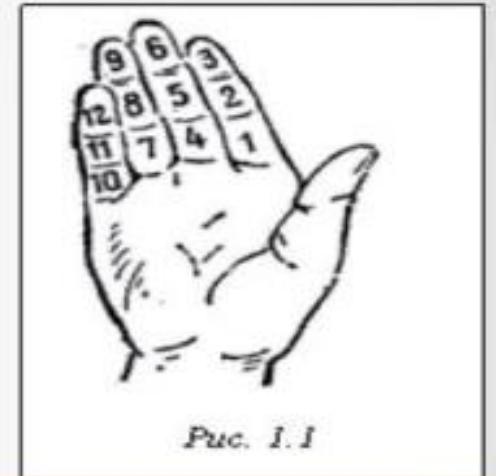


Унарная система счисления

- Первоначально люди считали на пальцах — это самый простой способ, который используется и сейчас. Один загнутый (или отогнутый) палец обозначал единицу (один день, одного человека, одного барана и т. п.).
- Такая система счисления называется унарной (от латинского слова *unus* — один).
- В качестве цифры можно использовать камешки, узелки, счётные палочки (как в начальной школе), зарубки на дереве (как Робинзон Крузо) или на кости, чёрточки и точки на бумаге, другие одинаковые знаки или предметы.
- С помощью унарной системы можно записывать только натуральные числа, причём запись больших чисел получается очень длинной (представьте себе, как записать число «миллион»).



Вавилонская система



▼	- 1	◀	- 10
▼▼	- 2	◀▼	- 11
▼▼▼	- 3	◀▼▼	- 12
▼▼▼▼	- 4	◀◀	- 20
▼▼▼▼	- 5	◀◀▼	- 50

$$\blacktriangleleft\blacktriangleleft = 12, \quad \blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft = 31, \quad \blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft = 45.$$

Вавилонская система



Египетская десятичная система

- В качестве цифр (символов) для отображения чисел египтяне использовали иероглифы. Отдельные знаки были введены для значений: 1, 10, 100, 1000 и так до миллиона.

черта

| – 1

хомут

— 10

верёвка

— 100

лотос

— 1000

палец

— 10000

лягушка

— 100000



— 1000000

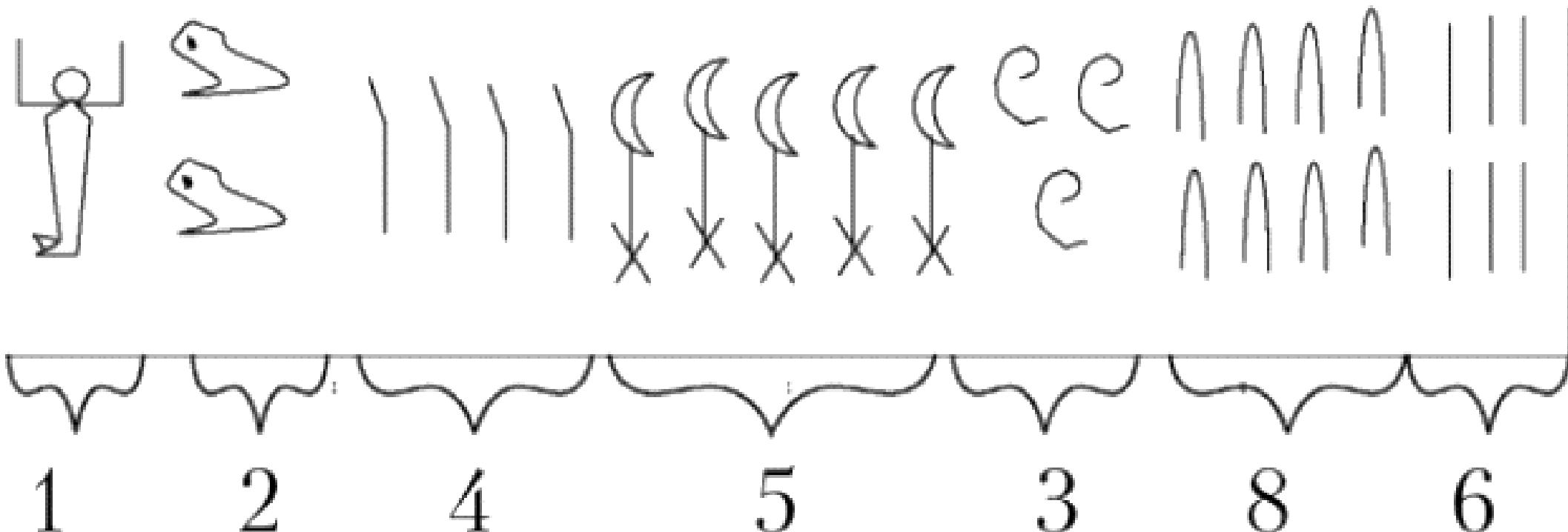
человек

— 1235 2022 =

Египетская десятичная система

Число **1 245 386**

в древнеегипетской записи будет выглядеть так



Египетская десятичная система



Римская система счисления

I – 1 (палец)

V – 5 (раскрытая
ладонь)

X – 10 (две ладони)

L – 50

C – 100 (Centum)

D – 500 (Demimille)

M – 1000 (Mille)

I	,	V	,	X	,	L	,	C	,	D	,	M
1		5		10		50		100		500		1000
III	,	IV	,	VI	,	XL	,	LX	,	XC	,	CIX
3		4		6		40		50		90		109

Римская система счисления

Остальные числа получаются путем прибавления или вычитания одних узловых чисел из других.

Например:

- четыре записывается как **IV** (т.е. пять минус один);
- восемь — **VIII** (пять плюс три);
- сорок — **XL** (пятьдесят минус десять);
- девяносто шесть — XCVI** (сто минус десять плюс пять и плюс еще один) и т.д.

В римской записи числа важно не собственно положение цифры, а ее положение относительно другой цифры. **Сравните записи XI и IX. Здесь в обоих случаях присутствуют две цифры — I и X, но в одном случае единицу нужно прибавлять к десяти, а в другом — вычитать.**

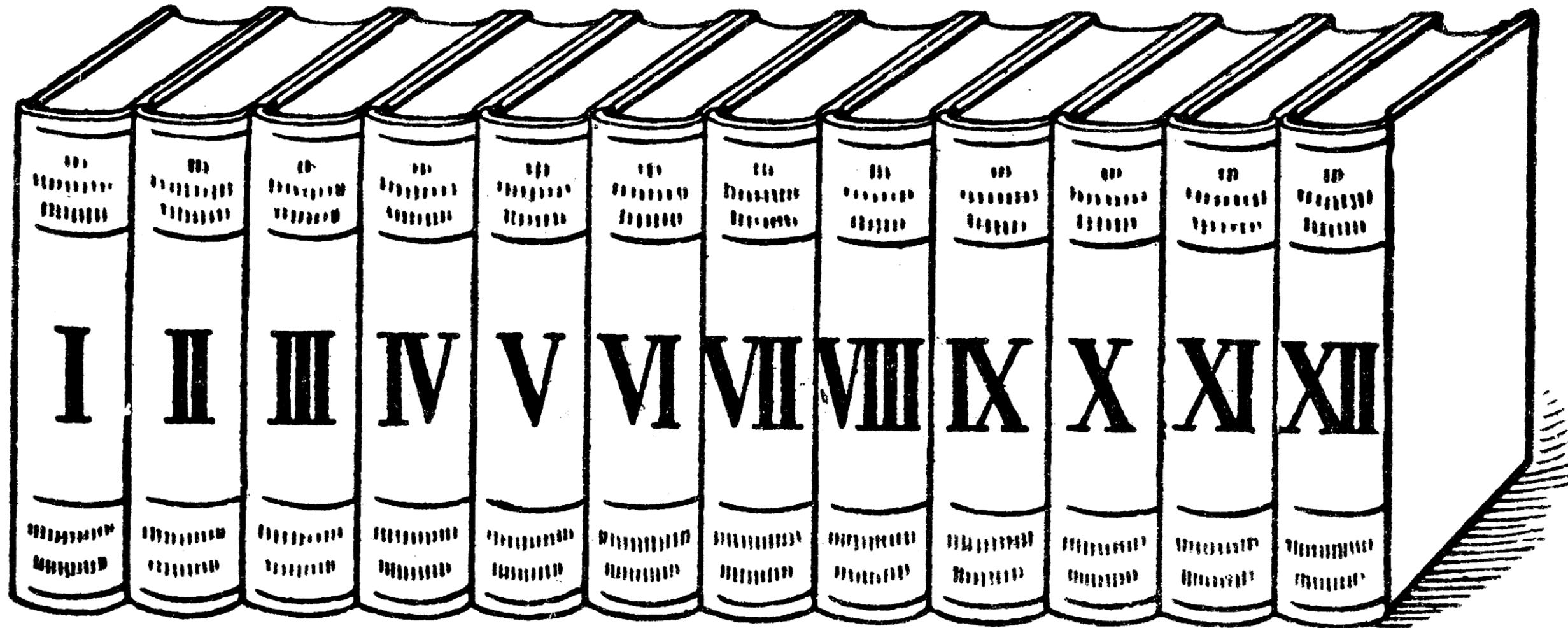
Римская система счисления

- Римский формат **читается слева направо**;
- **При расположении младшего числа перед старшим из старшего значения вычитается младшее.** Так, например $\text{IV}=4$. Также верным является и другое утверждение – если после большого числа стоит меньшее, то они суммируются ($\text{VI}=6$);
- **Нельзя использовать один знак три раза подряд.**
- Когда мы имеем дело с вычитаемыми суммами, **можно вычитать только степени десятки**. Например, X вычтить можно, а вот V или C нельзя. В качестве примера число 95 не пишется как VC, а записывается XCV.
- В записи **только один раз можно вычитать одно число из другого**. Возьмем самое несчастливое число – тринадцать. По этому правилу запрещается представлять его, как IIXV, хотя запись вполне логичная ($10-1-1+5$), а отображается как XIII.
- **При переводе из десятичной записи уменьшаемое не должно превышать вычитаемое больше чем в 10 раз.** Поэтому мы можем записать девять как IX, но девяносто девять представить как IC – нельзя.

Римская система счисления



Римская система счисления



Римская система счисления

O(I) Rh+

B(III) Rh+

O(I) Rh-

B(III) Rh-

A(II) Rh+

AB(IV) Rh-

A(II) Rh-

AB(IV) Rh+

Славянская система счисления

а в г д е с з и ю

аз веди глаголь добра есть зло земля иже фита

1 2 3 4 5 6 7 8 9

и к л м н ъ ѡ ѕ ч

и како люди мыслете наш кси он покой червь

10 20 30 40 50 60 70 80 90

р с т ў ф х ѹ Ѡ ц

рцы слово твердь ук ферт жа пси о цы
100 200 300 400 500 600 700 800 900

	Тысяча	1000
	Тьма	10 000
	Лепион	100 000
	Леодр	1 000 000
	Ворон	10 000 000
	Колода	100 000 000

Славянская система счисления

- Запись чисел в славянской кириллической нумерации

Ѡ = 1 Ҁ = 11 Ҥ = 81 Ѱ = 1000

Славянская система счисления

- Древние славяне использовали **несколько правил**, которые использовались **для записи** в славянской системе:
 1. **Числа записывались слева направо.** За исключением значений от одиннадцати до девятнадцати (например, 15 – пять на десять – $5+10$);
 2. Для того **чтобы отличать числа от букв древнерусского письма сверху ставился знак – титло.** Он представлял собой волнистую линию;
 3. **Для обозначения больших величин использовались специальные символы.** Например, чтобы умножить число на 10 000, букву обводили окружностью (смотреть таблицу) и давали приставку «тьма».

Славянская система счисления

Часы Сузdalского Кремля



Позиционные системы счисления

Современные цифры	Арабские цифры	Индийские цифры
0	•	०
1	۱	୧
2	۲	୨
3	۳	୩
4	۴	୪
5	۵	୫
6	۶	୬
7	۷	୭
8	۸	୮
9	۹	୯

В позиционном виде имеет роль, какую позицию цифра занимает в числе.

Например, возьмем число 10 – здесь единица обозначает количество десятков, а в числе 100 единица представляет количество сотен. С помощью такой формы удобно представлять большие значения и легко выполнять арифметические действия. Именно поэтому большая часть человечества пользуется системами счислений, которые относятся к этой группе.

| Позиционные системы счисления

- Основные виды позиционных систем:
 - Двоичная
 - Троичная
 - Четверичная
 - Пятеричная
 - Шестиричная
 - Семиричная
 - Восьмеричная
 - Девятеричная
 - Десятичная
 - Шестнадцатиричная

Позиционные системы счисления

- **Десятичная** – все вы её прекрасно знаете и изучали с первого класса. В качестве алфавита здесь используются цифры от 0 до 9.
- **Двоичная** – счисление введенное в семнадцатом веке великим математиком Вильгельмом Лейбницием. В данный момент нашло широкое применение в персональных компьютерах и цифровой технике. Состоит всего из двух знаков 0 и 1.
- **Третичная** – состоит из 0, 1 и 2 либо латинских букв А, В, С. В 1959 году Московским университетом на её основе был выпущен малый компьютер “Сетунь”.
- **Восьмеричная** – счисление, широко применяющееся в высокоуровневых языках программирования (например, Java и Python) и разработке цифровой аппаратуры. Свою популярность заслужила из-за легкого перевода в цифровой (двоичный) код. Состоит из цифр от 0 до 7.
- **Двенадцатеричная** – распространена на территории Индии и Тибета. Счисление построено на пальце-фаланговом методе счета, при котором большим пальцем считают фаланги той же руки. Попробуйте сами посчитать фаланги, и вы убедитесь, что их действительно 12. Постепенно полностью заменяется десятичной.
- **Шестнадцатеричная** – счисление используется в низкоуровневых языках программирования (язык Assembler'a) в информатике. Также в 16-ом виде представляются символы в стандарте Юникода. В её алфавит входят числа от 0 до 9 и латинские буквы А, В, С, D, Е и F.

Системы счисления используемые в ЭВМ

- В информатике принято выделять четыре основных системы счисления:
 - **двоичная,**
 - **восьмеричная,**
 - **десятичная,**
 - **шестнадцатеричная.**
- Связано это, в первую очередь, с их использованием в различных отраслях программирования.
- Так, восьмеричная система требуется для перевода в двоичные числа на цифровых устройствах и в компьютерной документации. Позднее ей на смену пришла шестнадцатеричная, которую используют для записи символов Юникода. Однако восьмеричный код до сих пор применяется в системе Linux.
- Наиболее же распространенной системой является двоичная, которая используется в программировании практически всех ЭВМ.

Системы счисления используемые в ЭВМ

В вычислительной технике в основном используются **позиционные системы счисления:**
BIN - двоичная,
DEC - десятичная,
OCT - восьмеричная,
HEX - шестнадцатеричная.

A₁₀	A₂	A₈	A₁₆
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Смешанные системы счисления

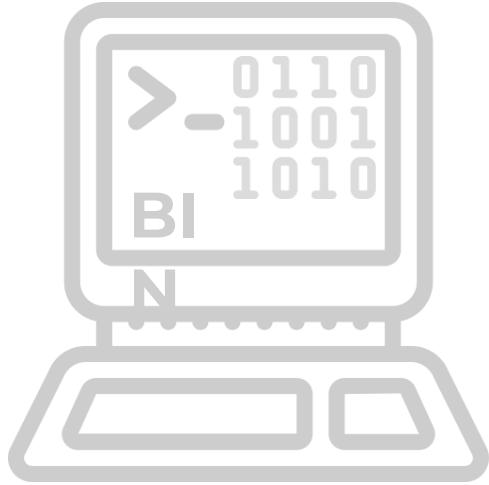
- Смешанные системы счисления:
 - **фибоначчиева система счисления** (основывается на числах Фибоначчи);
 - **факториальная система счисления** (основанием является последовательность факториалов);
 - **система счисления майя**, которые использовали двадцатеричную систему. Для записи основными знаками были точки (единицы) и отрезки (пятерки).



Десятичная система счисления

Десятичная система счисления

- Десятичная система счисления пришла в Европу из Индии, где она появилась не позднее VI века н. э.
- **В этой системе 10 цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, однако информацию несет не только цифра, но и место, на котором цифра стоит (то есть ее позиция).**
- В десятичной системе счисления особую роль играют число 10 и его степени: 10, 100, 1000 и т. д.
- Самая правая цифра числа показывает число единиц, вторая справа – число десятков, следующая – число сотен и т. д.



Двоичная система счисления

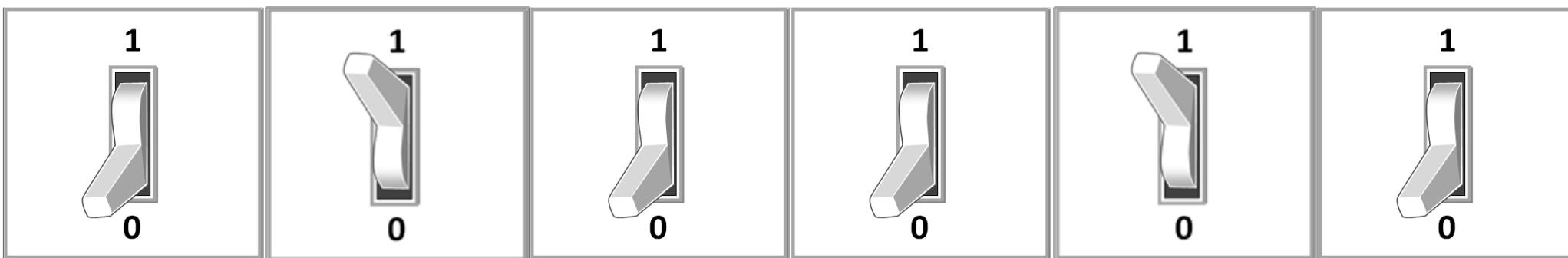
Двоичная система счисления

- В современной вычислительной технике, в устройствах автоматики и связи широко используется двоичная система счисления.
- В ней для изображения числа используются только две цифры: **0 и 1**.

Двоичная система счисления



0 1 0 0 1 0



Двоичная система счисления

- Цифровая информация в компьютере кодируется двоичным кодом.
- Двоичный код – это код, в котором используются два знака (0 и 1). Все данные в компьютере хранятся в двоичном коде.
- **Бит** — это наименьшая единица двоичного кода.
- **Бит (Binary Digit — двоичная цифра)** — это наименьшая единица представления информации.

- **Один бит может принимать только два значения: 1 (Да) или 0 (Нет).**
- **Двумя битами** можно закодировать **четыре значения:** 00, 01, 10, 11.
- **Тремя битами** можно закодировать **восемь значений:** 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.

Бит, Байт, Килобайт, Мегабайт и т.д.

- 1 **Байт** = 8 бит
- 1 **Кбайт** (килобайт) = 1024 байта
- 1 **Мбайт** (мегабайт) = 1024 Кбайт
- 1 **Гбайт** (гигабайт) = 1024 Мбайт
- 1 **Тбайт** (терабайт) = 1024 Гбайт

- 1 **Байт** = 2^3 бит
- 1 **Кбайт** = 2^{10} байта = $2^{10} \cdot 2^3$ бит = 2^{13} бит
- 1 **Мбайт** = 2^{10} Кбайт = $2^{10} \cdot 2^{13}$ бит = 2^{23} бит

2^{10}

Бит, Байт

- **1 бит** = 0, 1
- **1 байт** = 8 бит – 0 .. 255
- **2 байта** = 16 бит – 0 .. 65 535
- **4 байта = 32 бита** – 0 .. 4 294 967 295
- **1 слово = 8 байт = 64 бит** – 0 .. 18 446 744 073 709 551 615
Равно разрядности регистров процессора и/или шины данных.
- Все процессоры имеют несколько регистров.
- Процессор архитектуры **x86** имеет восемь 32-битных регистров.
- В архитектуре **x64** эти регистры расширены до 64 бит.



Сколько разных чисел можно закодировать 1 байтом?

$$00000000_2 = 0_{10}$$

$$00000001_2 = 1_{10}$$

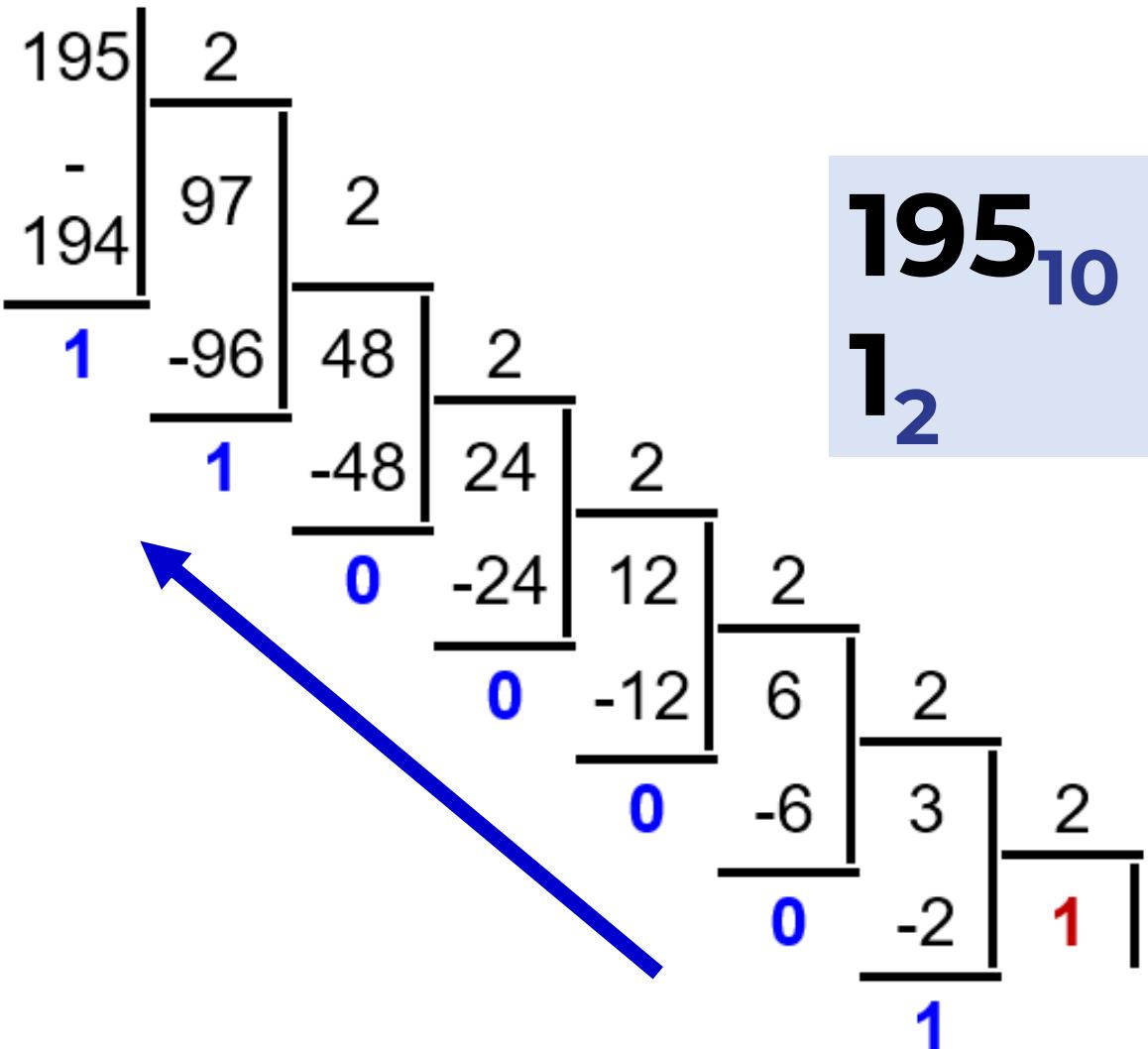
$$00000010_2 = 2_{10}$$

$$00000011_2 = 3_{10}$$

⋮

$$11111111_2 = 255_{10}$$

Перевод числа из десятичной в двоичную систему счисления



$$195_{10} = \textcolor{red}{1}100001_2$$

Алгоритм перевода целого двоичного числа в десятичную систему счисления

- Для перевода целого двоичного числа в десятичное, обратимся к **развернутой форме записи числа** для позиционной системы счисления:

$$A_n = a_{n-1} \cdot q^{n-1} + a_{n-2} \cdot q^{n-2} + \cdots + a_0 \cdot q^0$$

- где **A** — число, **q** — основание системы счисления, а **n** — количество разрядов числа.

- Зная основание системы счисления (2), выведем **формулу перевода**:

$$A_2 = a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + a_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \cdots + a_0 \cdot 2^0$$

Перевод числа из двоичной в десятичную систему счисления

$$\begin{array}{r} \text{3 } \text{2 } \text{1 } \text{0 } \\ 1010_2 = 0 \times 2^0 = 0 \\ \quad \quad \quad | \\ \quad \quad \quad 1 \times 2^1 = 2 \\ \quad \quad \quad | \\ \quad \quad \quad 0 \times 2^2 = 0 \\ \quad \quad \quad | \\ \quad \quad \quad 1 \times 2^3 = 8 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1010_2 &= 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 = \\ &= 0 + 2 + 0 + 8 = 10_{10} \end{aligned}$$

Перевод числа из двоичной в десятичную систему счисления

$$\begin{array}{r} 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1 \ 0 \\ 100101_2 = \end{array}$$

$$= 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$$

$$= 32 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1 = 37_{10}$$

Алгоритм перевода двоичной дроби в десятичную систему счисления

- Как и в предыдущем случае, для перевода двоичной дроби в десятичную систему, воспользуемся **развернутой формой** представления дробей в позиционных системах:

$$A_n = a_{n-1} \cdot q^{n-1} + a_{n-2} \cdot q^{n-2} + \cdots + a_0 \cdot q^0 + a_{-1} \cdot q^{-1} + \cdots + a_{-m} \cdot q^{-m}$$

- где **A** — число, **q** — основание системы счисления, **n** — количество целых разрядов, а **m** — количество дробных разрядов числа.
- Зная основание системы счисления ($_2$), выведем **формулу перевода**:

$$A_2 = a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + a_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \cdots + a_0 \cdot 2^0 + a_{-1} \cdot 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \cdot 2^{-m}$$

Перевод двоичной дроби в десятичную систему счисления

$$\begin{aligned}0.\textcolor{red}{1010}_2 &= 0 \cdot 2^0 + \textcolor{red}{1} \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4} = \\&= 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.25 + 1 \cdot 0.125 + 0 \cdot 0.0625 \\&= 0 + 0.5 + 0 + 0.125 + 0 = \textcolor{blue}{0.625}_{10}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\textcolor{blue}{1010.1010}_2 &= \\&= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + \textcolor{red}{1} \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4} = \\&= 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.25 + 1 \cdot 0.125 + 0 \cdot 0.0625 = \\&= 8 + 0 + 2 + 0 + 0.5 + 0 + 0.125 + 0 = \textcolor{blue}{10.625}_{10}\end{aligned}$$

Алгоритм перевода десятичной дроби в двоичную систему

Алгоритм перевода

- Последовательно выполнять умножение исходной дроби на 2, до тех пор, пока, дробная часть не станет равна 0 или пока не будет достигнута необходимая точность вычисления.
- Полученная дробь в двоичной системе будет равна прямой последовательности целых частей произведений.

- Пример:** перевести число **0,123** в двоичную систему.
- Решение будет выглядеть **следующим образом:**
- В данном примере можно продолжить вычисления, но зачастую, такой точности будет достаточно.
- Ответ:** $0.123_{10} = 0.0001111011_2$

$$0.123 \cdot 2 = 0.246 \quad (0)$$

$$0.246 \cdot 2 = 0.492 \quad (0)$$

$$0.492 \cdot 2 = 0.984 \quad (0)$$

$$0.984 \cdot 2 = 1.968 \quad (1)$$

$$0.968 \cdot 2 = 1.936 \quad (1)$$

$$0.936 \cdot 2 = 1.872 \quad (1)$$

$$0.872 \cdot 2 = 1.744 \quad (1)$$

$$0.744 \cdot 2 = 1.488 \quad (1)$$

$$0.488 \cdot 2 = 0.976 \quad (0)$$

$$0.976 \cdot 2 = 1.952 \quad (1)$$

$$0.952 \cdot 2 = 1.904 \quad (1)$$

Пример: перевод числа 5.84 из десятичной системы в двоичную

- Для того, чтобы перевести число 5.84 из десятичной системы счисления в двоичную, необходимо перевести вначале целую часть, а затем дробную.
- Таким образом потребуется:
 - Перевести 5 в двоичную систему;
 - Перевести 0.84 в двоичную систему.

Пример: перевод числа 5.84 из десятичной системы в двоичную

- Для того, чтобы перевести число 5 из десятичной системы счисления в двоичную, необходимо осуществить последовательное деление на 2, до тех пор пока остаток не будет меньше чем 2.

$$\begin{array}{r} 5 \quad | \quad 2 \\ -4 \quad | \quad 2 \quad 2 \\ \hline 1 \quad -2 \quad 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

- Полученные остатки записываем в обратном порядке, таким образом: $5_{10} = 101_2$

Пример: перевод числа 5.84 из десятичной системы в двоичную

- Для перевода десятичной дроби 0.84 в двоичную систему, необходимо выполнить последовательное умножение дроби на 2, до тех пор, пока дробная часть не станет равной 0 или пока не будет достигнута заданная точность вычисления. Получаем:
- Ответом станет прямая последовательность целых частей произведения. Т.е.
- $0.84_{10} = 0.\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}0\textcolor{blue}{1}0\textcolor{blue}{1}1\textcolor{blue}{0}00_2$
- Осталось соединить переведенные части, таким образом:
- Ответ: $5.84_{10} = 101.\textcolor{blue}{1}\textcolor{red}{1}0\textcolor{blue}{1}0\textcolor{blue}{1}1\textcolor{blue}{0}00_2$

$$0.84 \cdot 2 = 1.68 \quad (1)$$

$$0.68 \cdot 2 = 1.36 \quad (1)$$

$$0.36 \cdot 2 = 0.72 \quad (0)$$

$$0.72 \cdot 2 = 1.44 \quad (1)$$

$$0.44 \cdot 2 = 0.88 \quad (0)$$

$$0.88 \cdot 2 = 1.76 \quad (1)$$

$$0.76 \cdot 2 = 1.52 \quad (1)$$

$$0.52 \cdot 2 = 1.04 \quad (1)$$

$$0.04 \cdot 2 = 0.08 \quad (0)$$

$$0.08 \cdot 2 = 0.16 \quad (0)$$

$$0.16 \cdot 2 = 0.32 \quad (0)$$



Троичная система счисления

Троичная система счисления

- Троичная система счисления — позиционная система счисления с целочисленным основанием, равным **3**.
- Существует в двух вариантах: несимметричная и симметричная.
- В несимметричной троичной системе счисления чаще применяются цифры **{0, 1, 2}**,
- а в симметричной троичной системе счисления знаки **{-, 0, +}, {-1, 0, +1}**.
- Обычный пример троичной логики в жизни связан с постоянным током: ток движется в одну сторону, в другую сторону, его нет.

Троичная система счисления

Десятичное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Троичное число	0	1	2	10	11	12	20	21	22	100	101

Десятичная система	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Троичная несимметричная	-100	-22	-21	-20	-12	-11	-10	-2	-1	0	1	2	10	11	12	20	21	22	100
Троичная симметричная	100	101	111	110	111	11	10	11	1	0	1	11	10	11	111	110	111	101	100

В троичной симметричной системе счисления знак 1 можно заменить знаком (не числом) і или 2 и, во втором случае, использовать для троичной симметричной системы счисления {-1,0,+1} знаки троичной несимметричной системы {2,0,1}.

Перевод из десятичной в троичную систему счисления

- Для того, чтобы перевести целое десятичное число в троичную систему счисления нужно десятичное число делить на 3 до тех пор, пока неполное частное не будет равно нулю.
- В результате будет получено число из остатков деления записанное справа налево.
- Например**, переведем число 237_{10} в троичную систему счисления:

$$237 : 3 = 79 \text{ остаток: } 0$$

$$79 : 3 = 26 \text{ остаток: } 1$$

$$26 : 3 = 8 \text{ остаток: } 2$$

$$8 : 3 = 2 \text{ остаток: } 2$$

$$2 : 3 = 0 \text{ остаток: } 2$$

$$237_{10} = 22210_3$$



Перевод из троичной в десятичную систему счисления

- Для того, чтобы перевести число из троичной системы счисления в десятичную систему счисления, необходимо записать позиции каждой цифры в числе с права налево начиная с нуля.
- Каждая позиция цифры будет степенью числа 3, так как система счисления 3-ичная. Необходимо последовательно умножить каждое число 2120_3 на 3 в степени соответствующей позиции числа и затем сложить с последующим произведением следующего числа в степени соответствующей его позиции.
- Например**, переведем число 2120_3 в десятичную систему счисления:

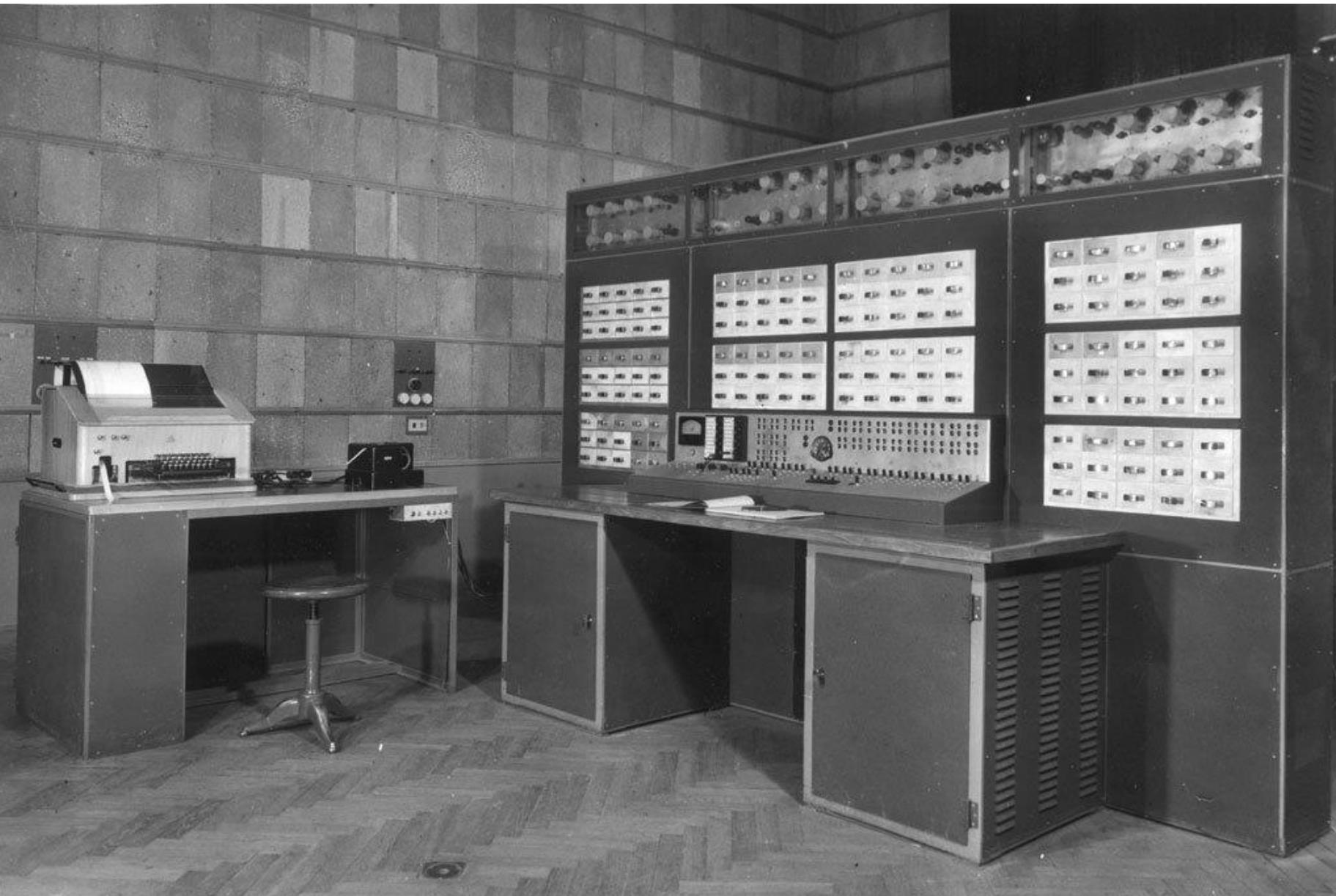
Позиция в числе	3	2	1	0
Число	2	1	2	0

$$2120_3 = 2 \cdot 3^3 + 1 \cdot 3^2 + 2 \cdot 3^1 + 0 \cdot 3^0 = 69_{10}$$

Троичная система счисления несимметричная

Значение числа в десятичной системе счисления	Значение числа в троичной системе счисления
0_{10}	0_3
1_{10}	1_3
2_{10}	2_3
3_{10}	10_3
4_{10}	11_3
5_{10}	12_3
6_{10}	20_3
7_{10}	21_3
8_{10}	22_3
9_{10}	100_3
10_{10}	101_3

"Сетунь" (1956) единственный серийный троичный компьютер





Восьмеричная система счисления

Восьмеричная система счисления

- **Восьмеричная** – счисление, широко применяющееся в высокоуровневых языках программирования (например, Java и Python) и разработке цифровой аппаратуры. Свою популярность заслужила из-за легкого перевода в цифровой (двоичный) код.
- **Состоит из цифр от 0 до 7**

Восьмеричная система счисления

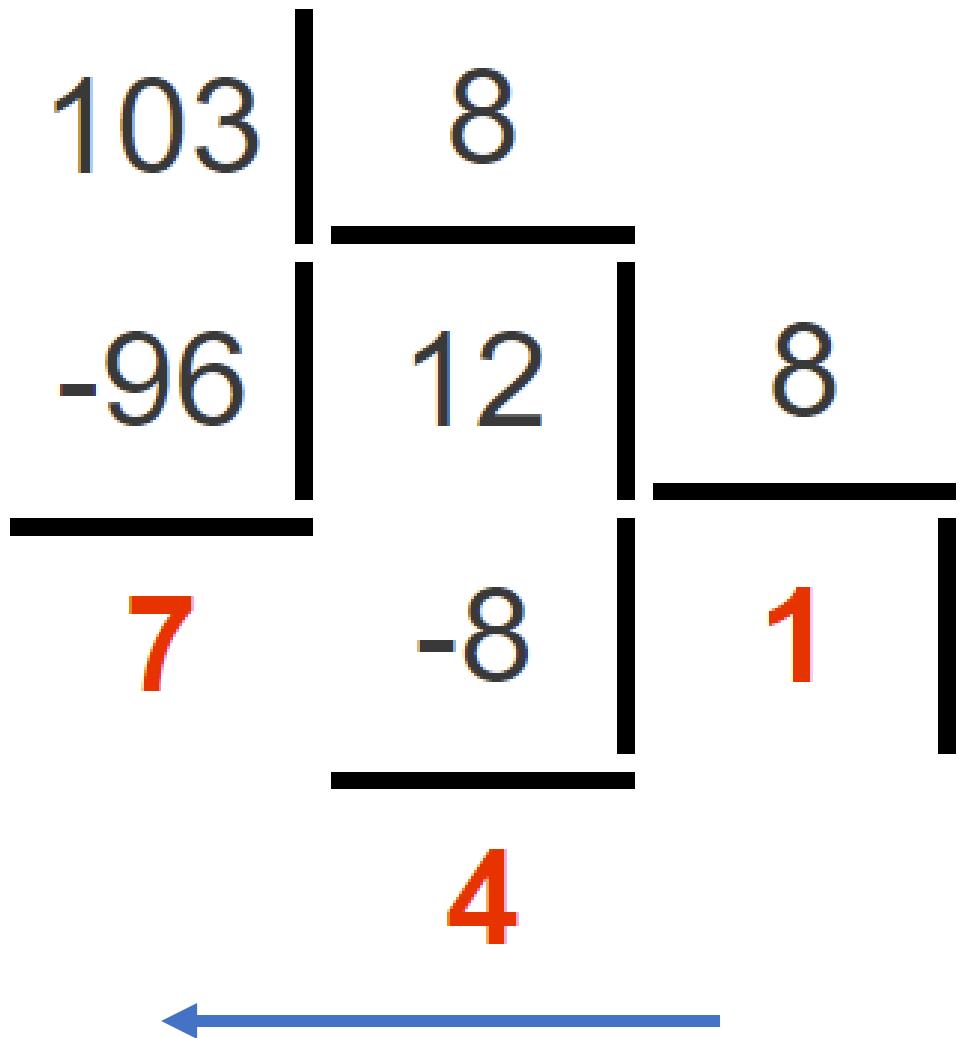
Десятичное число	Восьмеричное число	Десятичное число	Восьмеричное число
0	0	10	12
1	1	11	13
2	2	12	14
3	3	13	15
4	4	14	16
5	5	15	17
6	6	16	20
7	7	17	21
8	10	18	22
9	11	19	23

Перевод из восьмеричной в десятеричную систему счисления

- Пример восьмеричного числа: **254**.
- Для перевода в 10-ю систему необходимо каждый разряд исходного числа умножить на 8^n , где n — это номер разряда. Получается, что

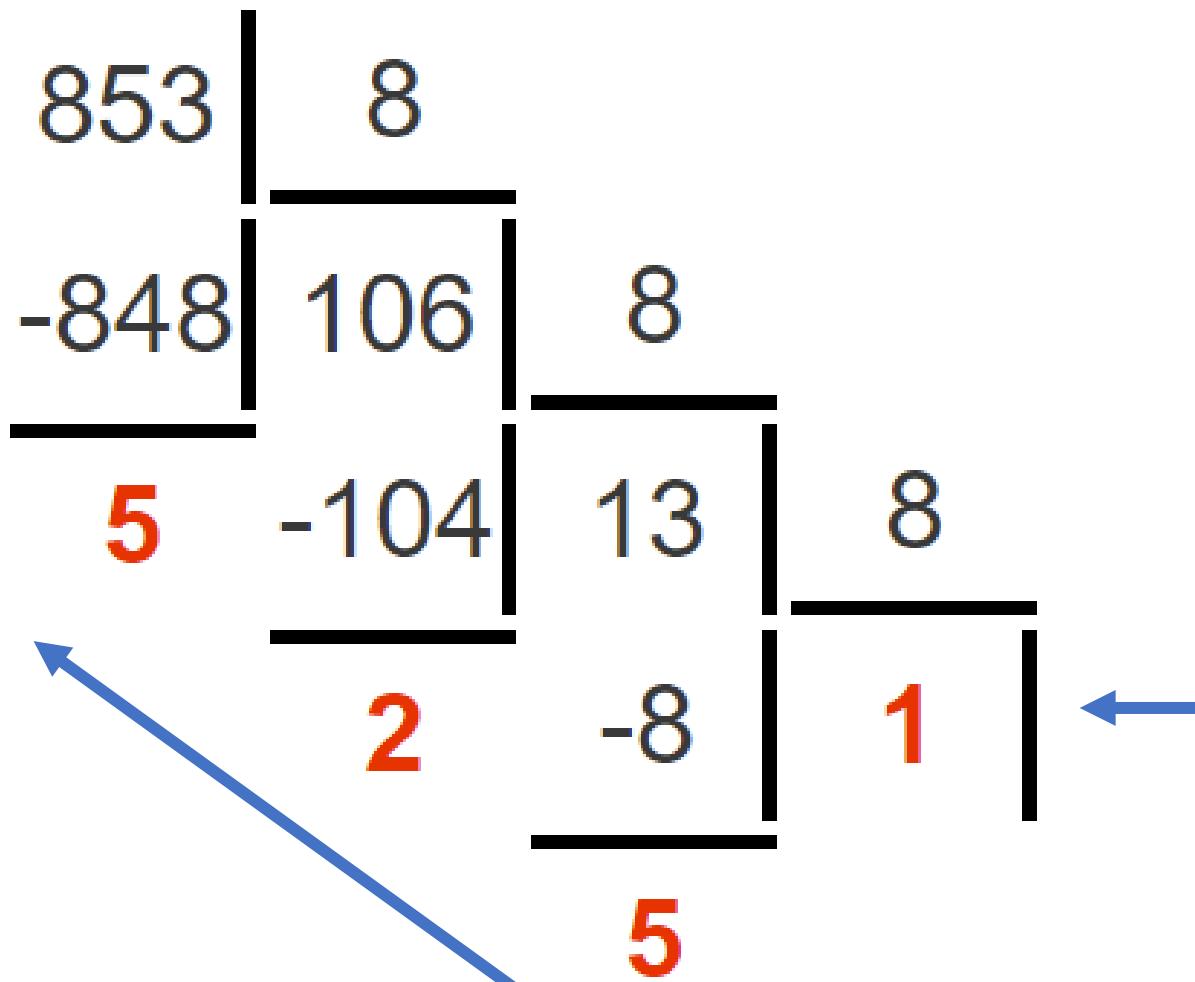
$$\begin{aligned}254_8 &= 2*8^2 + 5*8^1 + 4*8^0 = \\&= 128+40+4 = \\&= 172_{10}\end{aligned}$$

Перевод из десятичной в восьмеричную систему счисления



$$103_{10} = 147_8$$

Перевод из десятичной в восьмеричную систему счисления



$$853_{10} = 1525_8$$

Связь с двоичной системой

$$\begin{aligned}753_8 &= 7 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 \\&= 7 \cdot 2^6 + 5 \cdot 2^3 + 3 \cdot 2^0\end{aligned}$$

$\overbrace{\textcolor{red}{111}}_2 \quad \overbrace{\textcolor{green}{101}}_2 \quad \overbrace{\textcolor{blue}{011}}_2$

$8 = 2^3$

$$\begin{aligned}753_8 &= (1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0) \cdot 2^6 + \\&\quad (1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0) \cdot 2^3 + \\&\quad (0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0) \cdot 2^0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}753_8 &= 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + \\&\quad 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + \\&\quad 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \textcolor{red}{111} \textcolor{green}{101} \textcolor{blue}{011}_2\end{aligned}$$

Связь с двоичной системой

$$8 = 2^3$$

Каждая восьмеричная цифра может быть записана как **три** двоичных (**триада**)!

$$1625_8 = \underbrace{001}_1 \underbrace{110}_6 \underbrace{010}_2 \underbrace{101}_5_2$$

0	1	2	3	4	5	6	7
000	001	010	011	100	101	110	111

Перевод из двоичной в восьмеричную систему счисления

Шаг 1. Разбить на триады, начиная справа:

001 001 011 101 111₂

Шаг 2. Каждую триаду записать одной восьмеричной цифрой:

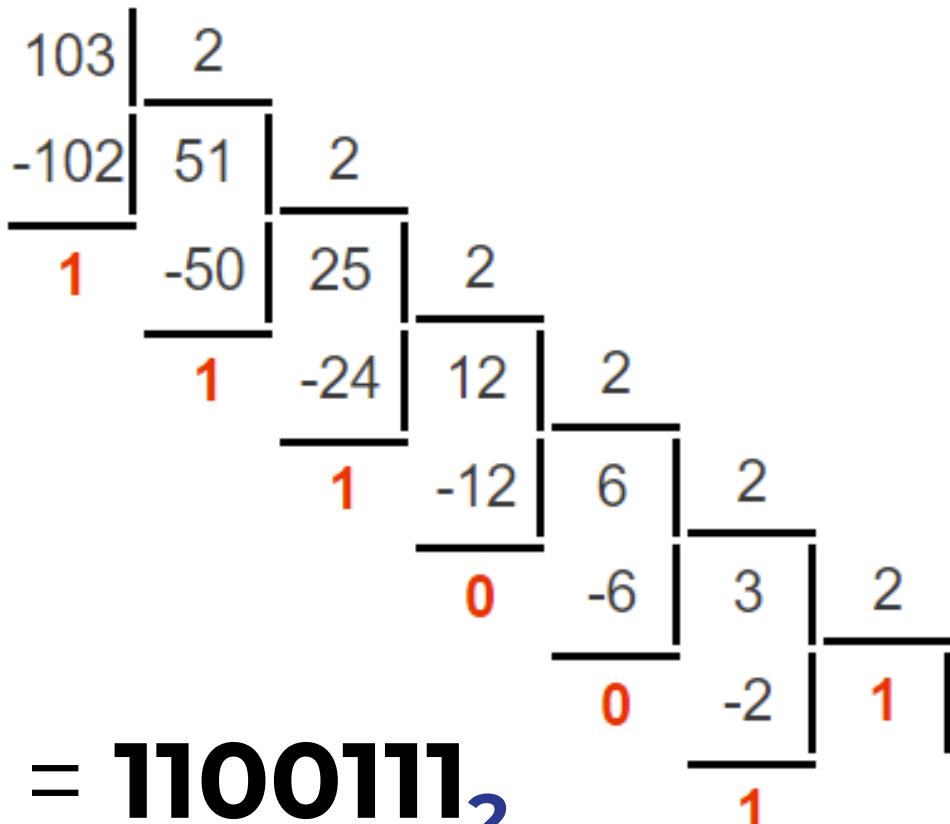
001 001 011 101 111₂

1 1 3 5 7

Ответ: **1001011101111₂ = 11357₈**

Перевод из восьмеричной в двоичную систему счисления

$$\cdot 147_8 = 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 64 + 32 + 7 = 103_{10}$$



$$147_8 = 1100111_2$$

$$\cdot 103_{10} = 1100111_2$$

Перевод из двоичной в восьмеричную систему счисления

- $1100111_2 = 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$
 $= 64 + 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 1 = 103_{10}$

$$\begin{array}{r} 103 \\ - 96 \\ \hline 7 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ \hline 12 \\ - 8 \\ \hline 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$1100111_2 = 147_8$$

- $103_{10} = 147_8$

Права доступа к файлам и каталогам в Unix/Linux

- UGO - это не только аббревиатура, это также инициалы (**User, Group, Other**), в Unix каждая из этих категорий может иметь 3 основных бита разрешений (читать, записывать, выполнять) (есть также sticky bit (бит закрепления)). каждый из них может быть в {False, True} эквивалентен {0, 1} соответственно.
- Существует три бита флага, представляющих данный набор разрешений. Это восемь возможных значений.
- Восьмеричная цифра имеет восемь возможных значений.

	<i>Read</i>	<i>Write</i>	<i>eXecute</i>	<i>possible values</i>
<i>User</i>	0/1	0/1	0/1	000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
<i>Group</i>	0/1	0/1	0/1	000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
<i>Other</i>	0/1	0/1	0/1	000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
	<i>Octal</i>			0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

- Можно конечно предоставлять права доступа используя шестнадцатиричную или десятичную систему счисления. Но восьмеричное позволяет сразу увидеть каждый набор разрешений и увидеть взаимосвязи. Если файл имеет восьмеричные разрешения 644, можно сразу понять, что у пользователя есть разрешения, отличные от всех остальных. Что нельзя сказать в 16-ти ричном 1A4 или 10-ой 420.

Права доступа к файлам и каталогам

Код доступа	---	--x	-w-	-wx	r--	r-x	rw-	rwx
Двоичная маска	000	001	010	011	100	101	110	111
Восьмеричная цифра	0	1	2	3	4	5	6	7

Числовой формат	Символьный формат	Права доступа
0	---	Права отсутствуют
1	--x	Только выполнение
2	-w-	Только запись
3	-wx	Запись и выполнение
4	r--	Только чтение
5	r-x	Чтение и выполнение
6	rw-	Чтение и запись
7	rwx	Чтение, запись, выполнение

Права доступа к файлам и каталогам

```
mark@localhost:~/comcalc ×
Файл Правка Вид Поиск Терминал Справка
[mark@localhost comcalc]$ stat comcalc.cpp
  Файл: comcalc.cpp
    Размер: 2276        Блоков: 8          Блок В/В: 4096   обычный файл
Устройство: fd00h/64768d      Inode: 67694271      Ссылки: 1
Доступ: 0664 -rw-rw-r--) Uid: ( 1000/ mark)  Gid: ( 1000/ mark)
Контекст: unconfined_u:object_r:user_home_t:s0
Доступ: 2021-12-07 23:08:53.959698639 -0500
Модифицирован: 2021-12-07 23:08:53.959698639 -0500
Изменён: 2021-12-07 23:08:53.959698639 -0500
Создан: -
[mark@localhost comcalc]$ chmod 644 comcalc.cpp
[mark@localhost comcalc]$ stat -c "%a %n" comcalc.cpp
644 comcalc.cpp
[mark@localhost comcalc]$
```



Шестнадцатеричная система счисления

Шестнадцатеричная система счисления

- **Шестнадцатеричная система счисления** — это позиционная целочисленная система счисления с основанием 16. Является одной из самых популярных в информатике, наряду с двоичной, восьмеричной и десятичной.
- Шестнадцатеричная система счисления начала широко применяться с развитием компьютерной техники. **Как известно, компьютеры используют двоичный код. Но его использование неудобное, за счет длинных записей, а на перевод в десятичную систему уходило много времени и памяти. 16 кратно двум, поэтому вычисления производились быстрее.**
- Кроме этого, единица измерения информации — бит. В компьютерах, информация передается при помощи байтов. 1 байт = 8 бит.
- **Машинное слово** — это минимальная единица данных, состоящая из двух байт (16 бит). Таким образом, для записи команд удобно использовать именно шестнадцатеричную систему.

Шестнадцатеричная система счисления

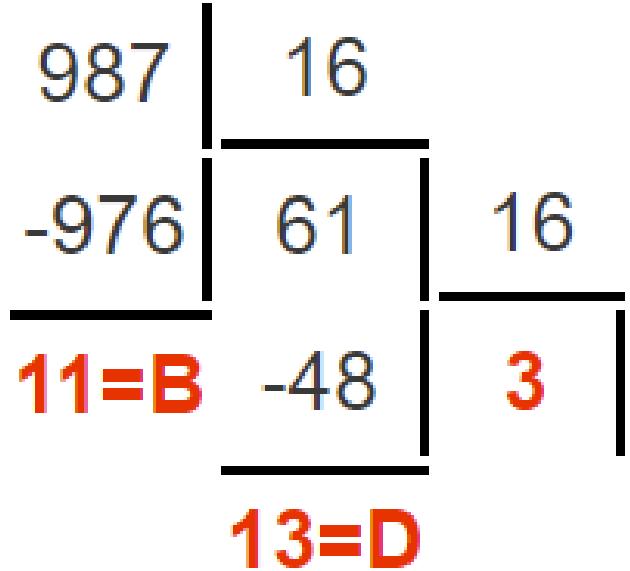
- Шестнадцатеричная система — это традиционная система счисления **с основанием 16**.
- Алфавит состоит из цифр **от 0 до 9** и латинских букв **от A до F**. Латинские буквы представляют собой десятичные числа от 10 до 15.

Десятичное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Шестнадцатеричное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Десятичное число	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Шестнадцатеричное число	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13

Шестнадцатеричная система счисления

X_{10}	X_{16}	X_2	X_{10}	X_{16}	X_2
0	0	0000	8	8	1000
1	1	0001	9	9	1001
2	2	0010	10	A	1010
3	3	0011	11	B	1011
4	4	0100	12	C	1100
5	5	0101	13	D	1101
6	6	0110	14	E	1110
7	7	0111	15	F	1111

Перевод из десятичной в шестнадцатеричную систему счисления



$$987_{10} = 3DB_{16}$$

Десятичное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Шестнадцатеричное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Десятичное число	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Шестнадцатеричное число	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13

Перевод из шестнадцатеричной в десятичную в систему счисления

$$\begin{aligned}3\text{DB}_{16} &= 3 \cdot 16^2 + 13 \cdot 16^1 + 11 \cdot 16^0 = \\&= 768 + 208 + 11 = \\&= 987_{10}\end{aligned}$$

Десятичное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Шестнадцатеричное число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Десятичное число	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Шестнадцатеричное число	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13

Связь с двоичной системой счисления

$$16 = 2^4$$

Каждая шестнадцатеричная цифра может быть записана как **четыре** двоичных (**тетрада**)!

$$7F1A_{16} = \underbrace{0111}_7 \quad \underbrace{1111}_{F_{(15)}} \quad \underbrace{0001}_1 \quad \underbrace{1010}_2 A_{(10)}$$

0	1	2	3	4	5	6	7
0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111

8	9	A(10)	B(11)	C(12)	D(13)	E(14)	F(15)
1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

Перевод из двоичной системы

100101110111_2

Шаг 1. Разбить на тетрады, начиная справа:

0001 0010 1110 1111₂

Шаг 2. Каждую тетраду записать одной шестнадцатеричной цифрой:

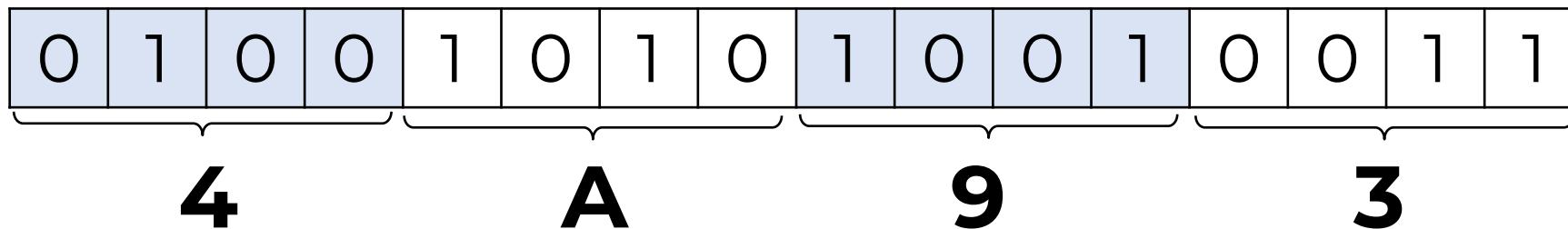
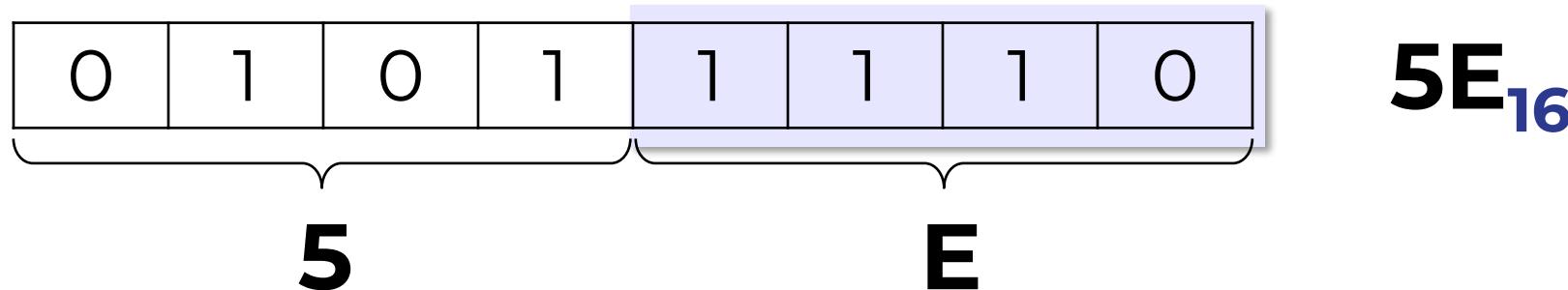
0001 0010 1110 1111₂

1 2 E F

Ответ: $100101110111_2 = 12EF_{16}$

Сжатая запись двоичных кодов

Intel, AMD, ARM



$4A93_{16}$

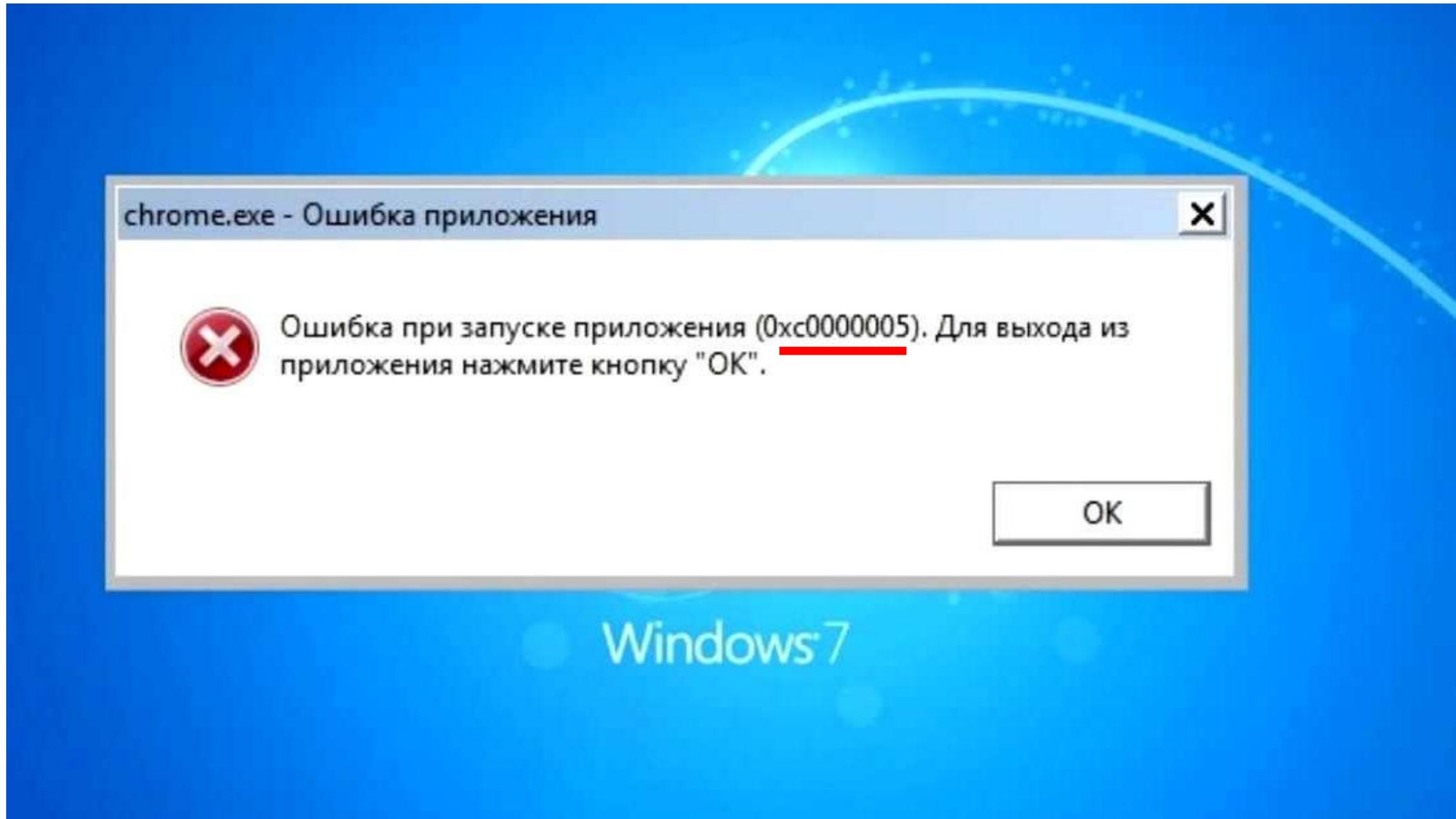
Применение шестнадцатеричной системы счисления

- **Шестнадцатеричная система**, как и восьмеричная активно применяется в компьютерных технологиях. При этом, запись чисел гораздо компактнее.
- В отличии от восьмеричной, которая за годы развития информатики — устарела, **шестнадцатеричная — применяется в следующих областях:**
 1. Низкоуровневое программирование (к примеру, ассемблер).
 2. Стандарт Юникод.
 3. Шестнадцатеричный цвет (RGB).
 4. Запись кодов ошибок.
 5. Представление данных в малоразрядных ЭВМ.

В языках программирования

- В разных **языках программирования** для записи шестнадцатеричных чисел используют различный синтаксис:
 - В **Ада** и **VHDL** такие числа указывают так: «16#5A3#».
 - В **Си** и языках схожего синтаксиса, например, в Java, используют префикс «0x». Например, «0x5A3».
 - В некоторых **языках ассемблера** используют букву «h», которую ставят после числа. Например, «5A3h». При этом, если число начинается не с десятичной цифры, то для отличия от имён идентификаторов (например, констант) впереди ставится «0» (ноль)[1]: «OFFh» (255)¹⁰
 - Другие **ассемблеры** (AT&T, Motorola), а также Паскаль и некоторые версии Бейсика используют префикс «\$». Например, «\$5A3».
 - В **ассемблерах** для IBM mainframe (Assembler F, Assembler 2, Assembler H) используется запись X'xx..xx'. Например X'05A3'.
 - Некоторые иные платформы, например ZX Spectrum в своих ассемблерах (MASM, TASM, ALASM, GENS и т. д.) использовали запись #5A3, обычно выровненную до одного или двух байт: #05A3.
 - Другие версии **Бейсика**, например Turbo Basic, используют для указания шестнадцатеричных цифр сочетание «&h» или «&H» перед числом. Например, «&h5A3».
 - В **Unix-подобных операционных системах** (и многих языках программирования, имеющих корни в Unix/linux) непечатные символы при выводе/вводе кодируются как 0xCC, где CC — шестнадцатеричный код символа.

Кодирование ошибок приложений



Например: буква «К» в Unicode U+041A

Техническая информация

Название в Юникоде	Cyrillic Capital Letter Ka
Номер в Юникоде	U+041A
HTML-код	К
CSS-код	\041A
Раздел	Кириллица
Строчная	к
Версия Юникода:	1.1 (1993)

Свойства

Версия	1.1
Блок	Кириллица
Тип парной зеркальной скобки (bidi)	Нет
Композиционное исключение	Нет
Изменение регистра	043A
Простое изменение регистра	043A

Кодировка

Кодировка	hex	dec (bytes)	dec	binary
UTF-8	D0 9A	208 154	53402	11010000 10011010
UTF-16BE	04 1A	4 26	1050	00000100 00011010
UTF-16LE	1A 04	26 4	6660	00011010 00000100
UTF-32BE	00 00 04 1A	0 0 4 26	1050	00000000 00000000 00000100 00011010
UTF-32LE	1A 04 00 00	26 4 0 0	436469760	00011010 00000100 00000000 00000000

Unicode

<https://unicode-table.com/ru/sets/faces/>

Таблица символов Юникода

Поиск символа

Юникод Эмоджи Наборы Инструменты Алфавиты HTML-мнемоники Alt-коды »

Главная > Наборы > Смайлики-эмоджи «Лица»

Смайлики-эмоджи «Лица»

😊	😊	😊	😊	😊	😊	🤣	😂
U+1F600	U+1F603	U+1F604	U+1F601	U+1F606	U+1F605	U+1F923	U+1F602
😊	😊		😊	😊	😊	😊	😊
U+1F642	U+1F60A	U+1F607	U+1F970	U+1F60D	U+1F929		
😊	😊	😊	😊	😊	😊		
U+1F618	U+1F61A	U+1F619	U+1F60B	U+1F61B	U+1F61C		
😊	😊	😊	😊	😊	😊		
U+1F92A	U+1F917	U+1F92D	U+1F92B	U+1F914	U+1F910		
😊	😊	😊	😊	😊	😊		
U+1F928	U+1F610	U+1F611	U+1F636	U+1F60F	U+1F612	U+1F644	U+1F62C
😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Смотрите также

Ухмыляющееся лицо с одним большим и одним маленьким глазом >

Номер в Юникоде: U+1F92A
HTML-код: 🤪

Копировать

Символы для ников

Символы для VK

Красивые буквы

Горячие символы

Сердечки

Забавные буквы

Символы для Facebook

Коронавирус

Дорожные знаки

Топ-50 Эмоджи

Холодные

Музыкальные

Шестнадцатеричный цвет (RGB)

FF F D D 0 0

255 / 255 221 / 255 0 / 255

Шестнадцатеричный цвет (RGB)





Системы счисления. Математические операции

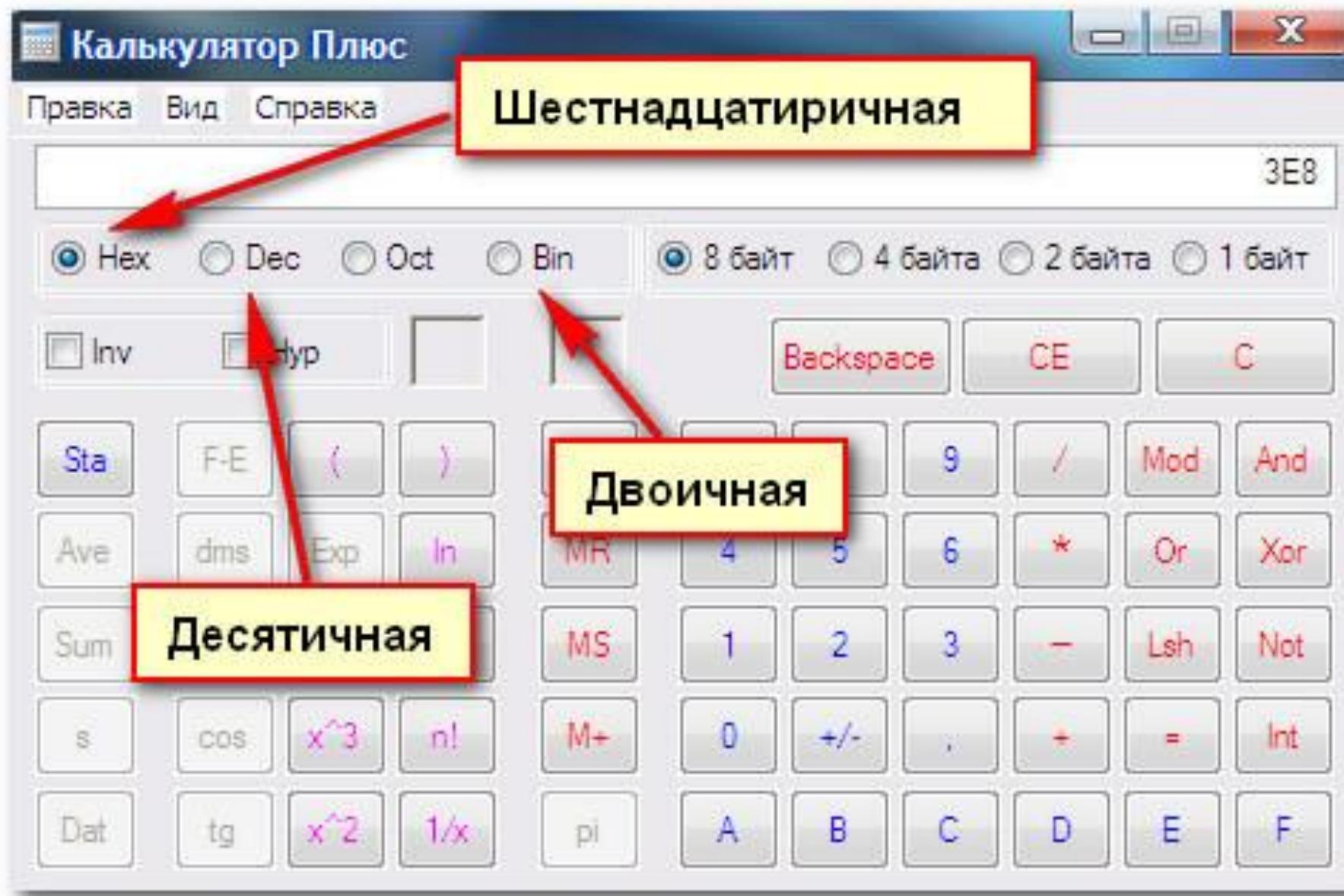
DEC - Десятичная

BIN - Двоичная

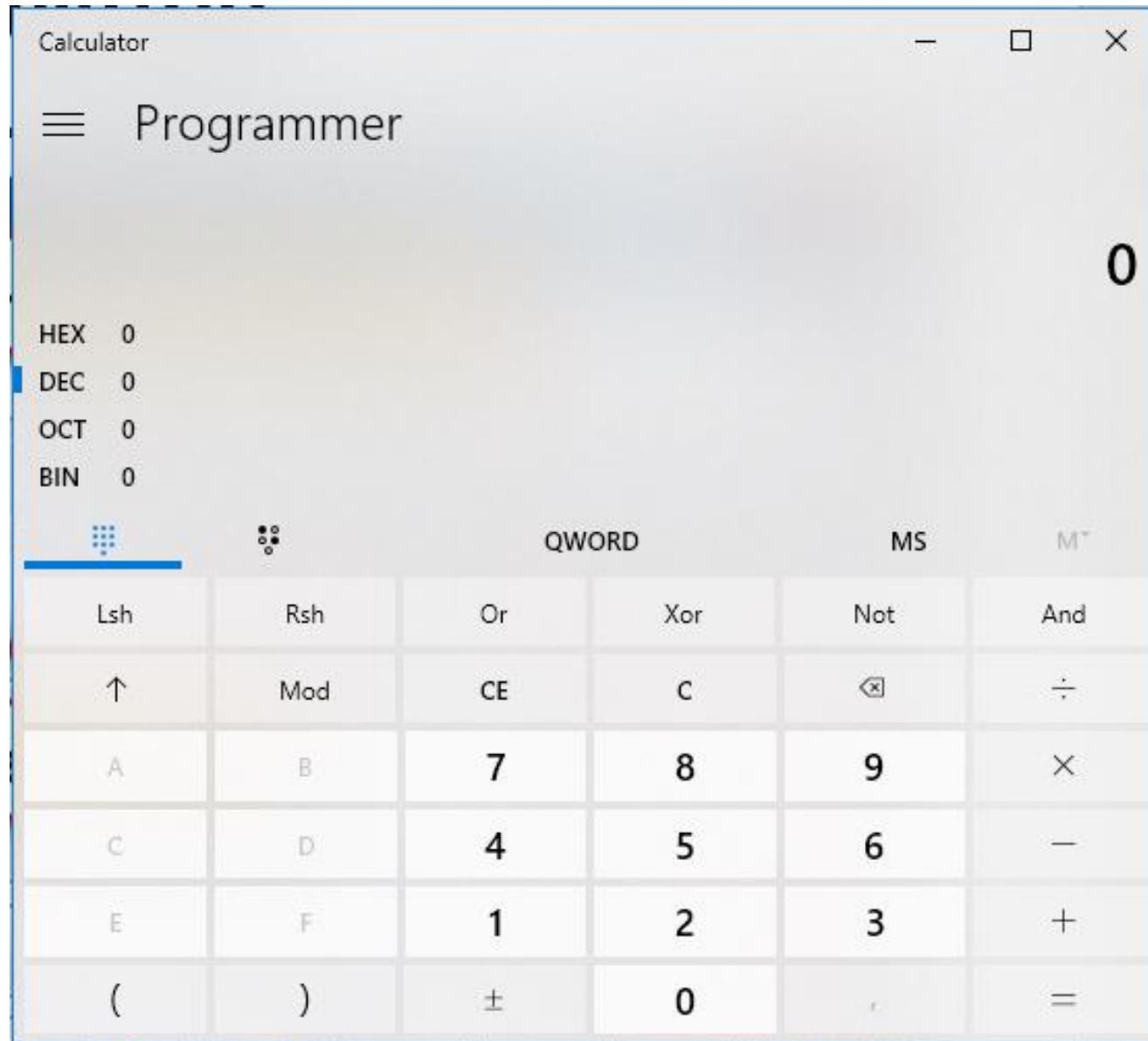
HEX - Шестнадцатеричная

OCT - Восьмеричная

Стандартный калькулятор



Стандартный калькулятор





Информатика

Тема: Особенности компьютерной обработки
информации. Системы счисления

**Благодарю
за внимание**

КУТУЗОВ Виктор Владимирович

Список использованных источников

1. Рабочая программа дисциплины «Информатика» / Кутузов В.В. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023
2. Фотографии и картинки взяты с сайтов Яндекс.Картинки и Гугл.Картинки, иконки с flaticon.com
3. Острейковский, В. А. Информатика. Теория и практика: Учеб, пособие / В. А. Острейковский, И. В. Полякова. — Москва: Издательство Оникс, 2008. — 608 с.: ил.
4. Федотова, Е. Л. Информатика : учебное пособие / Е.Л. Федотова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 453 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1200564. - ISBN 978-5-16-016625-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1200564> (дата обращения: 12.06.2022). – Режим доступа: по подписке.
5. Поляков, К. Ю. Информатика. 8 класс / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин.— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 256 с.
6. Учебник по информатике (ФГОС, углублённый уровень) Учебник информатики К.Ю. Полякова и Е.А. Еремина Презентации <https://kpolyakov.spb.ru/school/osnbook/slides.htm>
7. Система счисления
https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Система_счисления
8. Глава 4. Арифметические основы компьютеров 4.1. Что такое система счисления? <https://www.akvt.ru/wp-content/uploads/2018/03/системы-счисления.pdf>
9. Римская система счисления <https://tvoyapecarnya.ru/informaics/sistemy-ischisleniya/nepozitsionnye-sistemy-schisleniya/rimskaya-sistema-schisleniya>

Список использованных источников

10. Унарная система счисления <https://tvoyapecarnya.ru/informaics/sistemy-ischisleniya/nepozitsionnye-sistemy-schisleniya/unarnaya-sistema-schisleniya>
11. Славянская система счисления. Как считали на Руси
<https://tvoyapecarnya.ru/informaics/sistemy-ischisleniya/nepozitsionnye-sistemy-schisleniya/slavyanskaya-sistema-schisleniya>
12. Старославянские часы Суздаля
<https://vladimirkrym.livejournal.com/5921548.html>
13. Египетская система счисления <https://tvoyapecarnya.ru/informaics/sistemy-ischisleniya/nepozitsionnye-sistemy-schisleniya/egipetskaya-sistema-schisleniya>
14. Системы счисления: История развития систем счисления <https://tvoyapecarnya.ru/informaics/sistemy-ischisleniya/istoriya-razvitiya-sistem-schisleniya-v-mire>
15. Позиционные системы счисления
<https://sistemy-schisleniya.ru/pozitsionnye>
16. Системы исчисления
<https://tvoyapecarnya.ru/informaics/sistemy-ischisleniya>
17. Перевод из двоичной системы счисления в десятичную
<https://sistemy-schisleniya.ru/perevody/iz-dvoichnoj-v-desyatichnuyu>
18. Про системы счисления
<https://habr.com/ru/post/651643/>

Список использованных источников

19. Перевод из двоичной системы счисления в десятичную
<https://sistemy-schisleniya.ru/perevody/iz-dvoichnoj-v-desyatichnuyu>
20. Перевод из десятичной системы счисления в двоичную
<https://sistemy-schisleniya.ru/perevody/iz-desyatichnoj-v-dvoichnuyu>
21. Замена двоичной логики — увеличит ли это производительность?
<https://habr.com/ru/post/166679/>
22. Троичная система счисления
<https://matematika-club.ru/troichnaya-sistema-schisleniya>
23. Основы систем счисления
<https://habr.com/ru/post/124395/>
24. Перевод чисел из одной системы счисления в любую другую онлайн
<https://calculatori.ru/perevod-chisel.html>
25. Почему *nix системы используют восьмеричную систему счисления для представления прав доступа к файлам/каталогам?!
<https://zen.yandex.ru/media/holpa/pochemu-nix-sistemy-ispolzuiut-vosmerichnuiu-sistem-schisleniiia-dlia-predstavleniia-prav-dostupa-k-fajlamkatalogam-5e44ed346ffb5072de61883a>
26. Особенности Linux \ Работа с файлами \ Права доступа
https://linuxcookbook.ru/books/informatika1/2_os/1_linux/03_file/9_chmod/index.html
27. PHP :: Определение прав доступа к файлам и папкам
https://okmysite.com/php/php_uchebnik/prava_dostupa_k_fajlam_i_papkam_v_php.html

Список использованных источников

28. Системы счисления
<https://guides.hexlet.io/ru/numeral-systems/>
29. Шестнадцатеричная система счисления
<https://sistemy-schisleniya.ru/pozitsionnye/shestnadtsaterichnaya>
30. Шестнадцатеричная система счисления
https://ru.wikipedia.org/wiki/Шестнадцатеричная_система_счисления
31. Таблица символов Юникода
<https://unicode-table.com/ru/>
32. Системы счисления — история, виды, отличия
<https://sistemy-schisleniya.ru/chto-eto-takoe>
33. Matematika-club. Калькуляторы и тренажеры по математике и физике с решением онлайн
<https://matematika-club.ru/>