

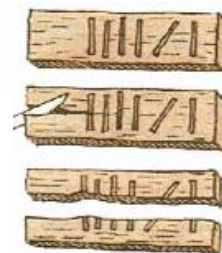
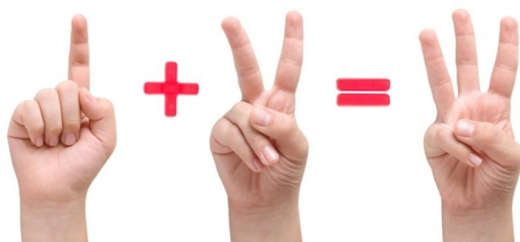
Системы счисления

§ 1. Кодирование чисел

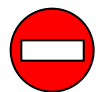
Что такое система счисления?

Система счисления — это правила записи чисел с помощью специальных знаков — **цифр**, а также соответствующие правила выполнения операций с этими числами.

Счёт на пальцах:



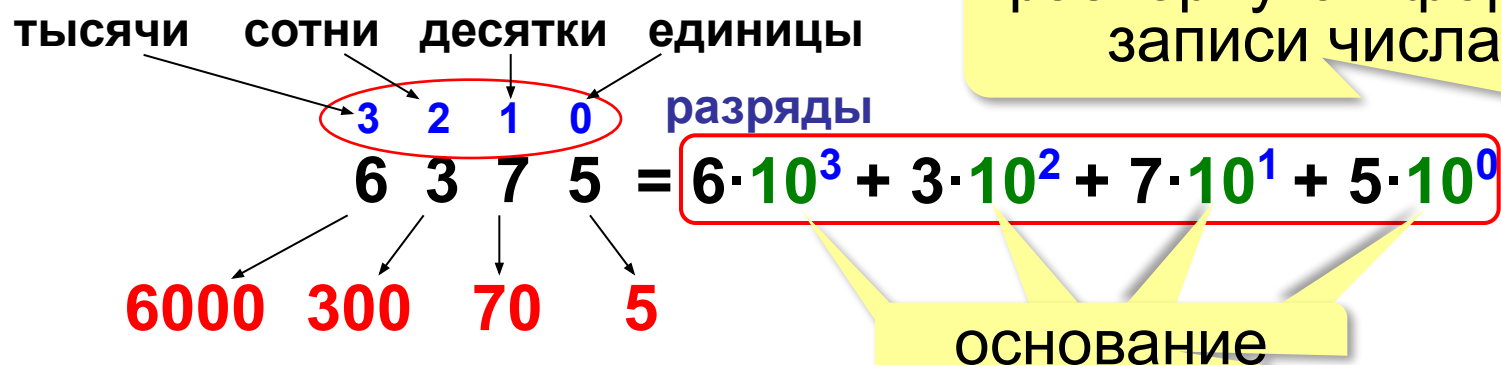
Унарная (лат. *unus* – один) – одна цифра обозначает единицу (1 день, 1 камень, 1 баран, ...)



- только натуральные числа
- запись больших чисел – длинная (1 000 000?)

Определения

Позиционная система: значение цифры определяется ее позицией в записи числа.



Алфавит системы счисления — это используемый в ней набор цифр.

Основание системы счисления — это количество цифр в алфавите (мощность алфавита).

Разряд — это позиция цифры в записи числа. Разряды в записи целых чисел нумеруются с нуля справа налево.

Другие позиционные системы

- двоичная

$$\begin{array}{cccccc} 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & \\ \circledast & & & & & \end{array} 10110_2 = 1 \cdot 2^4 + \cancel{0 \cdot 2^3} + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + \cancel{0 \cdot 2^0} = 22$$

- восьмеричная система

$$\begin{array}{ccc} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 5 \\ \circledast & & \end{array} 145_8 = 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = 101$$

 $N^0 = 1$

- шестнадцатеричная

$$\begin{array}{ccc} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 3 \\ \circledast & & \end{array} 123_{16} = 1 \cdot 16^2 + 2 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 291$$

- и другие...

$$\begin{array}{ccc} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 3 \\ \circledast & & \end{array} 123_5 = 1 \cdot 5^2 + 2 \cdot 5^1 + 3 \cdot 5^0 = 38$$

$$\begin{array}{ccc} \cancel{4} & \cancel{5} & \cancel{6} \\ \cancel{7} & \cancel{2} & \cancel{3} \\ \circledast & & \end{array} \cancel{456}_7 \quad \cancel{102}_2 \quad \cancel{365}_{12}$$

$$\begin{array}{ccc} \cancel{5} & \cancel{7} & \cancel{8} \\ \cancel{8} & \cancel{5} & \cancel{2} \\ \circledast & & \end{array} \cancel{578}_8 \quad \cancel{172}_9 \quad \cancel{521}_4$$



Перевести числа в 10СС, используя развернутую форму числа

 101110_2 174_8 190_{16} 141_5

Системы счисления

§ 2. Двоичная система счисления

Двоичная система счисления

Основание (количество цифр): 2

Алфавит: 0, 1



- нужны только устройства с **двумя состояниями**
- компьютеру проще выполнять **вычисления** (умножение сводится сложению и т.п.)



- **длинная** запись чисел: $1024 = 10000000000_2$
- запись **однородна** (только 0 и 1)

Перевод в десятичную систему

$$2 \rightarrow 10$$

$$\begin{array}{cccccc}
 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & \text{разряды} \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
 \end{array}
 {}_2 = 1 \cdot 2^4 + \cancel{0 \cdot 2^3} + \cancel{0 \cdot 2^2} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$10 \rightarrow 2 \quad = 16 + 2 + 1 = 19$$

Выделение степеней числа 2:

$$21 = 16 + 5 = 16 + 4 + 1 = 10101_2$$

$$\begin{array}{cccc}
 2^4 & & 2^4 & 2^2 & 2^0 \\
 \text{[]} & & \text{[]} & \text{[]} & \text{[]}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccc}
 21 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + \\
 1 \cdot 2^0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1
 \end{array}$$

Выделение степеней числа 2

77 **10** → **2**

2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
				1	0	0	1	1	0	1

$$77 = 64 + 8 + 4 + 1$$

$$77 = 1001101_2$$

Другой способ

$$\begin{array}{cccccc}
 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\
 \end{array}
 {}_2 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 +$$

$$= 1 \cdot (2^0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0) \cdot 2 + 1$$



Какое число?

делится на 2

остаток от
деления на 2

$$1001_2 = 1001_2 : 2$$

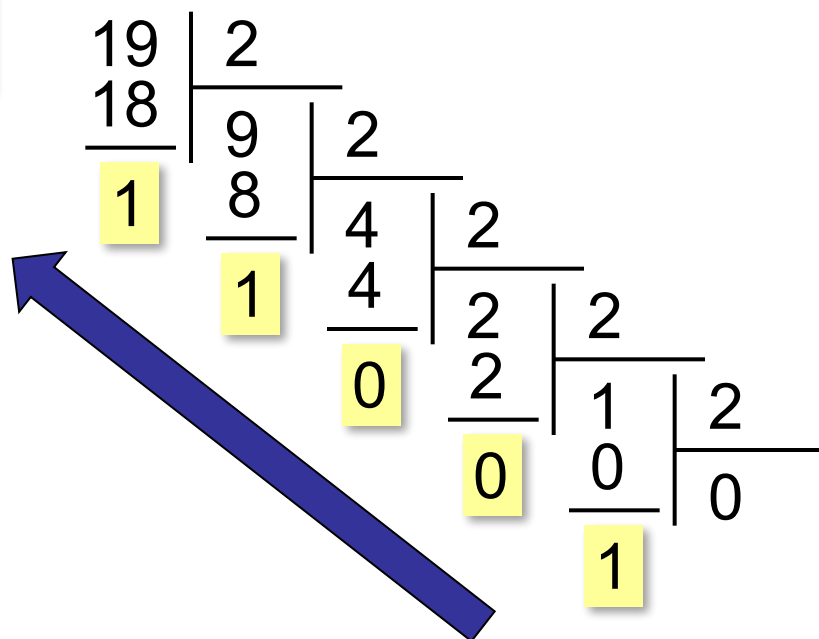
деление
нацело



Последняя цифра
двоичной записи
числа = остатку от
его деления на 2!

Другой способ

10 → 2



$$19 = 10011_2$$



Какое определить, что число чётное?

Системы счисления

§ 3. Восьмеричная система счисления

Восьмеричная система счисления

Основание: 8

Алфавит: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7



Что неправильно?

3275_8

~~6986_8~~

~~5482_8~~

~~319_8~~

Из восьмеричной в десятичную

8 → 10

2 1 0 разряды

$$144_8 = 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0$$

$$= 64 + 32 + 4 = 100$$

Переведите:

$$12_8 =$$

$$57_8 =$$

$$64_8 =$$

$$77_8 =$$



На что делится?

$$120_8$$

$$5700_8$$

Восьмеричная система счисления

10 → 8

$$\begin{array}{r|l}
 100 & 8 \\
 \hline
 96 & 12 \\
 \hline
 4 & 8 \\
 \hline
 & 1 \\
 & 0 \\
 & \hline
 & 0 \\
 & 1
 \end{array}$$

$$100 = 144_8$$

Переведите:

$$31 =$$

$$126 =$$

$$91 =$$

$$172 =$$

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

1001011101111_2

Шаг 1. Разбить на триады, начиная справа:

$001\ 001\ 011\ 101\ 111_2$

Шаг 2. Каждую триаду записать одной восьмеричной цифрой:

$001\ 001\ 011\ 101\ 111_2$

$1\ 1\ 3\ 5\ 7$

Ответ: $1001011101111_2 = 11357_8$

СВЯЗЬ С ДВОИЧНОЙ СИСТЕМОЙ

Переведите в двоичную систему:

$$375_8 =$$

$$5246_8 =$$

Переведите в восьмеричную систему:

$$1010011_2 =$$

$$10101100_2 =$$

Системы счисления

§ 4. Шестнадцатеричная система счисления

Шестнадцатеричная система

Основание: 16

Алфавит: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**
10 11 12 13 14 15



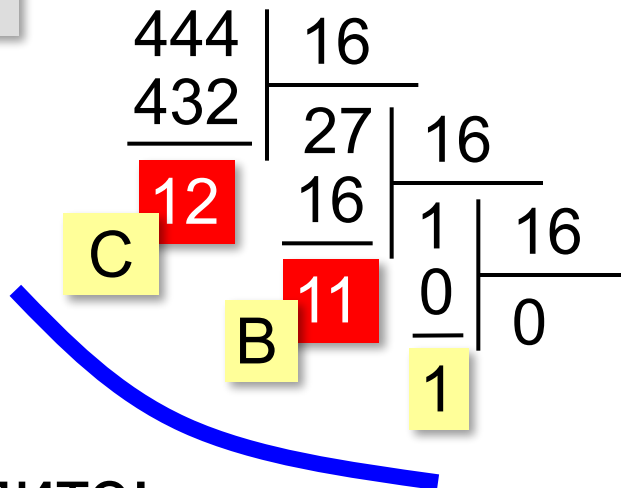
Что неправильно?

34AF5₁₆
9FF61₁₆

~~**5BGG**₁₆~~
~~**ADH23**₁₆~~

Перевод в шестнадцатеричную систему

10 → 16



$$444 = 1BC_{16}$$

Переведите:

$$31 =$$

$$91 =$$

$$126 =$$

$$172 =$$

Перевод из шестнадцатеричной системы

16 → 10

2 1 0 разряды

$$1BC_{16} = 1 \cdot 16^2 + B \cdot 16^1 + C \cdot 16^0$$

Переведите $\hat{=}$ $256 + 176 + 12 = 444$

$$12_{16} =$$

$$5A_{16} =$$

$$B9_{16} =$$

$$AB_{16} =$$



На что делится?

$$120_{16}$$

$$5700_{16}$$

СВЯЗЬ С ДВОИЧНОЙ СИСТЕМОЙ СЧИСЛЕНИЯ

Переведите в двоичную систему:

$$EA1238_{16} =$$

Переведите в шестнадцатеричную систему :

$$11111010011_2 =$$

Переведите в восьмеричную систему :

$$2FA_{16} =$$

Переведите в шестнадцатеричную систему :

$$165_8 =$$

Конец фильма

ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

kpolyakov@mail.ru

ЕРЕМИН Евгений Александрович

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

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

eremin@pspu.ac.ru

Источники иллюстраций

1. itfoundations.com
2. museum.comp-school.ru
3. иллюстрации художников издательства «Бином»
4. авторские материалы