

# Системы счисления

Все есть число", — говорили пифагорейцы, подчеркивая необычайно важную роль чисел в практической деятельности. Известно множество способов представления чисел. В любом случае число изображается символом или группой символов (словом) некоторого алфавита. Будем называть такие символы цифрами. Для представления чисел используются непозиционные и позиционные системы счисления.

Как только люди начали считать, у них появилась потребность в записи чисел. Находки археологов на стоянках первобытных людей свидетельствуют о том, что первоначально количество предметов отображали равным количеством каких-либо значков (бирок): зарубок, черточек, точек.

# Непозиционные системы счисления

*В непозиционных системах счисления количественный эквивалент каждой цифры не зависит от ее положения (места, позиции) в записи числа. □*

## Древнеегипетская десятичная непозиционная система счисления.

- Примерно в третьем тысячелетии до нашей эры древние египтяне придумали свою числовую систему, в которой для обозначения ключевых чисел 1, 10, 100 и т.д. использовались специальные значки — иероглифы.
- Все остальные числа составлялись из этих ключевых при помощи операции сложения. Система счисления Древнего Египта является десятичной, но непозиционной

# Римская система счисления.

- В основе римской системы счисления лежали знаки I (один палец) для числа 1, V (раскрытая ладонь) для числа 5, X (две сложенные ладони) для 10, а для обозначения чисел 100(C), 500(D) и 1000(M) стали применять первые буквы соответствующих латинских слов (Centum — сто, Demimille — половина тысячи, Mille — тысяча).
- При этом применялось следующее правило: каждый меньший знак, поставленный справа от большего, прибавляется к его значению, а каждый меньший знак, поставленный слева от большего, вычитается из него.
- Десятичное число 99 имеет следующее представление: XCIX =  $10 + (100 - 1) + 10$ .

# Алфавитные системы счисления.

- Более совершенными непозиционными системами счисления были алфавитные системы. К числу таких систем счисления относились греческая, славянская, финикийская и другие. В них числа от 1 до 9, целые количества десятков (от 10 до 90) и целые количества сотен (от 100 до 900) обозначались буквами алфавита.

- В алфавитной системе счисления Древней Греции числа  $1, 2, \dots, 9$  обозначались первыми девятью буквами греческого алфавита, например  $\alpha = 1, \beta = 2, \gamma = 3$  и т.д. Для обозначения чисел  $10, 20, \dots, 90$  применялись следующие 9 букв ( $\iota = 10, \kappa = 20, \lambda = 30, \mu = 40$  и т.д.), а для обозначения чисел  $100, 200, \dots, 900$  — последние 9 букв ( $\rho = 100, \sigma = 200, \tau = 300$  и т.д.). Например, число 141 обозначалось  $\rho\mu\alpha$ .

Непозиционные системы счисления  
имеют ряд существенных недостатков:

- 1. Существует постоянная потребность введения новых знаков для записи больших чисел.
- 2. Невозможно представлять дробные и отрицательные числа.
- 3. Сложно выполнять арифметические операции, так как не существует алгоритмов их выполнения.

# Позиционные системы счисления

Основные достоинства любой позиционной системы счисления — простота выполнения арифметических операций и ограниченное количество символов (цифр), необходимых для записи любых чисел.

- 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.
- *Любая позиционная система счисления характеризуется своим основанием.*

## Основание позиционной системы счисления

это количество различных знаков или символов, используемых для изображения цифр в данной системе. Основание показывает также, во сколько раз изменяется количественное значение цифры при перемещении ее на соседнюю позицию.

За основание системы можно принять любое натуральное число — два, три, четыре и т.д. Следовательно, возможно бесчисленное множество позиционных систем, наименование системы счисления соответствует ее основанию (десятичная, двоичная, пятеричная, восьмеричная, шестнадцатеричная и т. д.).

# Примеры СС:

- Восьмеричная система счисления.  
Основание:  $q=8$ .  
Алфавит: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- Шестнадцатеричная система счисления.  
Основание:  $q=16$ .  
Алфавит: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.  
Здесь только десять цифр из шестнадцати имеют общепринятое обозначение 0,1, ...9. Для записи остальных цифр (10, 11, 12, 13, 14 и 15) обычно используются первые пять букв латинского алфавита.

# Число в развернутой форме

В позиционной системе счисления любое вещественное число в развернутой форме может быть представлено в следующем виде:

$$A_q = \pm (a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_0q^0 + a_{-1}q^{-1} + a_{-2}q^{-2} + \dots + a_{-m}q^{-m})$$

Здесь  $A$  — само число,

$q$  — основание системы счисления,

$a_i$  — цифры, принадлежащие алфавиту данной системы счисления,

$n$  — число целых разрядов числа,

$m$  — число дробных разрядов числа.

# Свернутой формой

записи числа называется запись в виде:

$$A = a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 a_0, a_{-1} \dots a_{-m}$$

Пример:

$$A_{10} = 4718,63_{10};$$

$$A_2 = 1001,1_2;$$

$$A_8 = 7764,1_8$$

Именно такой формой записи чисел мы и пользуемся в повседневной жизни. Иначе свернутую форму записи называют естественной или цифровой.

Число в развернутой форме запишется так:

Разряды 3 2 1 0 -1

Число **1 0 1 1, 1**<sub>2</sub> =  $1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1}$ ;

Разряды 2 1 0 -1 -2

Число **2 7 6, 5 2**<sub>8</sub> =  $2 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} + 2 \cdot 8^{-2}$ ;

Перевести число из двоичной (восьмеричной, шестнадцатеричной и т.д.) системы в десятичную

$$A_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 8 + 1 + 0,5 = 9,5_{10}$$

$$A_8 = 7 \cdot 8^3 + 7 \cdot 8^2 + 6 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^{-1}$$

$$3AF_{16} = 3 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0$$

Записав число в развернутом виде и произведя вычисления, получим это число, выраженное в десятичной системе счисления.