

# Системы счисления

# **Что толкнуло людей начать считать?**

**Учиться считать люди начали в незапамятные времена, а учителем у них была сама жизнь.**

**Древние люди добывали себе пищу главным образом охотой.**

**На крупного зверя – бизона или лося – приходилось охотиться всем племенем.**

**Чтобы добыча не ушла, ее надо было окружить, но вот хотя бы так: пять человек справа, семь сзади, четыре слева.**

**Даже в те времена, когда человек не знал таких слов, как “пять” или “семь”, он мог показать числа на пальцах рук.**

# Какие системы счисления сложились исторически?

Для любых операций над числами необходимы два понятия: “единица” и “ноль”.

И, если понятие “единица (счета)”, в принципе, может быть установлено произвольно, то понятие “ноль” – универсальный математический постулат.

Без этого постулата введение какой-либо универсальной системы счисления невозможно.

## **Какие системы счисления сложились исторически?**

**Счет на пальцах дал основание, по крайней мере, пяти системам счисления *помимо* десятиричной, а именно: четверичной, пятиричной, восьмиричной, двадцатиричной и сорокаричной.**

**Остатки двух последних сохранились, например, в русском *сорок* и словацком *meru* “сорок, дословно: мера”, в английском *score* “двадцать” и в том, что в английском фунте до недавнего времени было 20 шиллингов, во французском 80 - *quatre-vingt*, т.е. “четыре двадцатки”, и т. д.**

## **Какие системы счисления сложились исторически?**

**Кстати, про Москву еще в 17 веке говорили, что в ней "сорок сороков церквей", хотя их было порядка ста, т.е. слово "40" еще ассоциировалось не только с числом 40, но и с понятием "конец счета", т.е. "минимальный цикл", уже равный к тому времени 10. (Сорокаричная система - это начало торговли: т.е. все пальцы продавца и покупателя).**

# Какие системы счисления сложились исторически?

Остатки восьмиричной системы сохранились в русском “осьмушка” (результат троекратного деления пополам) и названии буквы І в русской гражданской азбуке до 1918 г. “и восьмиричное”, в отличие от И - “десятиричного”. (Заметим, что вторая часть этого сложного слова - *ричное* - однокоренное с *решать*, т.е. “считать”, ср. укр. *рахувати*, нем. *rechnen*. О буквах-числах будет подробно сказано ниже.) Восьмиричная система счисления лежит и в основе всех натуральных музыкальных ладов (октава) и была единственной до появления хроматической гаммы (до XVIII в.).

# Какие системы счисления сложились исторически?

Все системы счисления, основанные на пальцевом счете, связаны между собой.

Наиболее старыми из них являются четверичная и пятиричная. Четверичная система основана на пальцах руки, не считая большого пальца. В английском языке, например, эти четыре пальца называются одним словом (*fingers*), а большой палец – другим (*thumb*, соответствует русскому *дыб*). То же касается и пальцев ног (большой палец – англ. *toe*). Слово *пять* - однокоренное с *пять* (т.е. ладонь).

# Какие системы счисления сложились исторически?

Четверичная система произошла от самой древней – *двоичной* (две руки, два глаза, двоичное число существительных и т. д. ), которая теперь применяется в компьютерах. В четверичной пальцевой системе большой палец означал конец счета – т. е. эквивалент *нуля*. Остатки четверичной системы прослеживаются в музыкальной нотации (октава делится на два *тетрахорда*), в средневековых французских стихах-*катренах* (XVII в.), в названии русской меры жидкостей “четверть”, в делении года на четыре сезона и т. п.

# Какие системы счисления сложились исторически?

Так называемые “римские” цифры также основаны на пальцевом счете и, по сути, являются сочетанием двоичной, четверичной, пятиричной и сорокаричной систем. В системе римских цифр числа от 1 до 39 (XXXIX) отображаются некоторой комбинацией *одинаковых* палочек (не букв латиницы I, V, X, порядок которых в алфавите не имеет ничего общего со счетом, в отличие, например от греческого!). А вот число сорок - “конец счета” - отображалось *буквой* L (от лат. *Libra* – вес) – отсюда знак фунта стерлингов.

# Какие системы счисления сложились исторически?

“Римские” цифры-буквы С (100), D (500), М (1000) – это первые буквы *французских* слов *cent* (сто), *demi* (половина) и *mille* (ныне тысяча, в XIV веке означало просто “много”, ср. русское *тьма* = 10000) и появились они *не ранее XV* века (первая папская энциклика, датированная от “Рождества Христова”, MCDXXXI, т.е. 1431 г.), тогда же и L приобрело значение 50 вместо 40. Это была безнадёжная попытка путем приведения системы римских цифр к *подобию десятичной системы* сделать их конкурентоспособными по сравнению с арабскими.

*Нуля среди римских цифр никогда не было.*

# Какие системы счисления сложились исторически?

Комбинация четверичной и пятиричной систем проявляется в том, что первая “новая единица” V отражает наименьший цикл (5), но появляется при отображении числа 4 (IV). “Скачок” от системы, кратной двум, к системе, кратной пяти происходит на цифре 9, которая именно поэтому во всех западноевропейских языках называется “новой” (лат. *nona*, англ. *nine*, фр. *neuf* и т. п.), а в балтославянских – “чудесной”: *девятъ*, лит. *devyni*- от “диво”.

# Какие системы счисления сложились исторически?

Переход от восьмиричной к десятиричной системе на Руси оставил след и в слове *девяносто*. *Сто* - слово, однокоренное с *сыт*, насыщение, и также изначально обозначало "конец счета", то есть не число 100, а число 5, ср. с фр. *cinq* (5), ит. *cinque*, наряду с фр. *cent*, ит. *cento* (100). Поэтому *девяносто* - это "насыщение девятками" в десятиричной системе, попытка комбинации восьми- и десятиричной систем, аналогичная комбинации четверичной и пятиричной в системе римских цифр.

# Какие системы счисления сложились исторически?

**Рассматривая эволюцию систем счисления, основанных на пальцевом счете, можно с большой вероятностью сделать вывод, что десятиричная система стала вытеснять остальные только к XV в. – под влиянием арабов и Орды (что, впрочем, по сути, одно и то же, поскольку арабская культура и есть часть ордынской.)**

# Какие системы счисления сложились исторически?

**Другая группа систем счисления основана на природных циклах.**

**Это семиричная система дней недели, двенадцатиричная система месяцев, двадцатичетырехричная система часов, шестидесятиричная система минут и секунд, девятнадцатиричная система девятнадцатилетнего “круга Луны” и двадцативосьмиричная система аналогичного “круга Солнца”.**

# Какие системы счисления сложились исторически?

Мало кто знает, что Базельский Собор 1431 г. занимался, в числе главных вопросов, проблемой календаря, а вопрос о единой системе счисления вообще *впервые* поставил именно на нем в своем докладе выдающийся ученый (математик и астроном) кардинал Николай Кузанский. Опираясь на данные лучшего к тому времени звездного каталога Улугбека, он убедительно доказал, что без введения десятиричной системы счисления, самой удобной для *наглядного обучения (!)*, в обозримом будущем возникнет катастрофическая проблема “обнуления астрономического счетчика”.

# Какие системы счисления сложились исторически?

Достоверно известно, что в 9 веке в Индии уже использовали цифру «ноль» и позиционную десятиричную систему счисления. Существует так же мнение, что ноль позаимствован был из Древнего Вавилона, где он использовался в позиционной шестидесятиричной системе счисления (отсюда в часе 60 минут), а индусы перенесли его, как понятие, на десятиричную систему счисления.

Так же известно, что «ноль» использовался древними майя в двадцатиричной системе счисления.

# Основные понятия

**Система счисления** — способ записи чисел с помощью заданного набора специальных знаков (цифр).

Разряд числа - позиция, которую занимает цифра.

**298** < **829** < **982**  
□□□   □□□   □□□  
1 2 3   1 2 3   1 2 3

**Позиционная система счисления** - система счисления, в которой вес цифры меняется с изменением положения цифры в числе, но при этом полностью определяется написанием цифры и местом, которое она занимает. В частности, это означает, что вес цифры не зависит от значений окружающих ее цифр.

**Непозиционная система счисления** - система счисления, в которой вес цифры не зависит от ее положения.

# Системы счисления используемые в компьютере

Какую же числовую систему удобно положить в основу компьютера?

С точки зрения человека, конечно, лучше всего традиционная десятичная система.

Но вот технически реализовать ее на **ЭВМ** крайне сложно: для хранения десятичной цифры требуется устройство с десятью устойчивыми состояниями!

Разработать такую электрическую схему можно, но она будет достаточно сложной и дорогой (не забывайте, что таких элементов потребуется огромное количество!).

# Системы счисления используемые в компьютере

Для инженеров наиболее просто реализовать двоичный элемент: включено/выключено, горит/не горит, проводит/не проводит и т.д.

Кроме того, в двоичной системе наиболее просто реализуются все операции.

Но у двоичной системы счисления есть один существенный недостаток – **громоздкость**.

В самом деле, относительно скромное десятичное число **254** в двоичной системе имеет вид **1111 1110**, а **16 384** выглядит прямо-таки устрашающе: **100 0000 0000 0000** (*14 нулей*).

# Системы счисления используемые в компьютере

Поэтому на практике чаще всего переходят к более компактной системе счисления с основанием, кратным двойке - к шестнадцатеричной системе счисления.

Из таблицы хорошо видно, что один шестнадцатеричный разряд заменяет четыре двоичных.

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

# Представление информации в компьютере

Как мы хорошо знаем, вычислительная техника первоначально возникла как средство автоматизации вычислений, о чем совершенно недвусмысленно говорит название ЭВМ.

Следующим видом обрабатываемой информации стала текстовая.

Сначала тексты просто поясняли труднообозримые столбики цифр, но затем машины все более и более существенным образом стали преобразовывать текстовую информацию.

Обязательной частью программного обеспечения стал текстовый редактор.

# Представление информации в компьютере

Естественно, что оформление текстов достаточно быстро вызвали у людей стремление дополнить их графиками и рисунками.

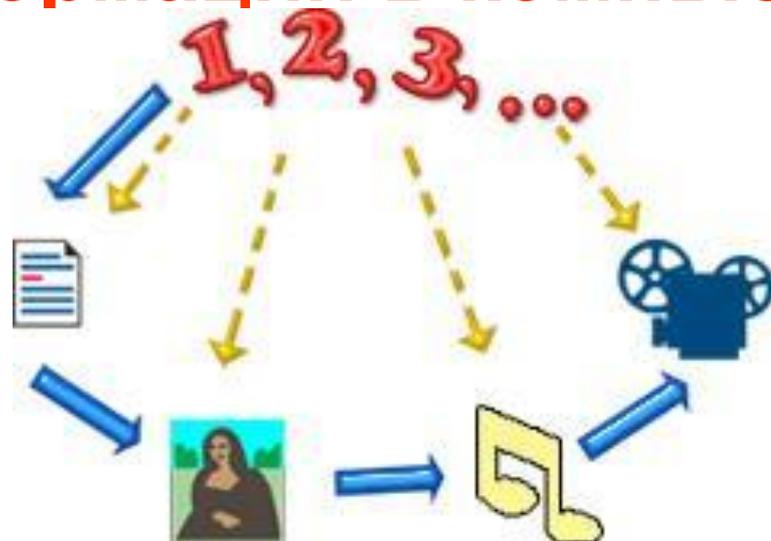
Делались попытки частично решить эти проблемы в рамках символьного подхода: вводились специальные символы для рисования таблиц и диаграммам (их называли псевдографическими). Но практические потребности людей в графике делали ее появление среди видов компьютерной информации неизбежной.

# Представление информации в компьютере

Числа, тексты и графика образовали некоторый относительно замкнутый набор, которого было достаточно для многих решаемых на компьютере задачи.

Наконец, относительно недавно постоянный рост быстродействия вычислительной техники создал широкие технические возможности для обработки звуковой информации, а также для быстро сменяющихся изображений (видео) – компьютер стал мультимедийным.

# Эволюция представления видов информации в компьютере:



Важно подчеркнуть, что **каждый новый вид информации, добавляемый к компьютерной обработке, исторически тем или иным способом сводился к числовому представлению.**

Исходя из принципов устройства компьютера, можно утверждать, что **любая информация хранится и обрабатывается в нем в двоичном виде.**

# Представление информации в компьютере

Существуют специальные термины, широко используемые в вычислительной технике: бит, байт и слово.

Битом называют один двоичный разряд. Крайний слева бит числа называют старшим разрядом (он имеет наибольший вес), крайний справа – младшим разрядом (он имеет наименьший вес).

Восьмибитовая единица носит название байта

# Кодирование информации

Вся информация в компьютере имеет определённый вид и характеристики

Дискретная информация (в двоичном виде) записывается с помощью некоторого конечного набора знаков, которые будем называть буквами. Это не "русские буквы" или "латинские буквы", а любой из знаков, которые некоторым соглашением установлены для общения.

Буквы составляют алфавит.

**Алфавит** - это конечное множество символов, используемых для представления информации.

# Кодирование информации

Некоторые примеры алфавитов:

Алфавит Морзе;

Алфавит клавиатурных символов;

Алфавит арабских цифр;

Алфавит шестнадцатеричных цифр (этот пример, в частности, показывает, что знаки одного алфавита могут образовываться из знаков других алфавитов);

Алфавит латинских букв;

Алфавит нотных символов.

# Кодирование информации

В силу безусловного приоритета двоичной системы счисления при внутреннем представлении информации в компьютере кодирование "внешних" символов основывается на сопоставлении каждому из них определенной группы двоичных знаков.

Теперь мы можем сделать вывод, что информация всегда имеет какую-то форму, т.е. закодирована в виде различных символов.

# Кодирование информации

Исходя из вышесказанного:

**Кодирование** – это преобразование информации в удобную для передачи или хранения форму.

Музыку можно закодировать с помощью нот.  
Дорожные знаки – это тоже закодированные предупреждения водителю (показ некоторых знаков).

# Кодирование информации

Иногда при передаче секретных сообщений поступают наоборот: информацию кодируют по специальному алгоритму так, чтобы человек, который не знает этого алгоритма, не сумел понять сообщения. Такой способ называется шифрованием.

**Шифрование** – способ кодирования информации, по специальному алгоритму.

# Кодирование информации

Чтобы понять, как это работает, давайте сами закодируем (зашифруем) и раскодировем (расшифруем) информацию.

Для этого нам нужно составить определённую кодовую таблицу, по которой мы будем работать.

A	111	J	211	S	311
B	112	K	212	T	312
C	113	L	213	U	313
D	121	M	221	V	321
E	122	N	222	W	322
F	123	O	223	X	323
G	131	P	231	Y	331
H	132	Q	232	Z	332
I	133	R	232	.	333

Перед нами код Трисиме, но в нём используются латинские буквы, давайте составим на его основе новый код, применив русские буквы.

# Кодирование информации

А	111	Й	211	Т	311	Ь	
Б	112	К	212	У	312	Ы	
В	113	Л	213	Ф	313	Ъ	
Г	121	М	221	Х	321	Э	
Д	122	Н	222	Ц	322	Ю	
Е	123	О	223	Ч	323	Я	
Ж	131	П	231	Ш	331		
З	132	Р	232	Щ	332		
И	133	С	232	.	333		

Мы видим, что русских букв больше и для них не хватило кодов. Значит коды нужно дописать, но так чтобы закономерность была соблюдена.

# Кодирование информации

В результате должно получиться следующее.

А	111	Й	211	Т	311	Ь	411
Б	112	К	212	У	312	Ы	412
В	113	Л	213	Ф	313	Ъ	413
Г	121	М	221	Х	321	Э	414
Д	122	Н	222	Ц	322	Ю	421
Е	123	О	223	Ч	323	Я	422
Ж	131	П	231	Ш	331		
З	132	Р	232	Щ	332		
И	133	С	232	.	333		

Теперь можно попробовать шифровать сообщения.

# Кодирование информации

Теперь рассмотрим пример другого кода- «Азбука Морзе», попробуем заменить точки цифрой «1», а тире – цифрой «0».

А	Б	Г	Е	Ж	З	И	Й	К	Л
М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х
Ц	Ч	Ш	Ы	Ь	Я	В	Д	Щ	Ю

# Кодирование информации

В результате должно получиться следующее.

А	10	Й	1000	Т	0	Ь	0110
Б	0111	К	010	У	110	Ы	0100
В	100	Л	1011	Ф	1101	Ъ	
Г	001	М	00	Х	1111	Э	
Д	011	Н	01	Ц	1010	Ю	1100
Е	1	О	000	Ч	0001	Я	1010
Ж	1110	П	1001	Ш	0000		
З	0011	Р	101	Щ	0100		
И	11	С	111	.			

Теперь можно попробовать зашифровать сообщения с помощью новой кодовой таблицы.

# Кодирование текстовой информации

Таблица стандартных ASCII символов.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
2		!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	

Пример: коду 47 соответствует "G".

# Кодирование графической информации

В отличие текстового представления информации, когда минимальной единицей является символ, при отображении растровой графики картинка строится из отдельных элементов – **ПИКСЕЛОВ**. Здесь, так же имеет важное значение используемая цветовая палитра. Например, при 8 цветной палитре используется трёхразрядный двоичный код.

При векторном подходе изображение рассматривается как совокупность простых элементов: прямых линий, дуг, окружностей, эллипсов, прямоугольников, закрасок и пр., которые называются графическими примитивами.