

# Представление числовой информации в компьютере

Компьютерное представление  
целых чисел

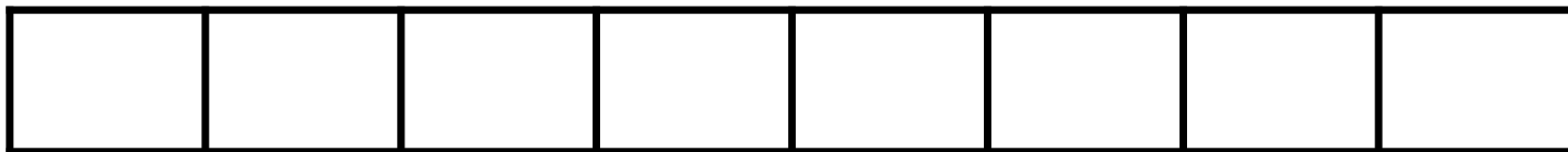
**Информация** в компьютере представлена в **двоичном коде**, алфавит которого состоит из двух цифр (**0** и **1**)



***Ячейка*** – это часть памяти компьютера, вмещающая в себя информацию, доступную для обработки ***отдельной командой*** процессора.

**n - 1** разряд

**0** разряд



ячейка из **n** разрядов

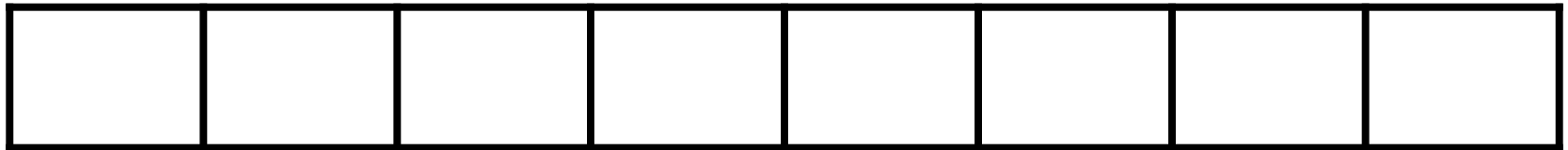


*Содержимое ячейки памяти называется **машинным словом**.*

*Ячейка памяти разделяется на **разряды**, в каждом из которых хранится разряд числа.*

**n - 1** разряд

**0** разряд



ячейка из **n** разрядов





## Единицы измерения объема информации

*Количество информации*, хранящейся в ЭВМ, измеряется ее «объемом», который выражается в *битах* (от английского **binary digit** — двоичная цифра).

*Битом* также называют *разряд* ячейки памяти ЭВМ.





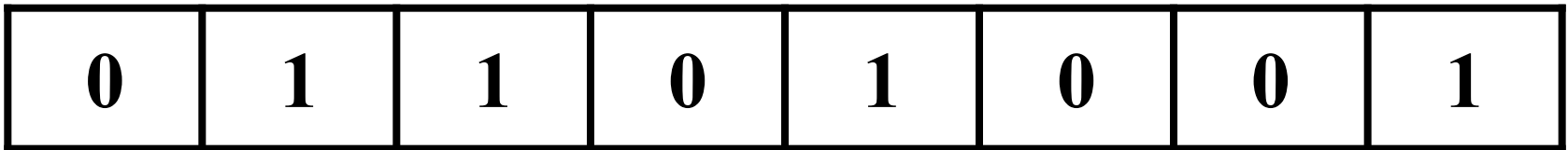
**8 бит = 1 байт**

***Байт*** - основная единица представления данных.

***Байт*** (от английского *byte* - слог) – часть машинного слова, состоящая из **8 бит**, обрабатываемая в ЭВМ как одно целое.

7 разряд

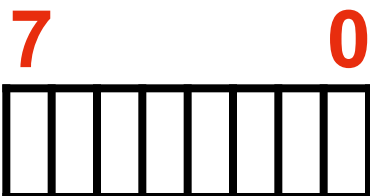
0 разряд



ячейка из **8** разрядов



# Форматы данных

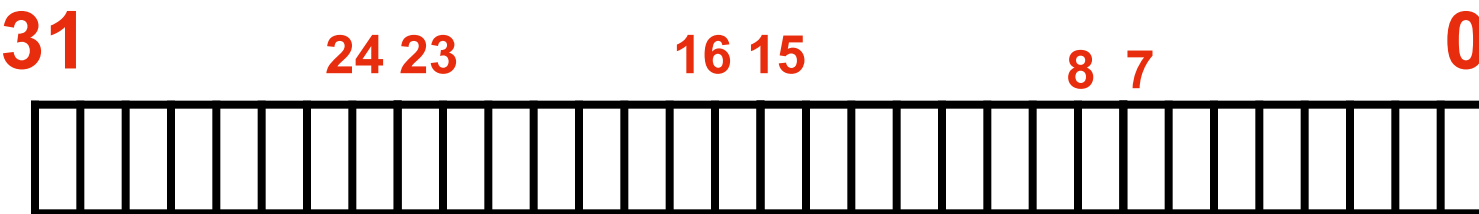
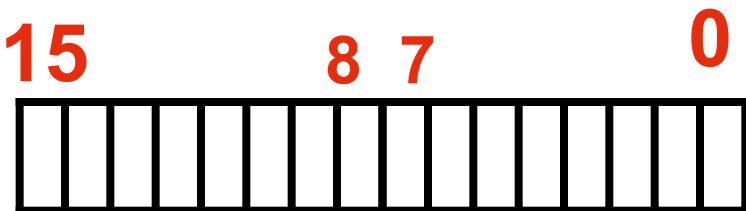


**Байт = 8 бит**

**Полуслово = 2 байта = 16 бит**

**Слово = 4 байта = 32 бита**

**Двойное слово = 8 байт = 64 бита**





## Производные единицы измерения объема информации


**1 Килобайт (*Кбайт*) = 1024 байт =  $2^{10}$  байт;**

**1 Мегабайт (*Мбайт*) = 1024 Кбайт =  $2^{20}$  байт;**

**1 Гигабайт (*Гбайт*) = 1024 Мбайт =  $2^{30}$  байт;**

**1 Терабайт (*Тбайт*) = 1024 Гбайт =  $2^{40}$  байт;**

**1 Петабайт (*Пбайт*) = 1024 Тбайт =  $2^{50}$  байт.**

$$2^{10} = 1024$$







# Компьютерное представление целых чисел

**Целые числа** – это простейшие числовые типы данных, с которыми оперируют ЭВМ.


- *Какие целочисленные типы данных языка Паскаль вы знаете?*
- *Объясните необходимость использования целочисленных типов данных.*

*Можно ли ограничиться представлением целых чисел как вещественных, но с нулевой дробной частью?*





Специальные типы для **целых чисел** вводятся для:

- *эффективного расходования памяти;*
  - *повышения быстродействия;*
  - *введения операции деления нацело с остатком;*
  - *решения задач экономического характера;*
  - *обозначения даты и времени;*
  - *нумерации различных объектов.*
- 



# Представление целого числа

## *Разрядная сетка:*

- восемь разрядов (1 байт);
- шестнадцать разрядов (2 байта);
- тридцать два разряда (4 байта);



**Беззнаковый  
целый тип**



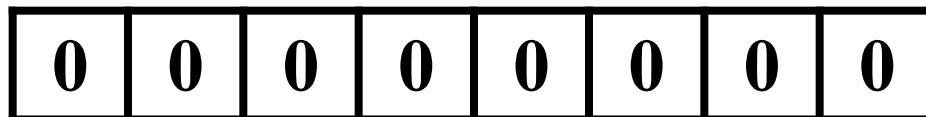
**Знаковый  
целый тип**



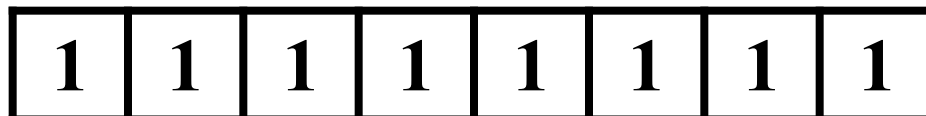


## Беззнаковый целый тип

Минимальное число:




Максимальное число:



$$1111111_2 =$$

$$= 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 255_{10}$$

в **байте** (8 разрядов) можно представить  
**беззнаковые** числа от **0** до **255**.





Диапазон допустимых значений для **беззнаковых** типов:

от **0** до  **$2^k - 1$** ,

где **k** – количество разрядов в ячейке

*«Найдите значения верхних границ диапазонов для беззнаковых типов в 16- и 32-х разрядном представлении»*

*«Какие беззнаковые целочисленные типы данных языка Паскаль вы знаете?»*



# Максимальные и минимальные значения для целых N – разрядных чисел

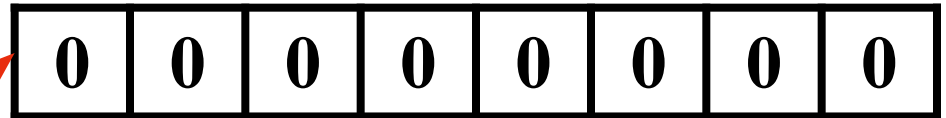
## Числа без знака

N	8	16	32
MAX	255 $(2^8 - 1)$	65 535 $(2^{16} - 1)$	4 294 967 295 $(2^{32} - 1)$
MIN	0		

## Знаковый целый тип для положительных чисел

Минимальное число:

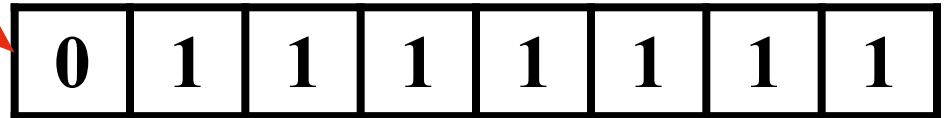
знак



7

0

Максимальное число:



$$1111111_2 =$$

$$= 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 127_{10}$$

в **байте** (8 разрядов) можно представить **знаковые положительные** числа от **0** до **127**.



Диапазон допустимых значений для **знаковых** типов:

от  $-2^{k-1}$  до  $2^{k-1} - 1$ ,

где **k** – количество разрядов в ячейке

*«Найдите значения границ диапазонов  
для знаковых типов  
в 16- и 32-х разрядном представлении»*

*«Какие знаковые целочисленные типы  
данных языка Паскаль вы знаете?»*





# Максимальные и минимальные значения для целых N – разрядных чисел

## Числа со знаком

N	8	16	32
MAX	127	32 767	2 147 483 647
MIN	- 128	- 32 768	- 2 147 483 648



# Алгоритм представления в компьютере целых положительных чисел:


$$54 = 110110_2$$

**k = 8 разрядов**

0	0	1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

**k = 16 разрядов**

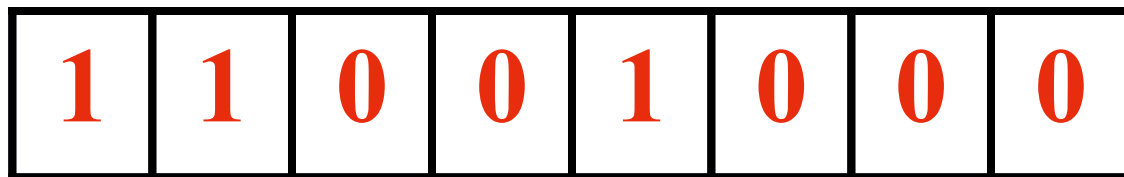
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



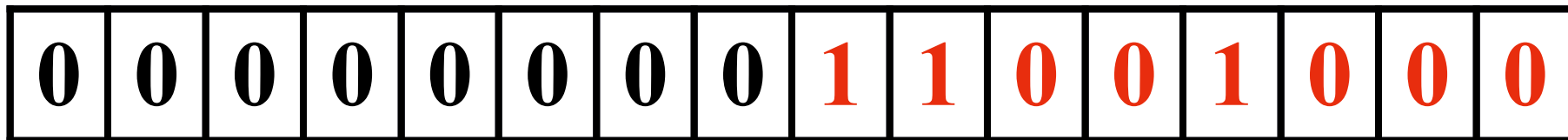

$$200 = 11001000_2$$

Только беззнаковое представление

$k = 8$  разрядов



$k = 16$  разрядов





В ЭВМ в целях упрощения выполнения арифметических операций применяют **специальные коды** для представления **целых чисел**.



Прямой код числа



Обратный код числа



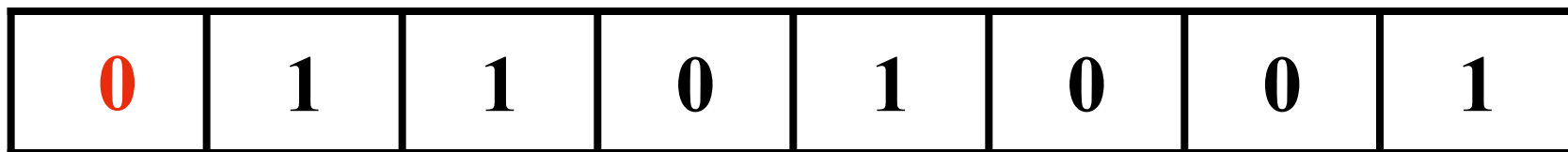
Дополнительный код числа



- Разряды числа в коде жестко связаны с разрядной сеткой (8, 16, 32, 64 разряда);
- Для записи *кода знака* числа в разрядной сетке отводится фиксированный разряд.

*Знаковым разрядом* является *старший разряд* в разрядной сетке.

знаковый разряд



7

0



## Прямой код двоичного числа

Прямой код двоичного числа совпадает по изображению с записью самого числа.


Значение *знакового разряда* для положительных чисел равно **0**, а для отрицательных чисел равно **1**.

**+1101**

<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

**-1101**

<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



# Обратный код двоичного числа

*Обратный код* для *положительного* числа совпадает с *прямым кодом*.

Для *отрицательного* числа все цифры числа заменяются на *противоположные* (1 на 0, 0 на 1), а в знаковый разряд заносится *единица*.

+1101

0	0	0	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

- прямой код

0	0	0	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

- обратный код

-1101

1	0	0	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

- прямой код

1	1	1	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- обратный код




## Дополнительный код двоичного числа

*Дополнительный код* для *положительного* числа совпадает с *прямым кодом*.

**+1101**

Прямой код	Обратный код	Дополнительный код
<b>00001101</b>	<b>00001101</b>	<b>00001101</b>








## Дополнительный код двоичного числа

Для *отрицательного* числа *дополнительный код* образуется путем получения *обратного кода* и *добавлением* к младшему разряду *единицы*.

**-1101**

Прямой код	Обратный код	Дополнительный код
<b>10001101</b>	<b>11110010</b>	<b>11110011</b>



Получить дополнительный код числа  
для 8-разрядной ячейки.

**-117**

*Однobaйтoвoе пpeдcтaвлeниe числa:*

Прямой код	<b>1</b> 1 1 1 0 1 0 1
Обратный код	<b>1</b> 0 0 0 1 0 1 0
Дополнительный код	<b>1</b> 0 0 0 1 0 1 1

Получить дополнительный код числа  
для **16**-разрядной ячейки.

**-117**

*Двухбайтовое представление числа:*

Прямой код	<b>10000000 01110101</b>
Обратный код	<b>11111111 10001010</b>
Дополнительный код	<b>11111111 10001011</b>

Получить дополнительный код  
двоичного числа для **8**-разрядной  
ячейки.

**-1000<sub>2</sub>**

Прямой код	<b>1</b> 0 0 0 1 0 0 0
Обратный код	<b>1</b> 1 1 1 0 1 1 1
Дополнительный код	<b>1</b> 1 1 1 1 0 0 0

Все *целые отрицательные* числа  
в компьютере представляются  
*дополнительным кодом.*

Прямой код	<b>1 0 0 0 1 0 0 0</b>
Обратный код	<b>1 1 1 1 0 1 1 1</b>
Дополнительный код	<b>1 1 1 1 1 0 0 0</b>