

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**)

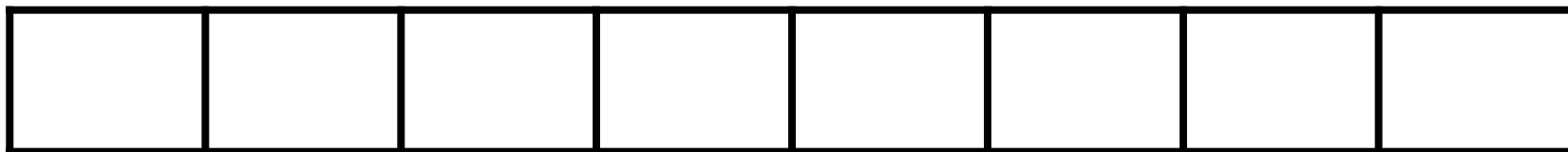
**Двоичное кодирование информации
в компьютере**

Вид информации	Двоичный код
Числовая	
Текстовая	
Графическая	
Звуковая	
Видео	

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

n - 1 разряд

0 разряд



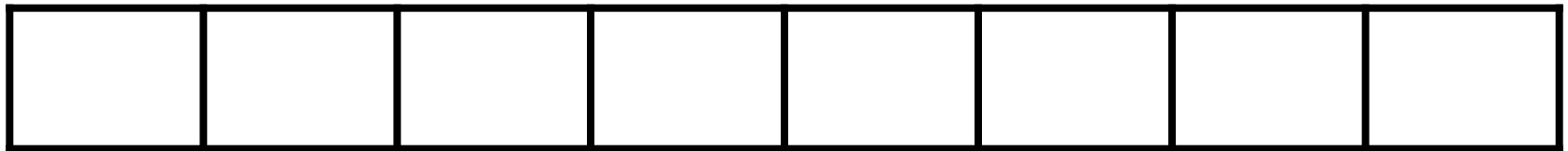
ячейка из **n** разрядов

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.





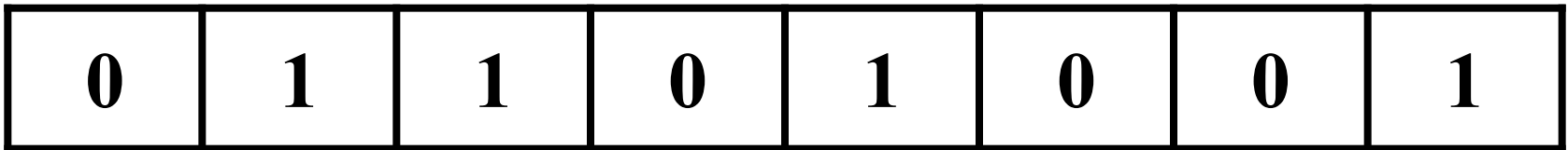
8 бит = 1 байт

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

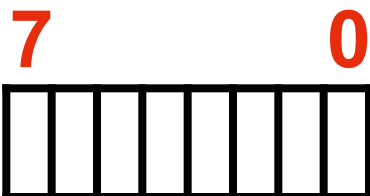
0 разряд



ячейка из 8 разрядов



Форматы данных

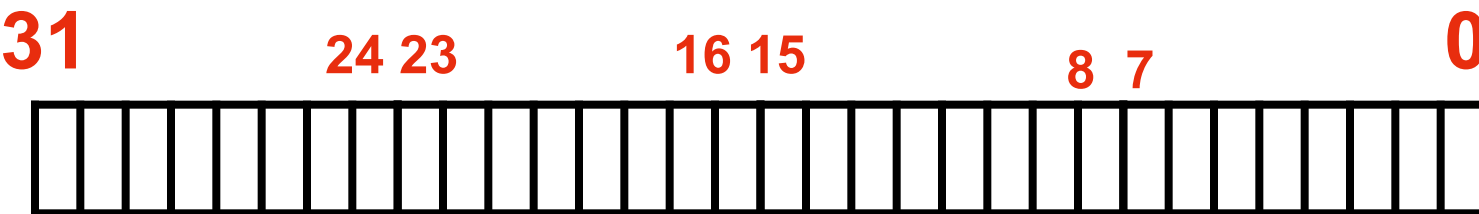
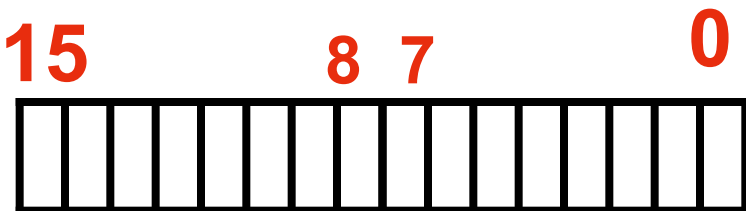


Байт = 8 бит

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);

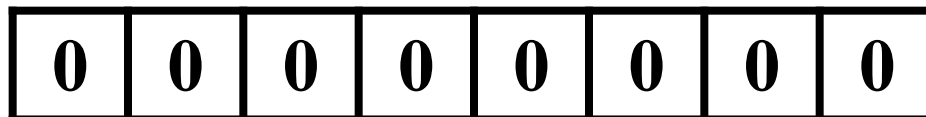
Беззнаковый
целый тип

Знаковый
целый тип

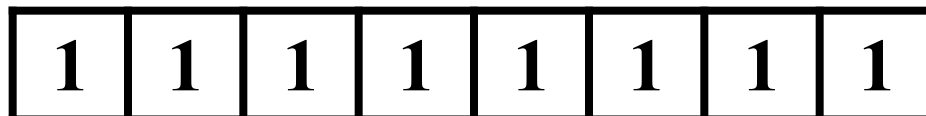


Беззнаковый целый тип

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

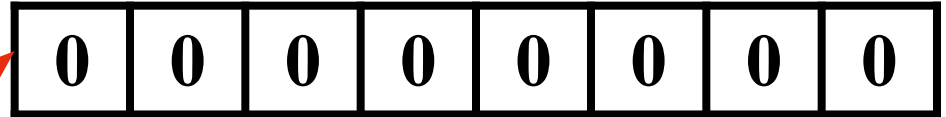
Числа без знака

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:

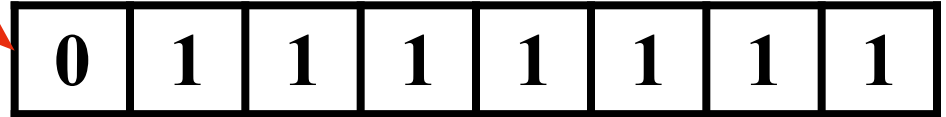
знак



7

0

Максимальное число:



$$1111111_2 =$$

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

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

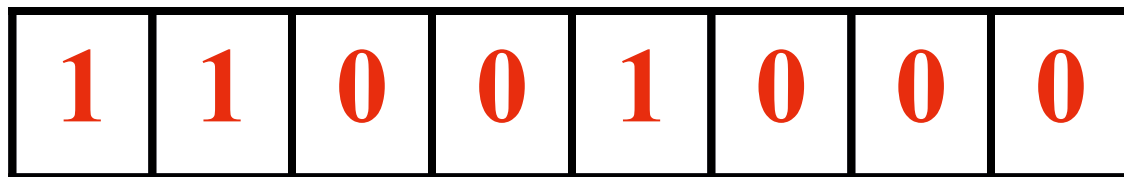
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



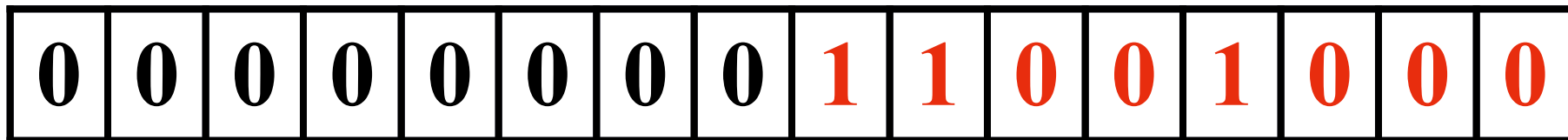

$$200 = 11001000_2$$

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



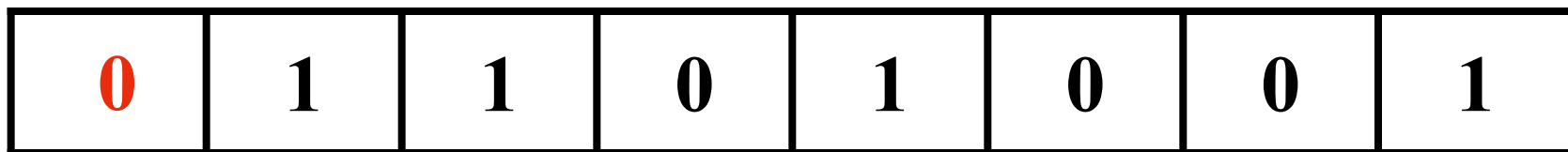
Дополнительный код числа



- 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

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

-1101

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



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
00001101	00001101	00001101





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
10001101	11110010	11110011



Получить дополнительный код числа
для 8-разрядной ячейки.

-117

Однobaйтoвoе пpeдcтaвлeниe чиcлa:

Прямой код	1 1 1 1 0 1 0 1
Обратный код	1 0 0 0 1 0 1 0
Дополнительный код	1 0 0 0 1 0 1 1

Получить дополнительный код числа
для 16-разрядной ячейки.

-117

Двухбайтовое представление числа:

Прямой код	10000000 01110101
Обратный код	11111111 10001010
Дополнительный код	11111111 10001011

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

-1000₂

Прямой код	1 0 0 0 1 0 0 0
Обратный код	1 1 1 1 0 1 1 1
Дополнительный код	1 1 1 1 1 0 0 0

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

Прямой код	1 0 0 0 1 0 0 0
Обратный код	1 1 1 1 0 1 1 1
Дополнительный код	1 1 1 1 1 0 0 0