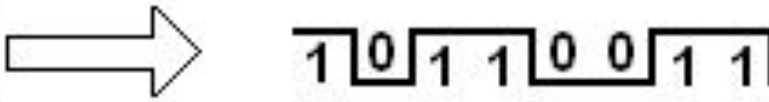


Представление числовой информации в компьютере

**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 | |



В каком виде
представлена информация
в памяти компьютера?

10111000

Двоичный
код

25₍₁₀₎



?

Тема
урока:

Двоичное кодирование чисел в компьютере

| Количество разрядов отводимое для хранения числа | Минимальное число | Максимальное число | Интервал чисел |
|--|-------------------|--------------------|-----------------------|
| 2 байта = 16 битов | $-32768_{(10)}$ | $32767_{(10)}$ | $-32768..$ 32767 |

Память



Ячейка

Ячейка

Память



байты

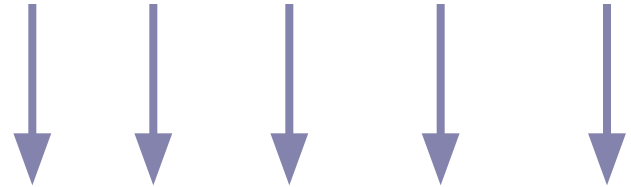
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Ячейка

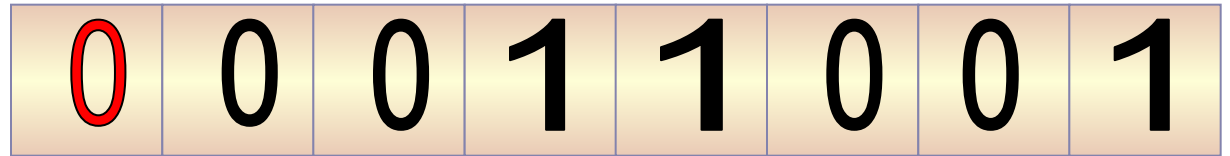
25₍₁₀₎



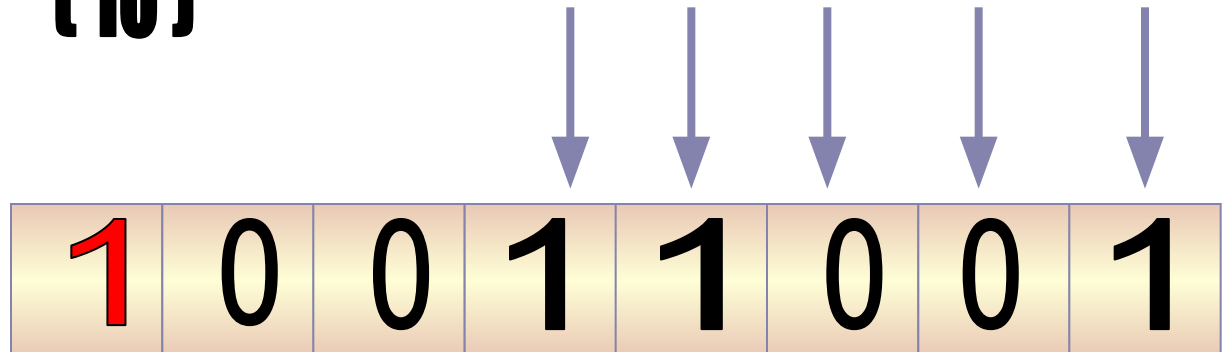
11001₍₂₎



25₍₁₀₎ → **11001**₍₂₎



-25₍₁₀₎ → **?**₍₂₎



Целые числа со знаком

$$25_{(10)} \longrightarrow 110001_{(2)}$$

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

$$-25_{(10)} \longrightarrow ?_{(2)}$$

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

В каком формате хранятся целые числа в памяти компьютера?



с фиксированной запятой

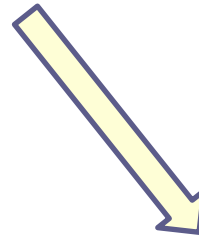


с плавающей запятой




Достоинства:

1. Простота
2. Наглядность
3. Простота вычислений



Недостаток:

1. Небольшой диапазон

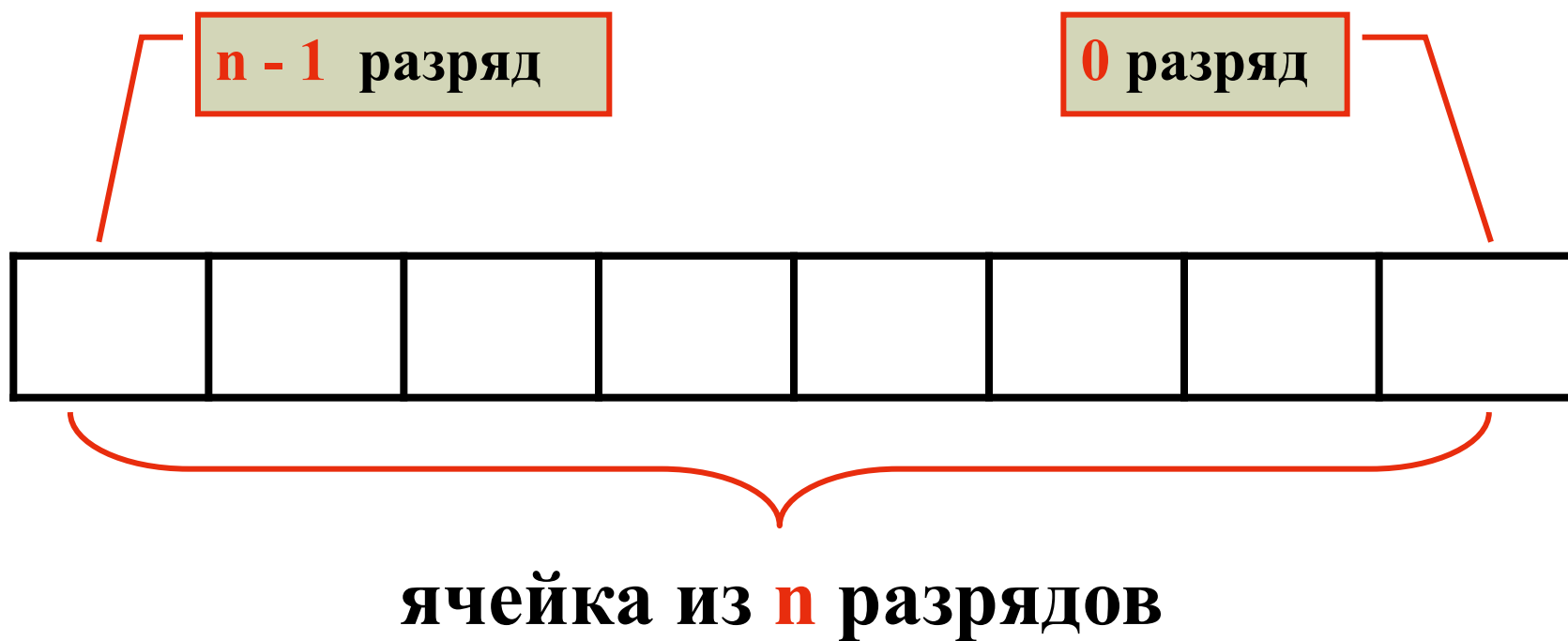

$$2, = 0,2 * 10^1 = 200, * 10^{-2}$$

плавающая запятая

Число в формате с плавающей запятой занимает

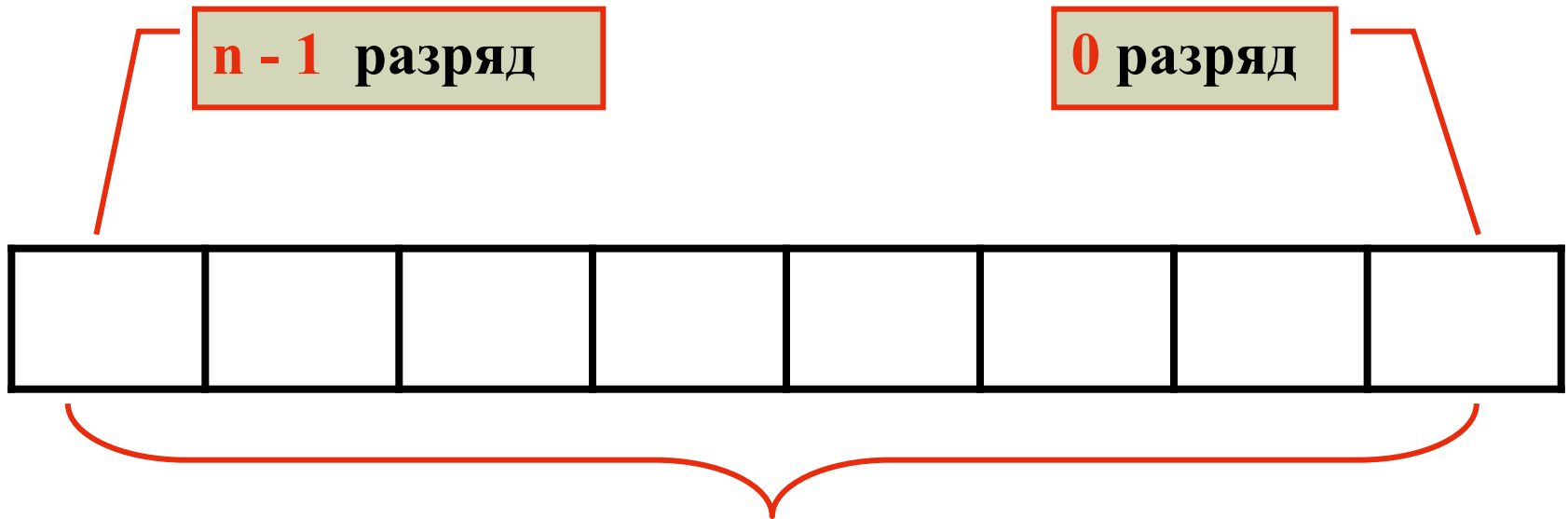
- 4 байта (число обычной точности);
- 8 байтов (число двойной точности).

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



Содержимое ячейки памяти называется **машинным словом**.

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



ячейка из n разрядов



Единицы измерения объема

информации
Количество информации, хранящейся в ЭВМ, измеряется ее «объемом», который выражается в **битах**

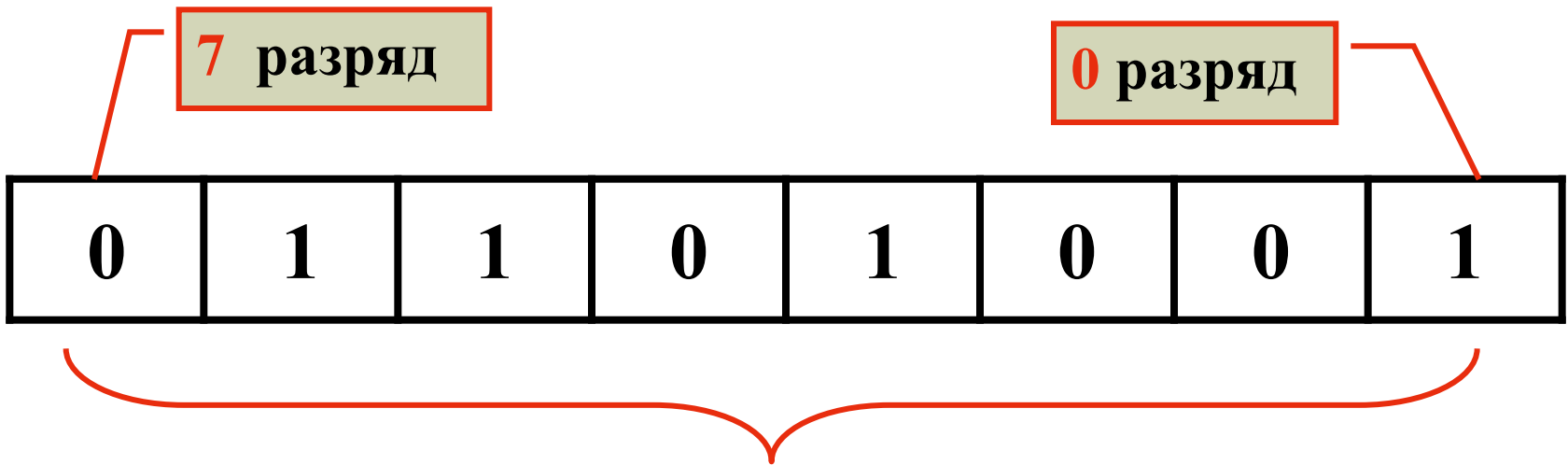
(от английского **binary digit** — двоичная цифра).

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

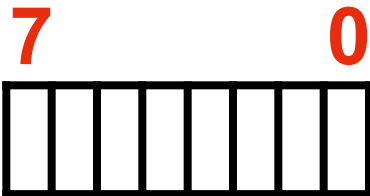
8 бит = 1 байт

Байт - основная единица представления данных.

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

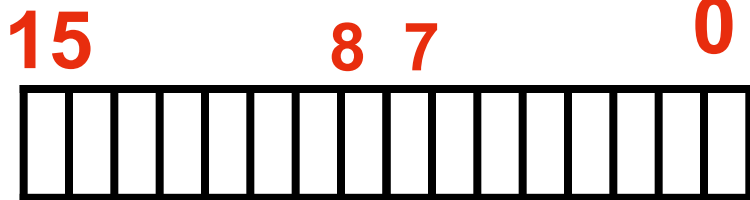


Форматы данных



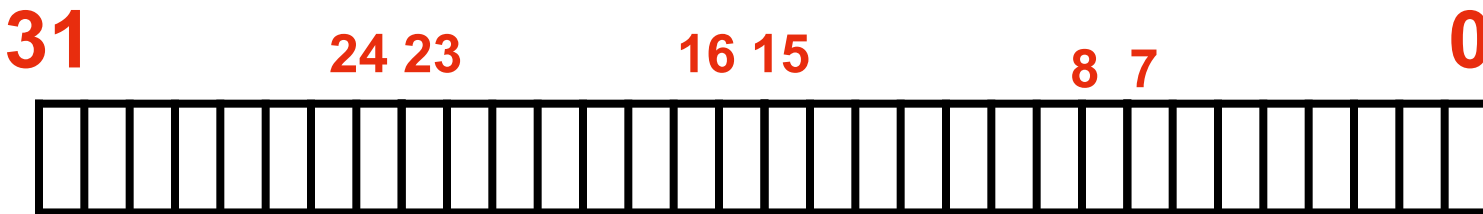
Байт = 8 бит

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:

1. *эффективного расходования памяти;*
2. *повышения быстродействия;*
3. *введения операции деления нацело с остатком;*
4. *решения задач экономического характера;*
5. *обозначения даты и времени;*
6. *нумерации различных объектов.*

Представление целого числа

Разрядная сетка:

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

**Беззнаковый
целый тип**

24.09.2013

**Знаковый
целый тип**



Беззнаковый целый тип

Минимальное число:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

Максимальное число:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

$$1111111_2 =$$

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

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

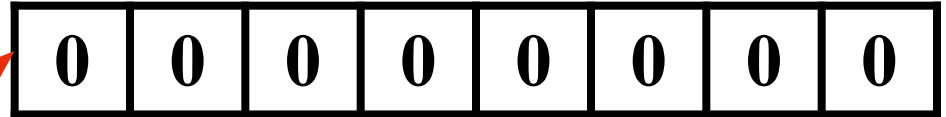
Числа без знака

| 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:

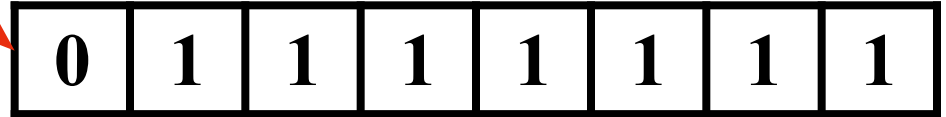
знак



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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

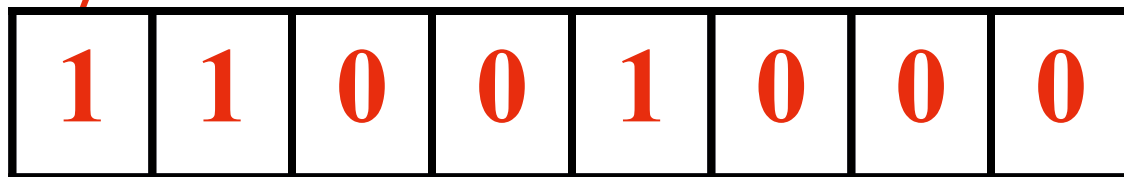
k = 16 разрядов

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

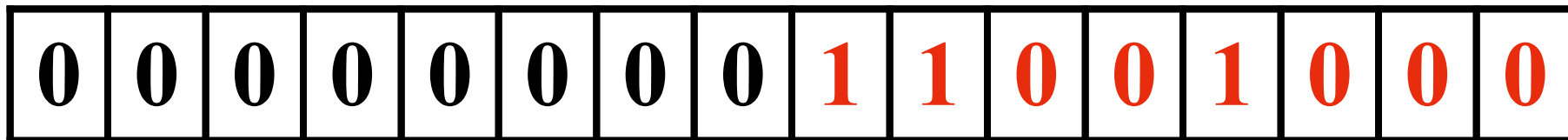

$$200 = 11001000_2$$

Только беззнаковое представление

к = 8 разрядов



к = 16 разрядов





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



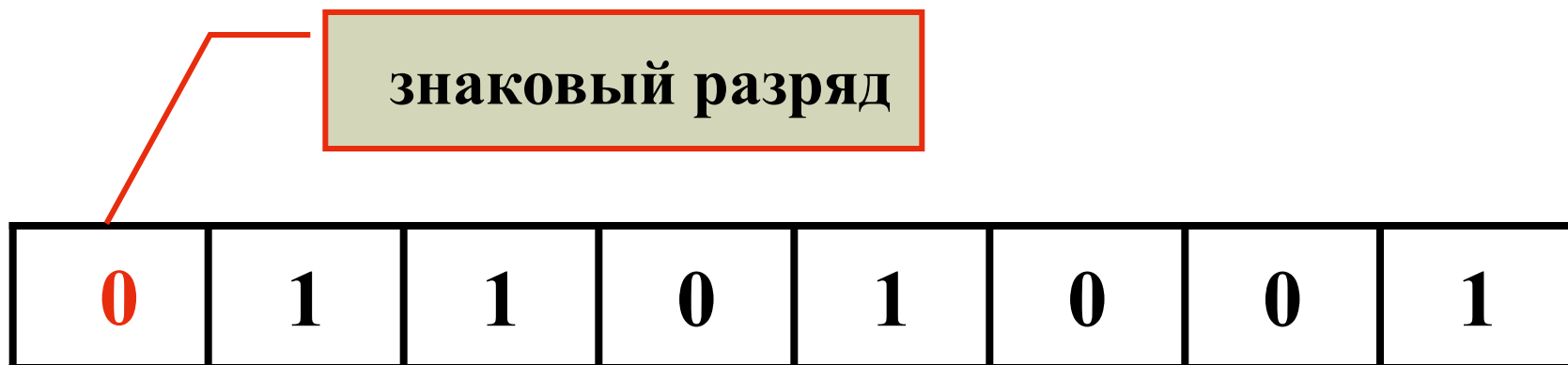
Прямой код числа

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.



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 |

24.09.2013

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 |