

# Двоичное кодирование чисел в компьютере

Выполнила: Мурадинова И.И.

# Хранение целых неотрицательных чисел

- Числа в компьютере хранятся и обрабатываются в двоичной системе счисления. Оперативная память компьютера состоит из ячеек, в каждой из которых может храниться 8 битов информации, т. е. 8 разрядов двоичного числа.

## **Целые числа в компьютере хранятся в памяти в формате с фиксированной запятой**

- **В этом случае каждому разряду ячейки памяти соответствует всегда один и тот же разряд числа, а запятая находится справа после младшего разряда, т. е. вне разрядной сетки.**

- Для хранения целых неотрицательных чисел отводится одна ячейка памяти (8 битов). Например, число  $A_2 = 11110000_2$  будет храниться в ячейке памяти следующим образом:



**Определим *диапазон чисел*, которые могут храниться в оперативной памяти в формате целых неотрицательных чисел.**

- Минимальное число записывается в восьми разрядах памяти восемью нулями и равно 0.
- Максимальное число записывается восемью единицами и равно:

$$\begin{aligned} A &= 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ &= 1 \cdot 2^8 - 1 = 255_{10}. \end{aligned}$$

Таким образом, диапазон изменения целых неотрицательных чисел от 0 до 255.

# Хранение целых чисел со знаком

- Для хранения **целых чисел со знаком** отводится две ячейки памяти (16 битов), причем старший (левый) разряд отводится под знак числа (если число положительное, то в знаковый разряд записывается 0, если число отрицательное, записывается 1).

**Например,** отрицательное число  $-2002_{10} = 11111010010_2$  будет представлено в 16-разрядном представлении следующим образом:

Знак	Число														
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0

**Максимальное положительное число (с учетом выделения одного разряда на знак) для данного формата представления равно:**

$$A = 2^{15} - 1 = 32\,767_{10}.$$

# Отрицательные числа

Для представления отрицательных чисел используется **дополнительный код**.

Дополнительный код позволяет заменить арифметическую операцию вычитания операцией сложения, что существенно упрощает работу процессора и увеличивает его быстродействие.



Для получения дополнительного кода отрицательного числа можно использовать довольно простой алгоритм:

1. Модуль числа записать в прямом коде в  $n$  двоичных разрядах.
2. Получить обратный код числа, для этого значения всех битов инвертировать (все единицы заменить на нули и все нули заменить на единицу).
3. К полученному коду прибавить единицу.

**Пример.** Запишем дополнительный код отрицательного числа  $-2002_{10}$  для 16-разрядного компьютерного представления:

Прямой код модуля	$ -2002_{10} $	$0000011111010010_2$
Обратный код	Инвертирование	$1111100000101101_2$
	Прибавление единицы	$1111100000101101_2$ $+ 0000000000000001_2$
Дополнительный код		$1111100000101110_2$

# Достоинства представления чисел в формате с фиксированной запятой:


- Простота и наглядность представления чисел;
- Простота алгоритмов реализации арифметических операций.

# Недостаток представления чисел в формате с фиксированной запятой

- Небольшой диапазон представления величин, недостаточный для решения математических, физических, экономических и других задач, в которых используются как очень малые, так и очень большие числа.

# Представление чисел в формате с плавающей запятой

- Для представления чисел в диапазоне от очень маленьких дробей до очень больших чисел с высокой точностью используется **формат с плавающей запятой**.
- В этом случае положение запятой в записи числа может изменяться.
- Число в формате с плавающей запятой занимает в памяти компьютера **четыре** (число обычной точности) или **восемь** (число двойной точности) **байтов**.



## Задания для самостоятельного выполнения

3.7. \*Задание с развернутым ответом. Как будет храниться в компьютере десятичное число  $10_{10}$  в формате целого неотрицательного числа и целого числа со знаком?