

Домашнее задание

1. Выполнить сложение двоичных чисел:

$$\begin{array}{r} 111000 \\ + \quad 1010 \\ \hline 1000010 \end{array} \quad \begin{array}{r} 111111 \\ + \quad 1001 \\ \hline 1001000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1100111 \\ + \quad 1101 \\ \hline 1110100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100111 \\ + 111000 \\ \hline 1011111 \end{array}$$

2. Выполнить умножение двоичных чисел:

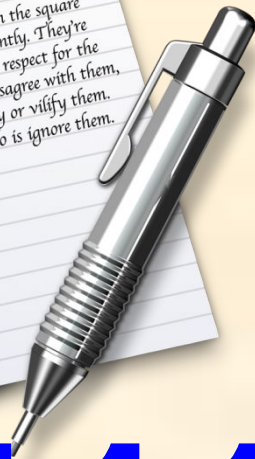
$$\begin{array}{r} 1101 \\ \times \quad 11 \\ \hline 100111 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1011 \\ \times \quad 101 \\ \hline 110111 \end{array} \quad \begin{array}{r} 110 \\ \times \quad 10 \\ \hline 1100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1101101 \\ \times \quad 101 \\ \hline 1000100001 \end{array}$$

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ В ПАМЯТИ КОМПЬЮТЕРА

Dear Kate,

Here's to the crazy ones. The misfits. The rebels.
The troublemakers. The round pegs in the square
holes. The ones who see things differently. They're
not fond of rules. And they have no respect for the
status quo. You can praise them, disagree with them,
quote them, disbelieve them, glorify or vilify them.
About the only thing you can't do is ignore them.
Because they change things.

Take Care,
John Appleseed



2018

11111100010



Числа в памяти компьютера

```
graph TD; A[Числа в памяти компьютера] --> B[Целые числа]; A --> C[Вещественные числа]; B --> D[Форма с фиксированной точкой]; C --> E[Форма с плавающей точкой];
```

Целые числа

**Форма с
фиксированной
точкой**

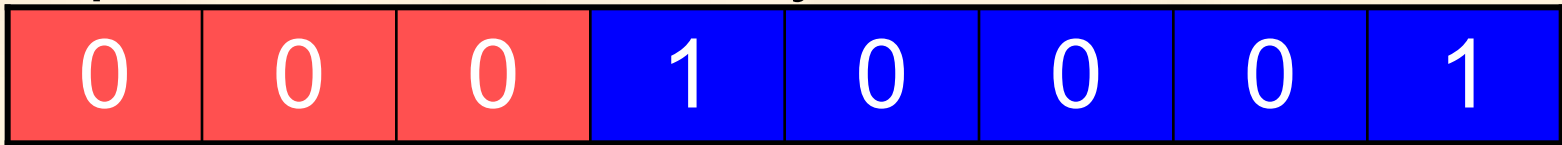
**Вещественные
числа**

**Форма с
плавающей
точкой**

Часть памяти, в которой хранится одно число, называется **ячейка**.
Минимальный размер ячейки, в которой может храниться **целое** число,
8 битов, или 1 байт.

Представим число 17 в памяти компьютера.

Переведем число в двоичную систему счисления и впишем его в восьмиразрядную ячейку. Число записывается «прижатым» к правому краю ячейки. Оставшиеся слева разряды заполняются нулями.



Самый старший разряд – первый слева – хранит знак числа. Если число положительное, то в этом разряде ноль, если отрицательное – единица.

Мы получили внутреннее представление числа.

Представление положительных целых чисел

Алгоритм получения прямого кода числа:

1. Перевести десятичное число в двоичную СС;
2. Вписать полученное двоичное число в ячейку памяти, начиная с последней цифры (справа налево) ;
3. Оставшиеся пустые ячейки заполнить нулями.

Целые положительные числа

- Самому большому положительному целому числу соответствует следующий код: **01111111**.
- $1111111 = 1*2^6 + 1*2^5 + 1*2^4 + 1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 = 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 127_{10}$
Максимальное целое положительное число, помещающееся в 8-разрядную ячейку, равно 127.

Представление отрицательных целых чисел

Алгоритм получения дополнительного кода отрицательного числа:

1. записать внутреннее представление соответствующего ему положительного числа (**прямой код**);
2. заменить во всех разрядах полученного числа 0 на 1, 1 на 0 (**обратный код**);
3. к полученному числу прибавить 1 (**дополнительный код**).

Определим внутреннее представление числа -17_{10} в
восьмиразрядной ячейке.

- Запишем внутреннее представление числа $17_{10} - 00010001$
- Запишем обратный код – 11101110
- К полученному числу прибавим 1 – $11101110 + 1 = 11101111$

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

Проверим результаты:

- При сложении чисел +17 и -17 должен получиться ноль.
- Сложим числа 00010001 и 11101111:

$$\begin{array}{r} 00010001 \\ + \\ \underline{11101111} \\ 100000000 \end{array}$$

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

Размер ячейки и диапазон значений чисел

Разрядность	8	16	32
Минимум (без знака)	0	0	0
Максимум (без знака)	255	65 535	4 294 967 295
Минимум (со знаком)	- 128	- 32 768	- 2 147 483 648
Максимум (со знаком)	127	32 767	2 147 483 647

- В восьмиразрядной ячейке можно получить числа диапазоном $-128 \leq X \leq 127$.
- В 16-рядной ячейке можно получить числа диапазоном $-32768 \leq X \leq 32767$
- В 32-разрядной ячейке можно получить числа диапазоном $-2147483648 \leq X \leq 2147483647$

В общем виде: $-2^{N-1} \leq X \leq 2^{N-1} - 1$

При выходе результатов вычислений с целыми числами за допустимый диапазон (переполнение) работа процессора не прерывается. Компьютер продолжает считать, но при этом результаты могут оказаться неверными.

Вещественные числа

- Целые и дробные числа в совокупности называются вещественными числами.
- В математике также используется термин «действительные числа».
- Решение большинства математических задач сводится к вычислениям с вещественными числами.
- Например, число **15,324** - вещественное

Представление вещественных чисел

Всякое вещественное число X
записывается в виде
произведения мантиссы m и
основания системы счисления p
в некоторой целой степени n ,
которую называют порядком.

$$X = m * p^n$$

Пример:

Число 15,324 можно записать как $0,15324 \cdot 10^2$ или $153,24 \cdot 10^{-1}$.

В первом случае

мантисса: 0,15324, порядок: 2,

а во втором случае

мантисса: 153,24, порядок: -1.

Порядок указывает, на какое количество позиций и в каком направлении должна сместиться десятичная запятая в мантиссе.

Представление вещественных чисел

- Чаще всего для хранения вещественных чисел в памяти компьютера используется 32-разрядная или 64-разрядная ячейка. В первом случае это будет представлением с обычной точностью, во втором - с удвоенной точностью.
- В ячейке хранятся два числа в двоичной системе счисления: мантисса и порядок.

Особенности работы компьютера с вещественными числами

1. Диапазон вещественных чисел при использовании 32-разрядной ячейки следующий: $-3,4 \cdot 10^{38} \leq X \leq 3,4 \cdot 10^{38}$.
2. Выход за диапазон (переполнение) - аварийная ситуация для процессора, который прерывает свою работу.
3. Результаты машинных вычислений с вещественными числами содержат погрешность. При использовании удвоенной точности эта погрешность уменьшается.

Закрепление изученного

- Представить число 45_{10} для записи числа в памяти компьютера.
- Представить число -87_{10} для записи числа в памяти компьютера.

Домашнее задание:

1. Запишите внутреннее представление следующих десятичных чисел, используя 8-разрядную ячейку.

а) 32; в) 102; д) 126;

б) -32; г) -102; е) -126.

2. Определите, каким десятичным числам соответствуют следующие двоичные коды 8-разрядного представления целых чисел.

а) 00010101; в) 00111111;

б) 11111110; г) 10101010.