

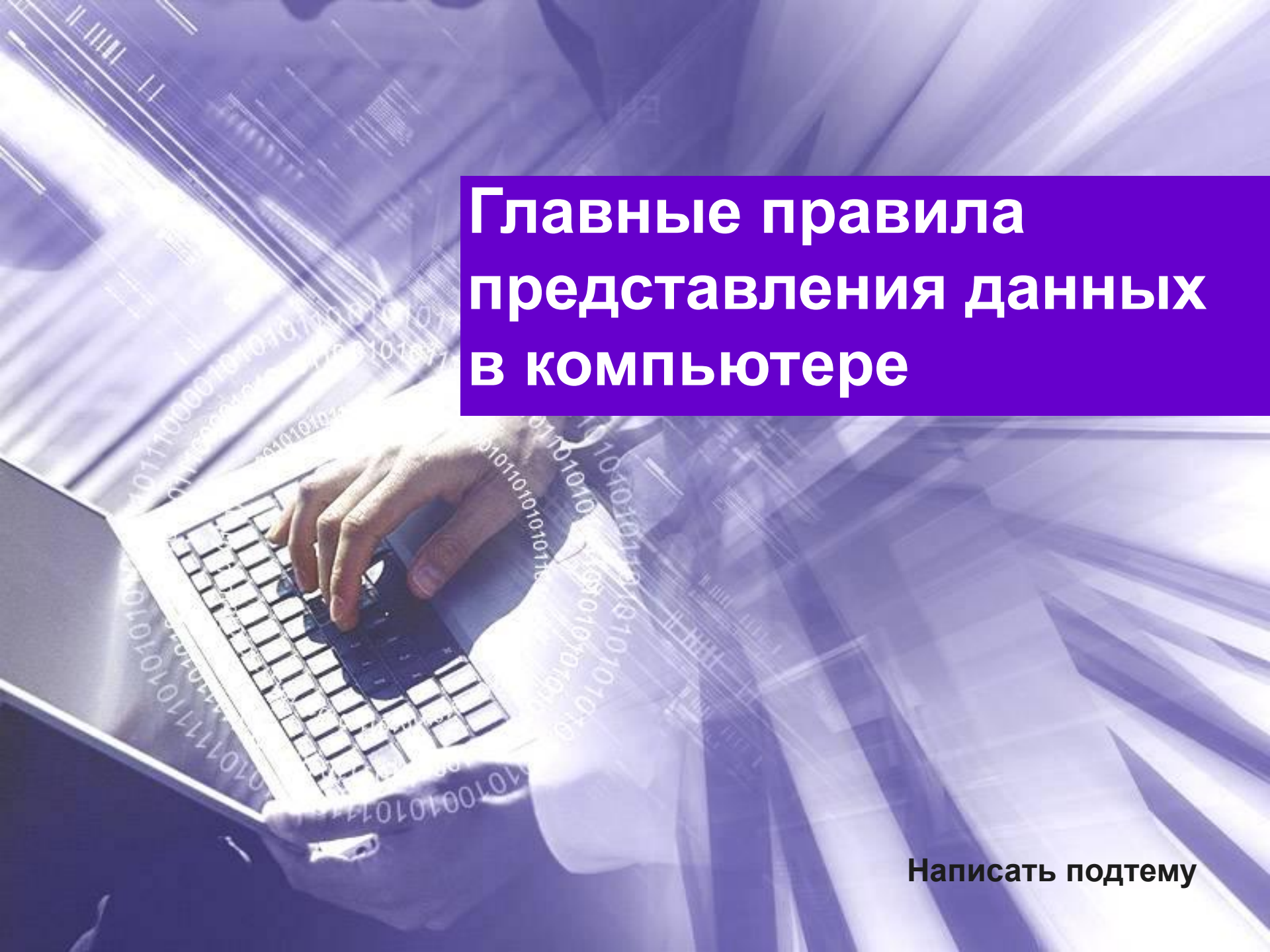
Представление чисел в памяти компьютера

Написать тему

Не писать

Образ компьютерной памяти

1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1



Главные правила представления данных в компьютере

Написать подтему



Правило 1

Данные (и программы) в памяти компьютера хранятся в двоичном виде, т. е. в виде цепочек единиц и нулей.



Написать всё



Правило 2

*Представление данных в компьютере
дискретно.*

Дискретное множество состоит из отделенных друг от друга элементов.

Написать всё



Правило 3

*Множество представимых в памяти компьютера величин **ограничено** и **конечно**.*

МАТЕМАТИКА:
множество целых чисел **дискретно, бесконечно, не ограничено**

ИНФОРМАТИКА:
множество целых чисел **дискретно, конечно, ограничено**

Написать всё



Правило 4

В памяти компьютера числа хранятся в двоичной системе счисления.



Написать всё



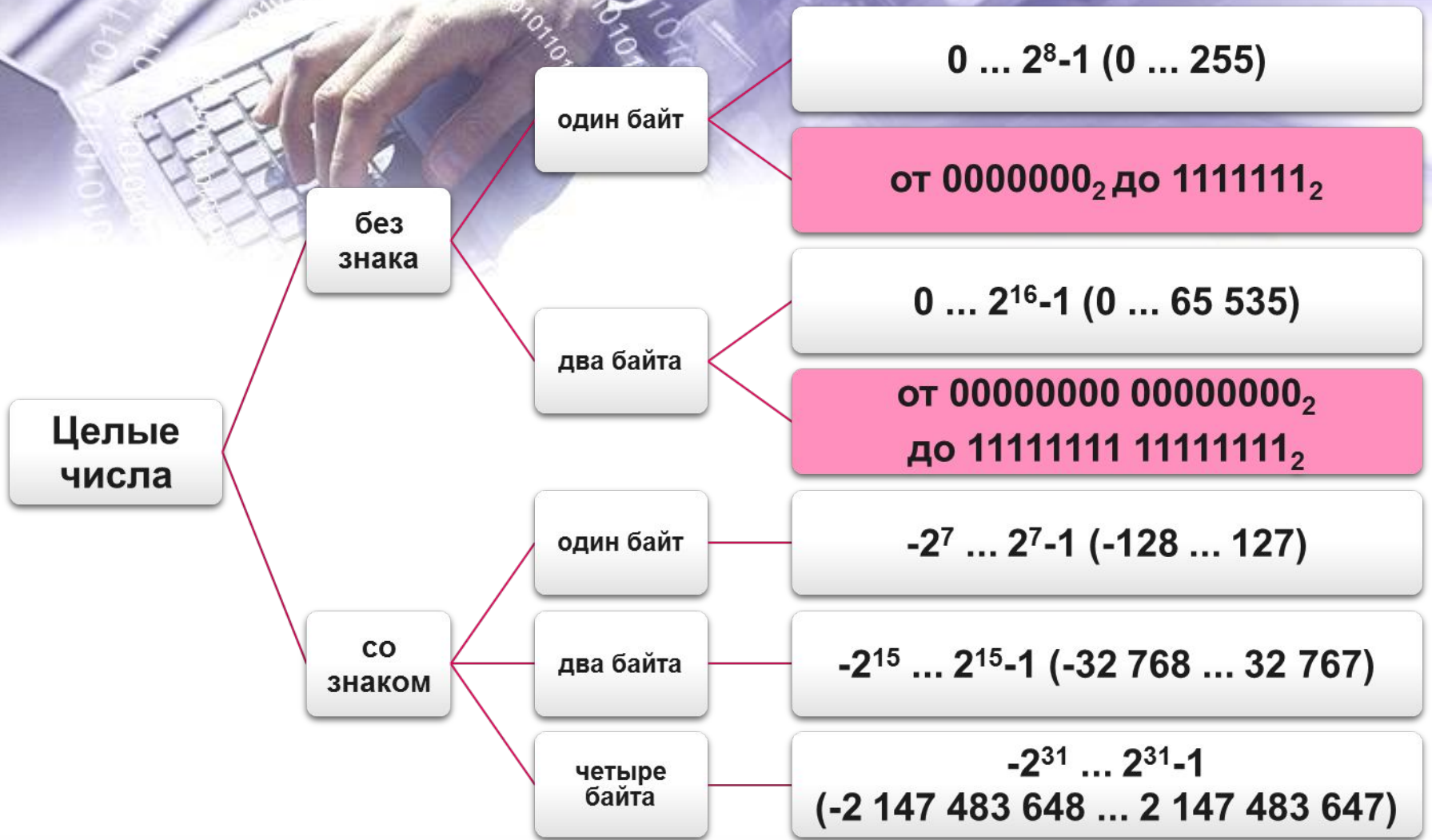
Числовые величины

```
graph TD; A[Числовые величины] --> B[Целые  
(формат с фиксированной запятой)]; A --> C[Вещественные  
(формат с плавающей запятой)];
```

Целые
(формат с
фиксированной
запятой)

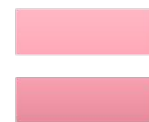
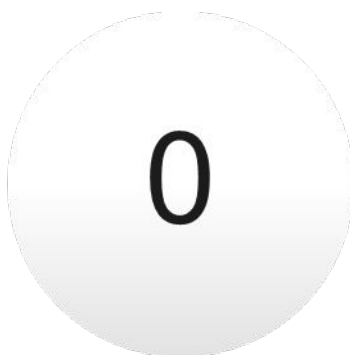
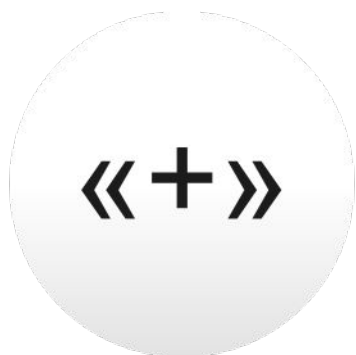
Вещественные
(формат с
плавающей запятой)

Написать всё

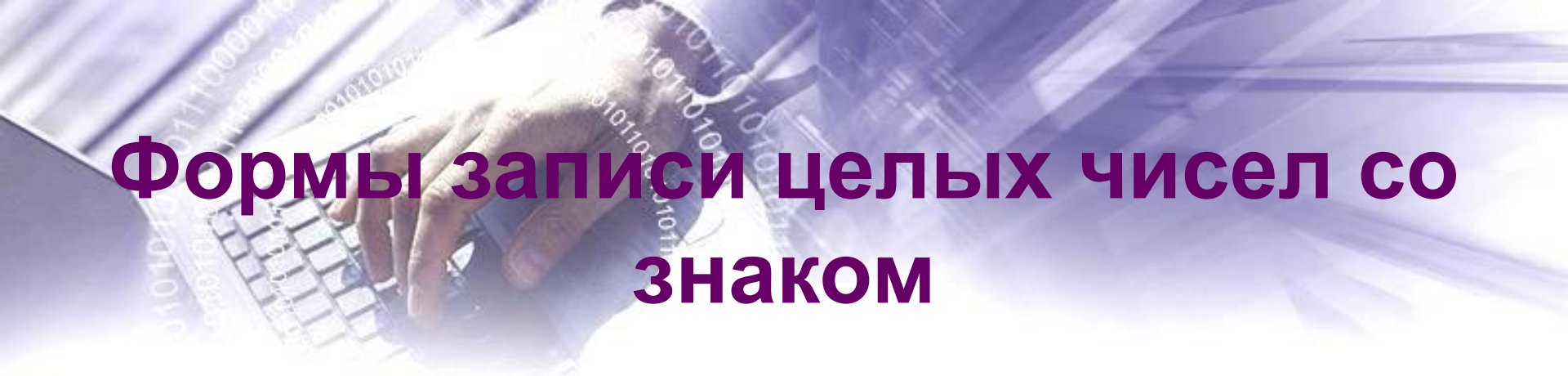


Написать всё

Самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа



Написать всё



Формы записи целых чисел со знаком

Прямой код

Обратный код

Дополнительный код

Написать всё

Формы записи чисел целых чисел со знаком

Написать всё

Положительное число

прямой
код

обратный
код

дополнительный
код

имеют одинаковое
представление

Число $19_{10} = 10011_2$

прямой, обратный и дополнительный
код

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

«+»

Число $127_{10} = 1111111_2$

прямой, обратный и дополнительный
код

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

«+»

Формы записи чисел целых чисел со знаком

Написать всё

Отрицательное число

прямой
код

обратный
код

дополнительный
код

имеют разное
представление

Прямой код числа
-19:

1	0	0	1	0	0	1	1
«-»							

Прямой код числа
-127:

1	1	1	1	1	1	1	1
«-»							

Формы записи чисел целых чисел со знаком

Написать всё

- Обратный код получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины числа, включая разряд знака: нули заменяются единицами, а единицы – нулями.

Число -19:

Код модуля числа: 0 0010011

Обратный код числа: 1 1101100

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

Число -127:

Код модуля числа: 0 1111111

Обратный код числа: 1 0000000

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

- «Дополнительный код» получается образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду.

Дополн. код числа -19:

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

«-»

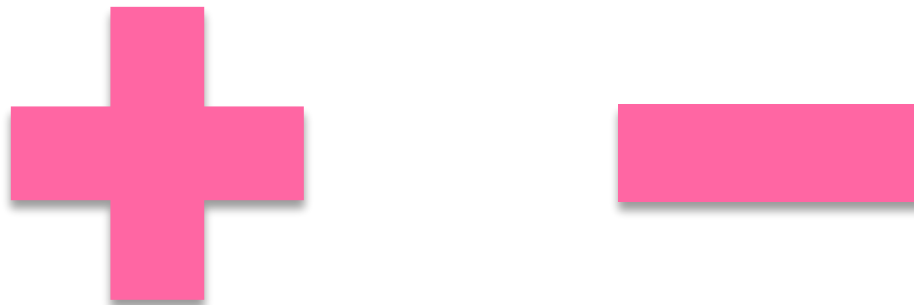
Дополн. код числа -127:

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

«-»

Арифметические действия

В большинстве компьютеров операция вычитания не выполняется. Вместо неё производится сложение уменьшаемого с обратным или дополнительным кодом вычитаемого.



При сложении **дополнительных кодов** чисел А и В имеют место четыре случая.

Написать всё

Арифметические действия

- 1) *A и B положительные:*

Десятичная
запись:

Двоичные коды:

	5	$A_{\text{пк}}$	0	0	0	0	0	1	0	1
+	7	$B_{\text{пк}}$	0	0	0	0	0	1	1	1
	12	$C_{\text{пк}}$	0	0	0	0	1	1	0	0

Написать всё

Арифметические действия

- 2) A – положительное, B – отрицательное, $|B| > |A|$

Десятичная
запись:

	5	$A_{\text{пк}}$	0	0	0	0	0	1	0	1
+	-12	$B_{\text{дк}}$	1	1	1	1	0	1	0	0
	-7	$C_{\text{дк}}$	1	1	1	1	1	0	0	1

Двоичные коды:

При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются и к младшему разряду прибавляется единица:

$$10000110 + 1 = 10000111 = -7_{10}$$

Написать всё

Арифметические действия

- 3) A – положительное, B – отрицательное, $|B| < |A|$

Десятичная
запись:

+ 12
-5
7

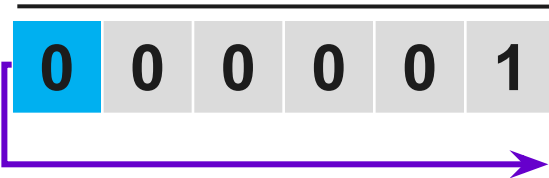
$A_{\text{пк}}$

$B_{\text{дк}}$

$C_{\text{пк}}$

Двоичные коды:

0	0	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1
<hr/>							
0	0	0	0	0	1	1	1



Перенос отбрасывается

Единицу переноса из знакового разряда компьютер отбрасывает.

Написать всё

Арифметические действия

- 4) *A и B отрицательные*

Десятичная
запись:

$$\begin{array}{r} -5 \\ + \\ -7 \\ \hline -12 \end{array}$$

$A_{\text{дк}}$
 $B_{\text{дк}}$
 $C_{\text{дк}}$

Двоичные коды:

1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1
<hr/>							
1	1	1	1	0	1	0	0

→

Перенос отбрасывается

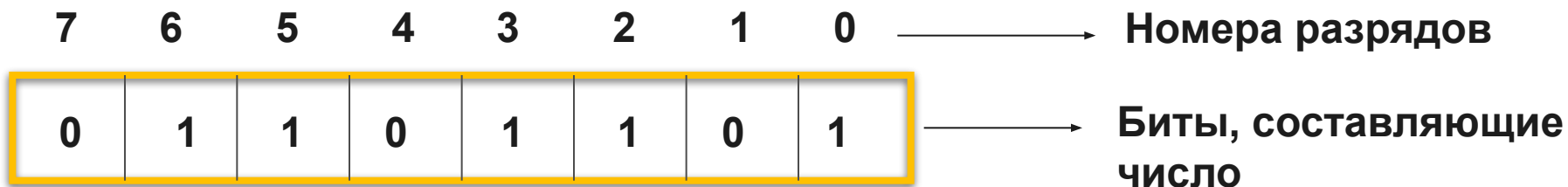
При переводе в прямой код биты цифровой части результата инвертируются и к младшему разряду прибавляется единица:

$$10001011 + 1 = 10001100 = -12_{10}$$

Написать всё

Целые числа без знака

Для хранения *целых неотрицательных чисел без знака* отводится **одна ячейка памяти (8 битов)**.



$$11111111_2 = 100000000_2 - 1 = 2^8 - 1 = 255_{10}$$

Для **n-разрядного** представления максимальное целое неотрицательное число равно **$2^n - 1$** .

Написать всё



Целые числа без знака

Пример. Представить число 51_{10} в двоичном виде в восьмибитовом представлении в формате целого без знака.

Решение.

$$51_{10} = 110011_2$$

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

Написать всё

Целые числа со знаком

Для хранения **целых чисел со знаком** отводится две ячейки памяти (16 битов).

Старший разряд числа определяет его знак. Если он равен 0, число положительное, если 1, то отрицательное.

$$51_{10} = 110011_2$$



$$-51_{10} = -110011_2$$



Такое представление чисел в компьютере называется **прямым кодом**.

Написать всё



Целые числа со знаком

Для **n-разрядного** представления со знаком (с учетом выделения одного разряда на знак):

- минимальное отрицательное число равно -2^{n-1}
- максимальное положительное число равно $2^{n-1} - 1$,

Целые числа в памяти компьютера —
это **дискретное, ограниченное и конечное**
множество.

Написать всё

Написать всё

Целые числа со знаком

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

Алгоритм получения дополнительного кода отрицательного числа:

1. Число записать **прямым кодом** в n двоичных разрядах.
2. Получить **обратный код** числа, для этого значения всех битов инвертировать, кроме старшего разряда.
3. К полученному обратному коду **прибавить единицу**.

Представить число -2014_{10} в двоичном виде в шестнадцатибитном представлении в формате целого со знаком.

Прямой код	-2014_{10}	10000111 11011110 ₂
Обратный код	Инвертирование	11111000 00100001 ₂
	Прибавление единицы	11111000 00100001 ₂ 00000000 00000001 ₂
Дополнительный код		11111000 00100010 ₂

Целые числа со знаком

Алгебраическое сложение двоичных чисел

1. Положительные слагаемые представить в прямом коде.
2. Отрицательные слагаемые – в дополнительном.
3. Найти сумму кодов, включая знаковые разряды, которые при этом рассматриваются как старшие разряды. При переносе из знакового разряда единицу переноса отбрасывают.
4. В результате получают алгебраическую сумму в прямом коде, если эта сумма положительная, и в дополнительном, если сумма отрицательная.

Целые числа со знаком

Пример 1. Найти разность $13_{10} - 12_{10}$ в восьмибитном представлении.

	13_{10}	-12_{10}
Прямой код	00001101	10001100
Обратный код	-	11110011
Дополнительный код	-	11110100

$$\begin{array}{r} + \quad 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \quad \underline{1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0} \\ 10 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \end{array}$$

Так как произошел перенос из знакового разряда, первую единицу отбрасываем, и в результате получаем 00000001.

Написать всё

Целые числа со знаком

Пример 2. Найти разность $8_{10} - 13_{10}$ в восьмибитном представлении.

	8_{10}	-13_{10}
Прямой код	00001000	10001101
Обратный код	-	11110010
Дополнительный код	-	11110011

$$\begin{array}{r} + \quad 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \quad 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \end{array}$$

Написать всё

Написать всё

Целые числа со знаком

Пример 2. Найти разность $8_{10} - 13_{10}$ в восьмибитном представлении.

$$\begin{array}{r} 00001000 \\ + 11110011 \\ \hline 11111011 \end{array}$$

В знаковом разряде стоит 1, значит результат получен в дополнительном коде. Прейдем от дополнительного кода к обратному, вычтя единицу:

$$\begin{array}{r} 11110011 \\ - 00000001 \\ \hline 11111010 \end{array}$$

Прейдем от обратного кода к прямому, инвертируя все цифры, за исключением знакового (старшего) разряда: $10000101_2 = 5_{10}$.



Вещественные числа

Вещественные числа хранятся и обрабатываются в компьютере в формате *с плавающей запятой*, использующем экспоненциальную форму записи чисел.

$$A = M \cdot q^n$$

M – мантисса числа (правильная отличная от нуля дробь),

q – основание системы счисления,

n – порядок числа.

Диапазон ограничен максимальными значениями M и n .

Написать всё



Написать всё

Вещественные числа

Например, $123,45 = 0,12345 \cdot 10^3$

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

Число в формате с плавающей запятой может занимать в памяти 4 байта (*обычная точность*) или 8 байтов (*двойная точность*).

При записи числа выделяются разряды для хранения знака мантиссы, знака порядка, порядка и мантиссы.

Мантисса **M** и порядок **n** определяют диапазон изменения чисел и их точность.