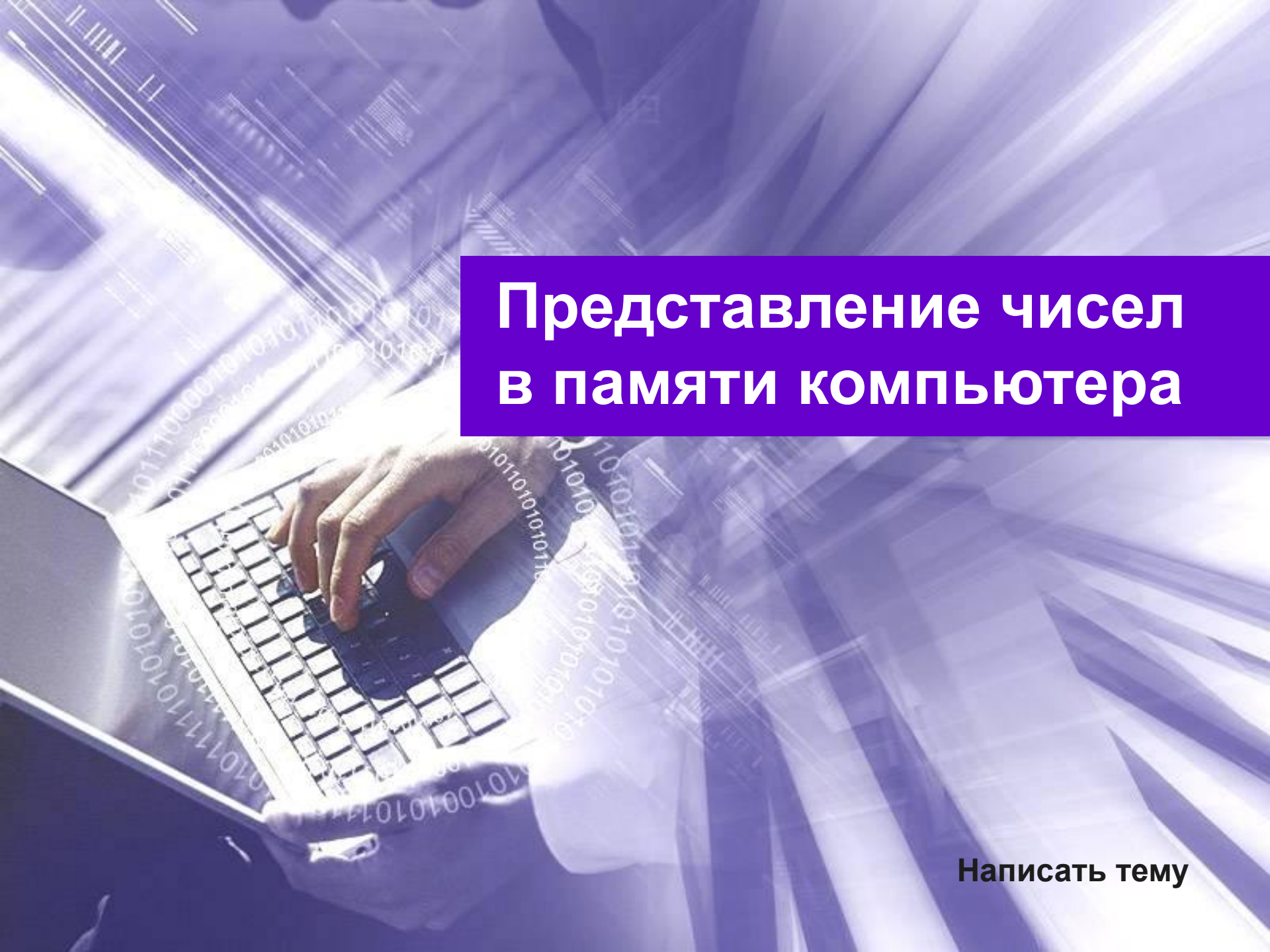


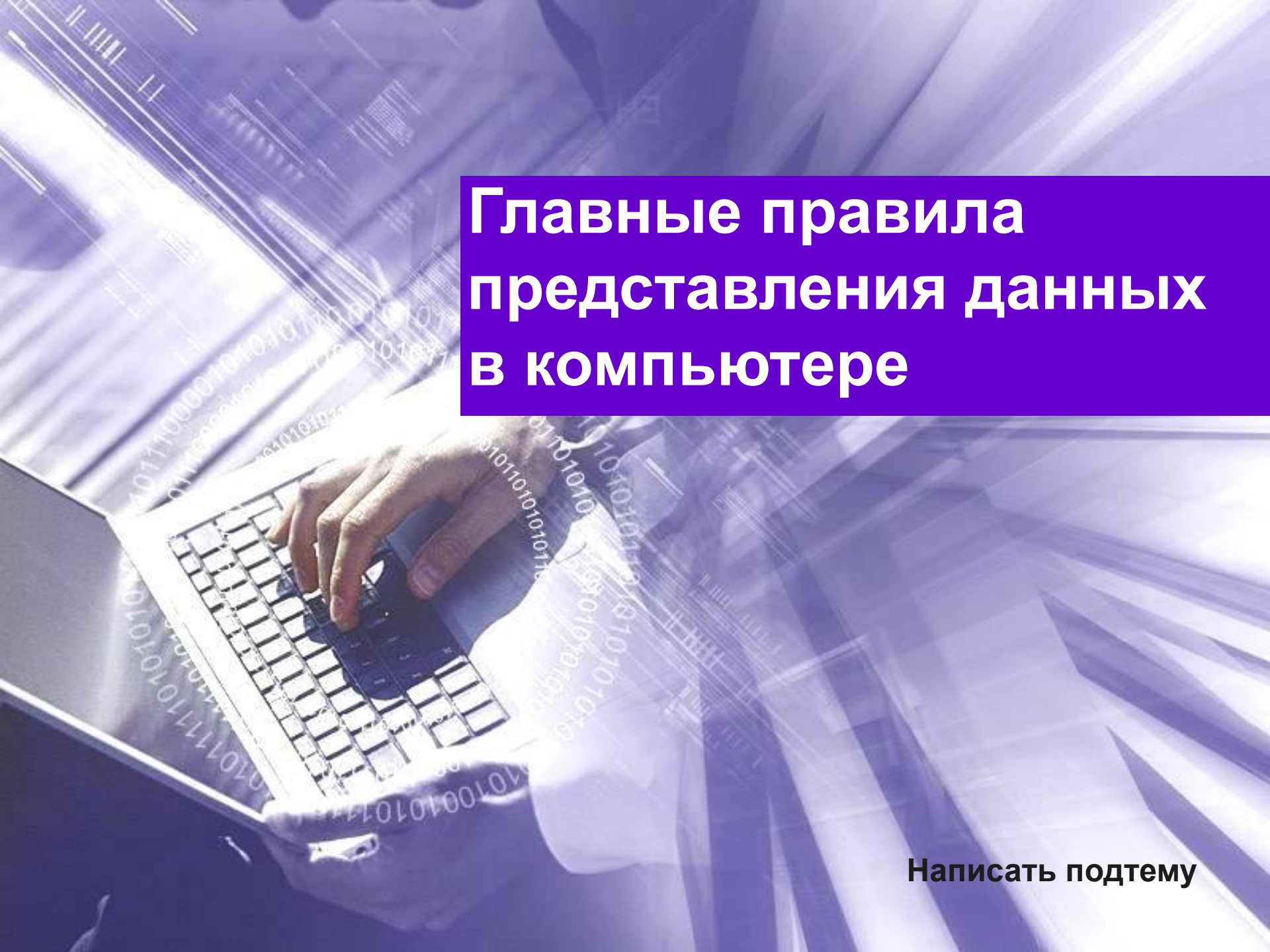
Представление чисел в памяти компьютера

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	0	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

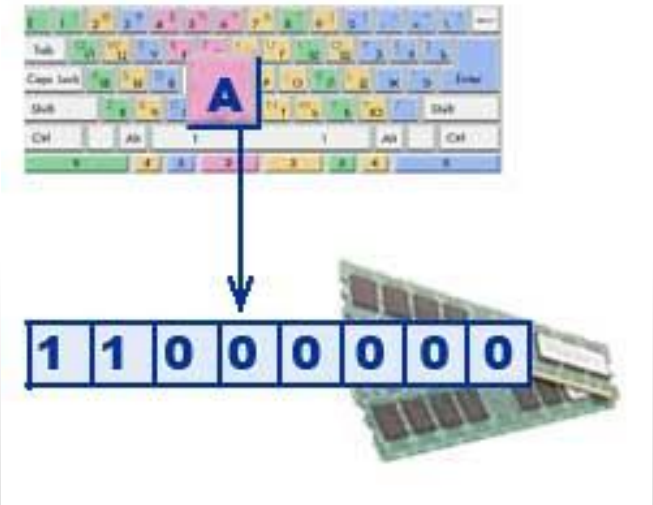


Главные правила представления данных в компьютере

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.

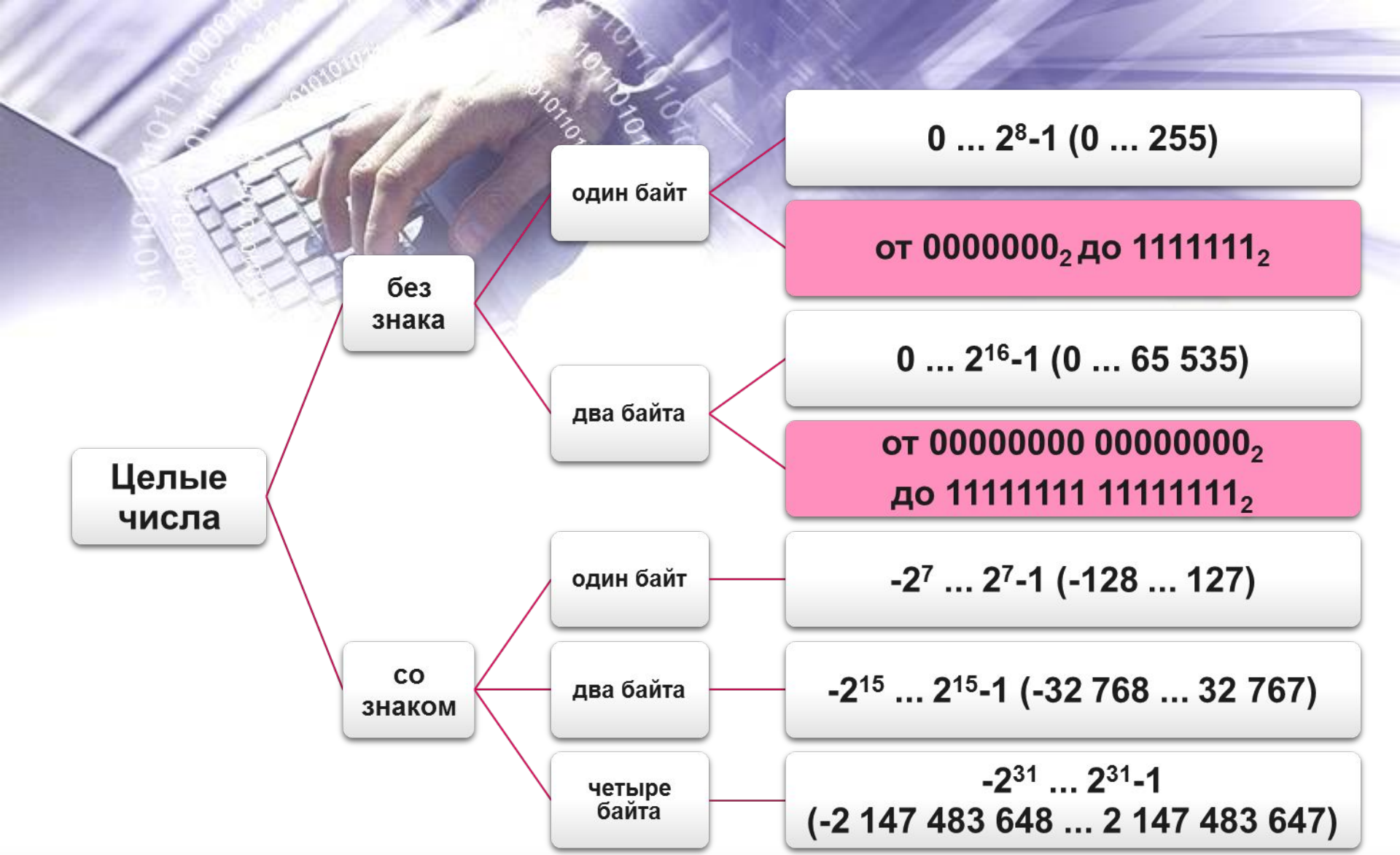
Написать всё

Числовые величины

Целые
(формат с фиксированной запятой)

Вещественные
(формат с плавающей запятой)

Написать всё



Написать всё

Написать всё

- Число 39_{10} = 100111_{2} в **однобайтовом** формате:

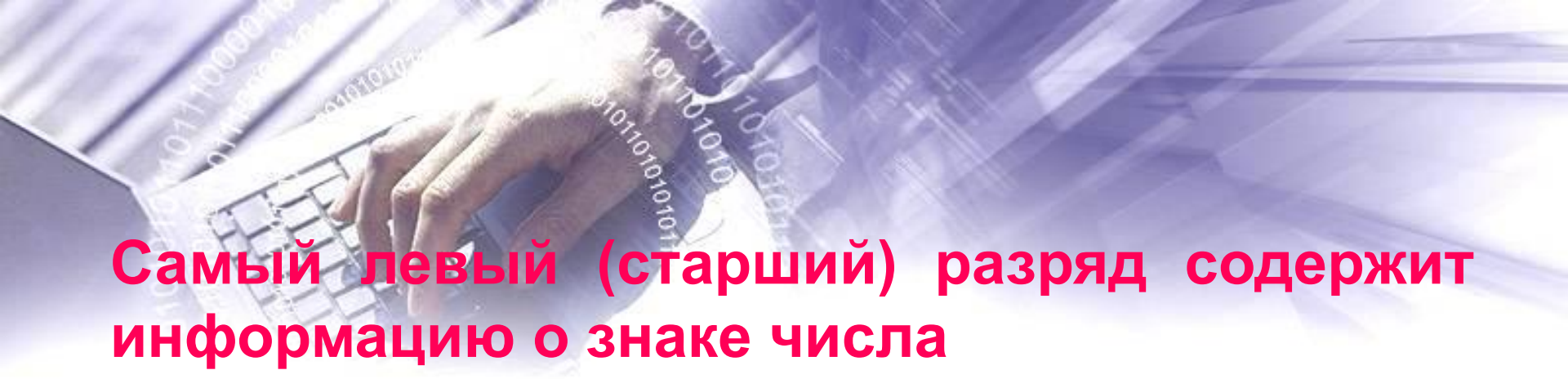
Номера разрядов	7	6	5	4	3	2	1	0
Биты числа	0	0	1	0	0	1	1	1

- Число 39_{10} = 100111_{2} в **двубайтовом** формате:

Номера разрядов	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Биты числа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1

- Число $65\,535_{10}$ = $11111111\ 11111111_{2}$ в **двубайтовом** формате:

Номера разрядов	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Биты числа	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа

«+» = 0

«-» = 1

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 A и B имеют место четыре случая.

Написать всё

Арифметические действия

- 1) *A и B положительные:*

	Десятичная запись:		Двоичные коды:							
	5	$A_{пк}$	0	0	0	0	0	1	0	1
+	7	$B_{пк}$	0	0	0	0	0	1	1	1
	12	$C_{пк}$	0	0	0	0	1	1	0	0

Написать всё

Арифметические действия

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

Десятичная запись:		Двоичные коды:							
5	$A_{пк}$	0	0	0	0	0	1	0	1
+									
-12	$B_{дк}$	1	1	1	1	0	1	0	0
-7	$C_{дк}$	1	1	1	1	1	0	0	1

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:		Двоичные коды:							
12	$A_{пк}$	0	0	0	0	1	1	0	0
+ -5	$B_{дк}$	1	1	1	1	1	0	1	1
7	$C_{пк}$	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:		Двоичные коды:							
	-5	$A_{дк}$	1	1	1	1	1	0	1	1
+	-7	$B_{дк}$	1	1	1	1	1	0	0	1
	-12	$C_{дк}$	1	1	1	1	0	1	0	0

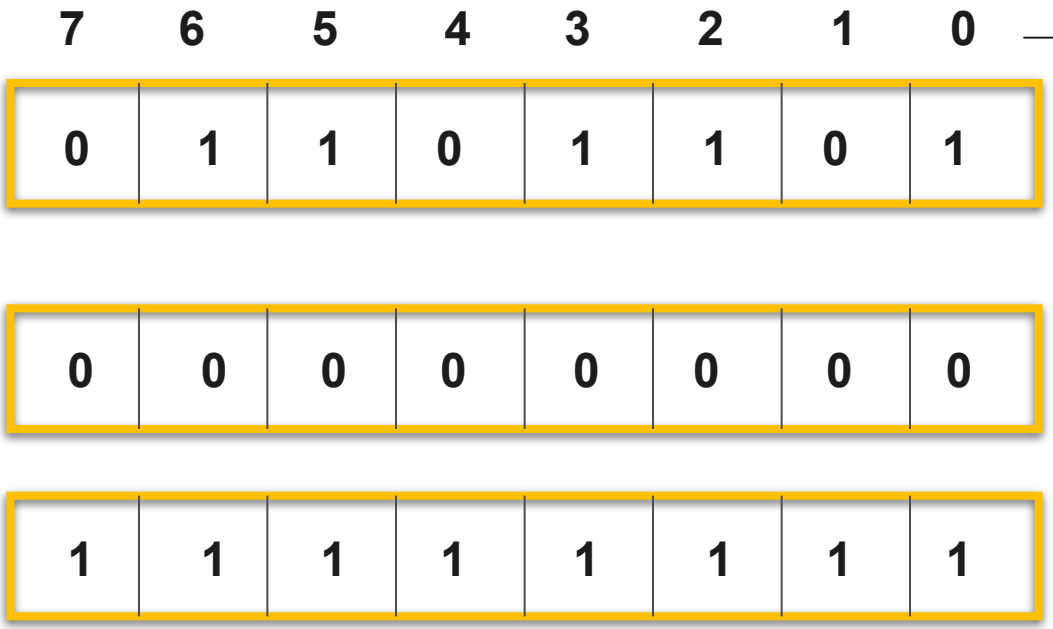
Перенос отбрасывается

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.

$51_{10} = 110011_2$

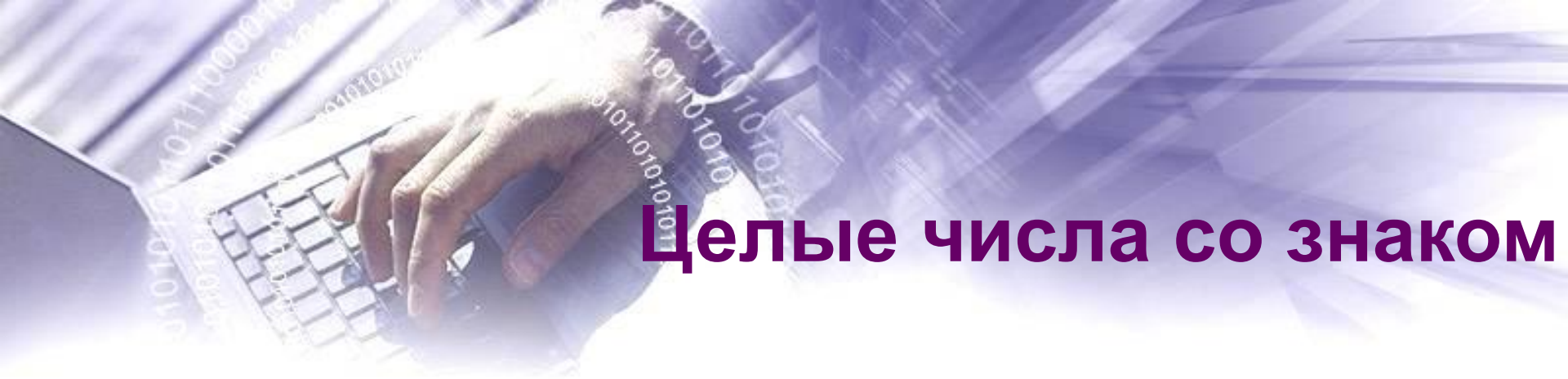
0	0	1	1	0	0	1	1

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

1	0	1	1	0	0	1	1

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

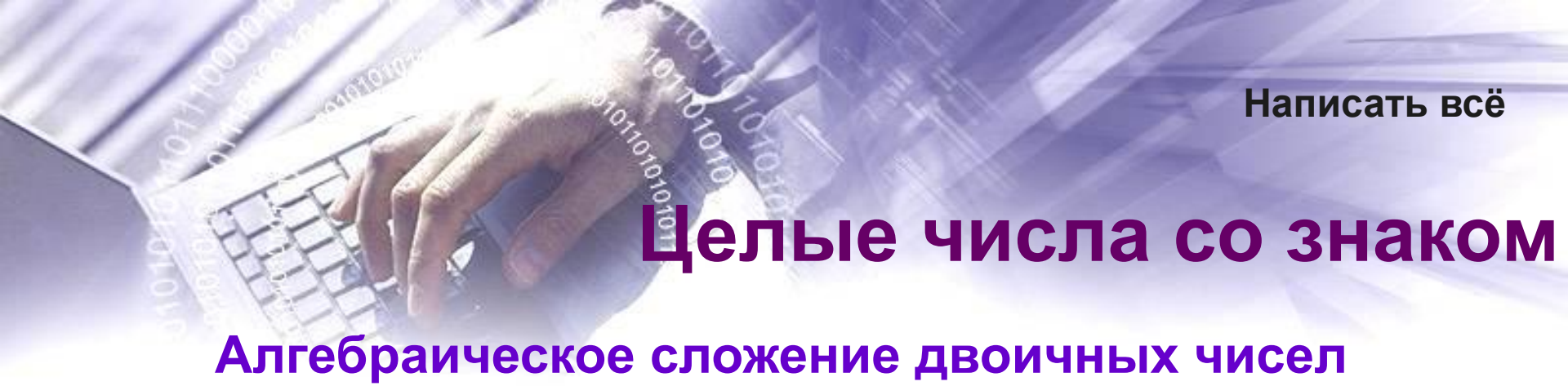
Для представления отрицательных целых чисел используется **дополнительный код.**

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		$11111000\ 00100010_2$

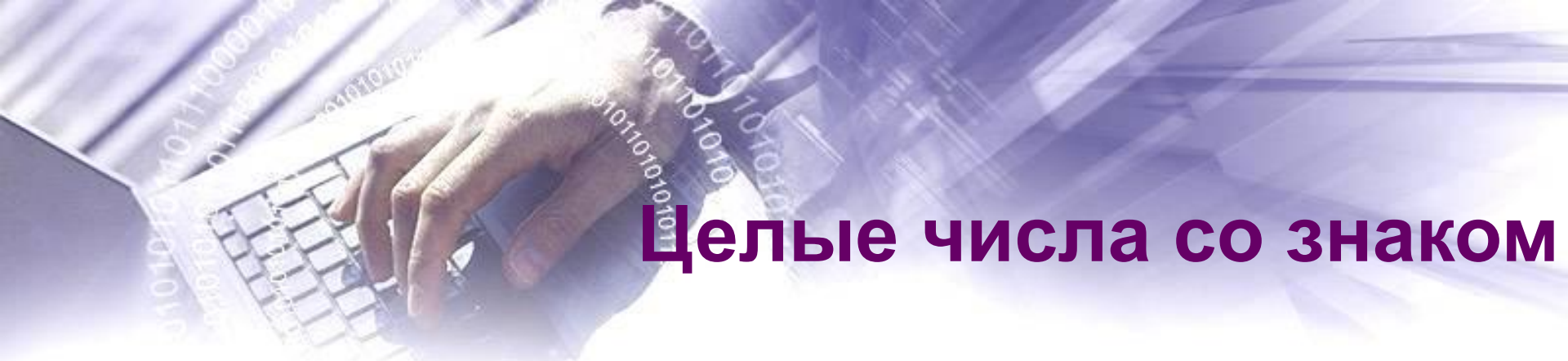


Написать всё

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

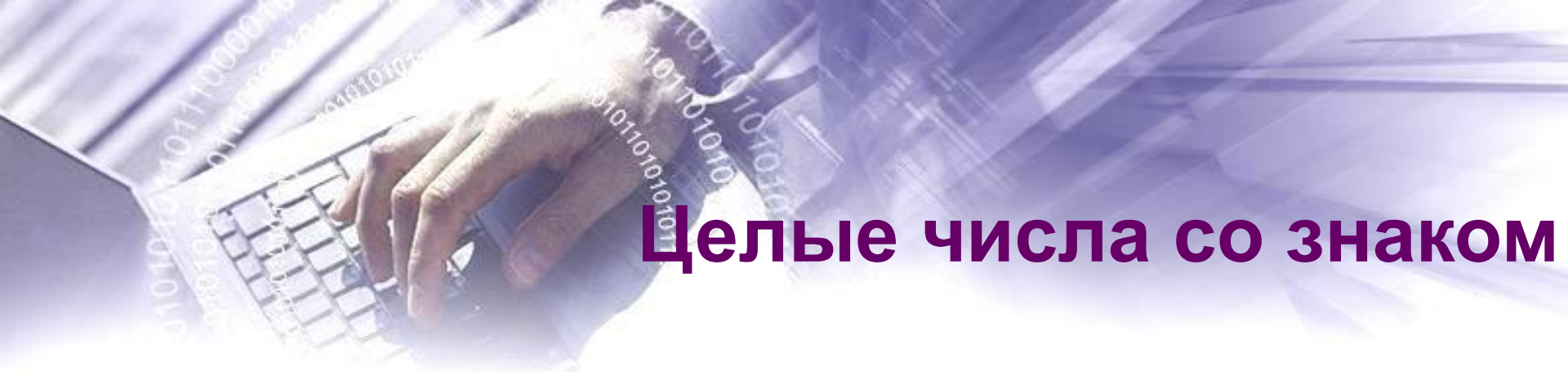
Пример 1. Найти разность $13_{10} - 12_{10}$ в восьмибитном представлении.

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

```
  0 0 0 0 1 1 0 1
+ 1 1 1 1 0 1 0 0
--------------------
10 0 0 0 0 0 0 1
```

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

$$
\begin{array}{rr}
 & 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \\
+ & 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 \\
\hline
 & 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1
\end{array}
$$

Написать всё

Написать всё

Целые числа со знаком

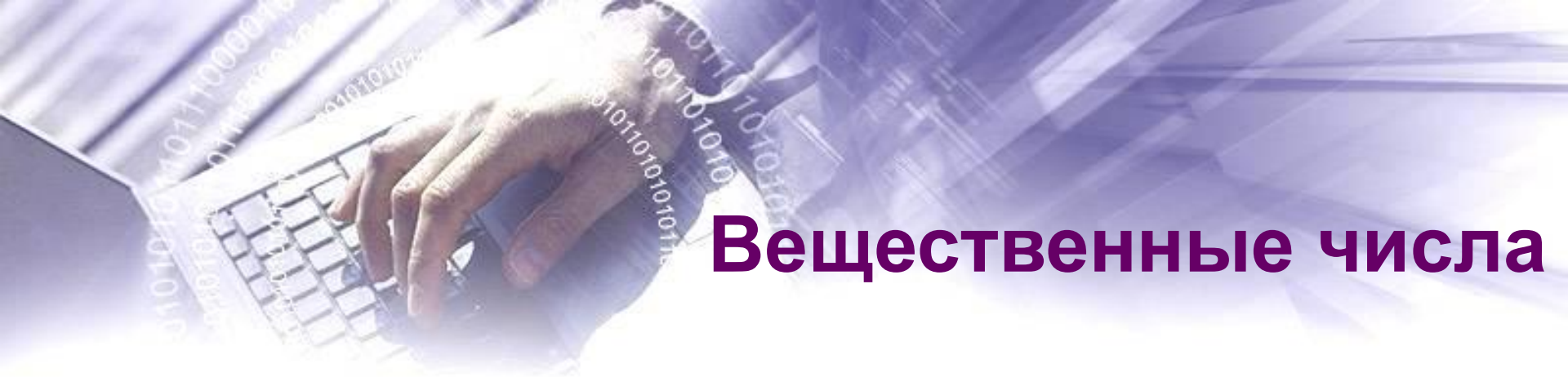
Пример 2. Найти разность $8_{10} - 13_{10}$ в восьмибитном представлении.

$$\begin{array}{rr} & 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \\ + & \underline{1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1} \\ & 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{rr} & 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 \\ - & \underline{0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1} \\ & 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \end{array}$$

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.

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

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.