

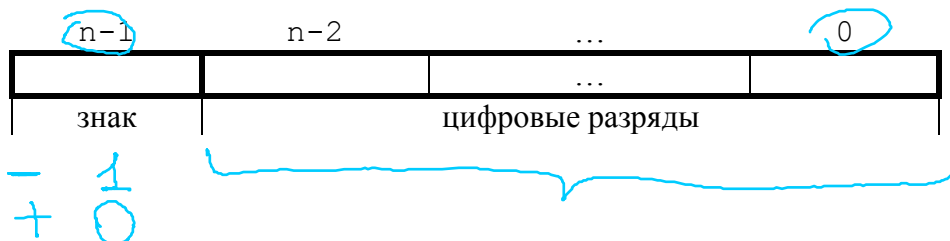
## Форматы представления двоичных чисел в ЭВМ.

с фиксированной запятой

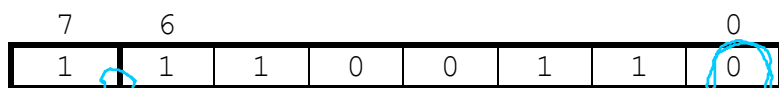
с плавающей запятой

### Формат с фиксированной запятой

№ разряда



а). Формат с запятой, зафиксированной перед старшим цифровым разрядом



$-0,1100110$

$\frac{m}{n}$



$+0,1100110$

$n=7$

$n=8$

Диапазон представимых чисел n-разрядной сетке:

$$-0, \overbrace{11\dots 1_2}^{n-1} \leq x_2 \leq +0, \overbrace{11\dots 1_2}^{n-1}$$

$$-(1-2^{-(n-1)}) \leq x \leq +(1-2^{-(n-1)})$$

✓

$$2^0 = 1 = 1_2$$

$$2^1 = 2 = 10_2$$

$$2^2 = 4 = 100_2$$

$$2^3 = 8 = 1000_2$$

$$2^{-1} = 0.5 = 0.1_2$$

$$2^{-2} = 0.25 = 0.01_2$$

$$2^{-3} = 0.125 = 0.001_2$$

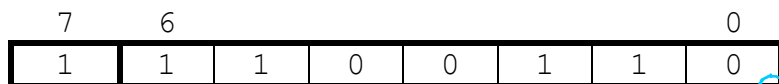
$$2^{-4} = 0.0625 = 0.0001_2$$

...

$$2^{10} = ? = 10\dots 0$$

1	.	0	...	0	0	1
0	.	0	...	0	1	$2^{-n}$
0	.	1	...	1	1	$1-2^{-n}$

б). Формат с запятой, зафиксированной после младшего цифрового разряда



-1100110,00



+1100110,0

Диапазон представимых чисел n-разрядной сетке:

$$\underbrace{-11\dots1}_{n-1}_2 \leq X \leq \underbrace{+11\dots1}_{n-1}_2$$

$$-(2^{(n-1)} - 1) \leq X \leq +(2^{(n-1)} - 1)$$

$$\begin{array}{rcl} \rightarrow & 1 & 0 \dots 0 & 0 & 2^{n-1} \\ & 0 & 0 \dots 0 & 1 & 1 \\ \hline & 0 & 1 \dots 1 & 1 & 2^{(n-1)} - 1 \end{array}$$

↑  
Знаковое представление чисел

Типы данных ЯВУ:

- а). Формат с запятой, зафиксированной перед старшим цифровым разрядом – НЕТ
- б). Формат с запятой, зафиксированной после младшего цифрового разряда

✓ Turbo Pascal (1983г.)			C++		
Integer	2 байта	-32768...32767	<b>int</b> signed int signed	24 байта	-32768...32767 -2147483648... 2147483647
Longint	4	-2147483648... 2147483647	<b>short int</b> short signed short int	2	-32768...32767
Shortint	1	-128...127	<b>long int</b> long signed long int	4	-2147483648... 2147483647
			<b>char</b>	1	-128...127

## Беззнаковое представление



Диапазон представимых чисел n-разрядной сетке:

$$0 \leq X \leq +\underbrace{11\dots1}_n_2$$

$$0 \leq X \leq +\underline{(2^n - 1)}$$

Типы данных ЯВУ:

- а). Формат с запятой, зафиксированной перед старшим цифровым разрядом – НЕТ 0,...
- б). Формат с запятой, зафиксированной после младшего цифрового разряда 2

Turbo Pascal (1983г.)			C++		
Byte	1	0...255	<u>unsigned char</u>	1	0...255 ✓
Word	2	0...65535	<b>unsigned int</b> unsigned	2/4 байта	0...65535 0...4294967295
			<b>unsigned short</b> unsigned short int	2	0...65535
			<b>unsigned long int</b> unsigned long	4	0...4294967295

## Формат с плавающей запятой

$$X = m * q^P$$

m – мантисса, P – порядок, q – основание СС

$$123.4 = 0.1234 * 10^3 = 1234 * 10^{-1} = \dots$$

№ разряда

n+m-1	n+m-2	...	m-1	m-2	...	0
		...			...	
знак m		поле порядка			цифровые разряды мантиссы	

IEEE 754

ISO

### Нормализованное представление мантиссы:

$$q^{-1} \leq |m| < 1$$

$$2^{-1} \leq |m| < 1$$

$$0.1_2 \leq |m| < 1$$

$$10^{-1} \leq |m| < 1$$

$$0.1_{10} \leq |m| < 1$$

$$X = -13.5 = -1101.1_2 = -0.11011 * 10^{100}$$

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
знак: +/- 0/1	поле порядка								цифровые разряды мантиссы						

m=8  
n=8

0,

### Разновидности формата с ПЗ

а) со скрытой единицей

$$X = -13.5 = -1101.1_2 = -0.11011 * 10^{100}$$

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
знак:	поле порядка								цифровые разряды мантиссы						

m=8  
n=8

0,1

б) со смещённым порядком

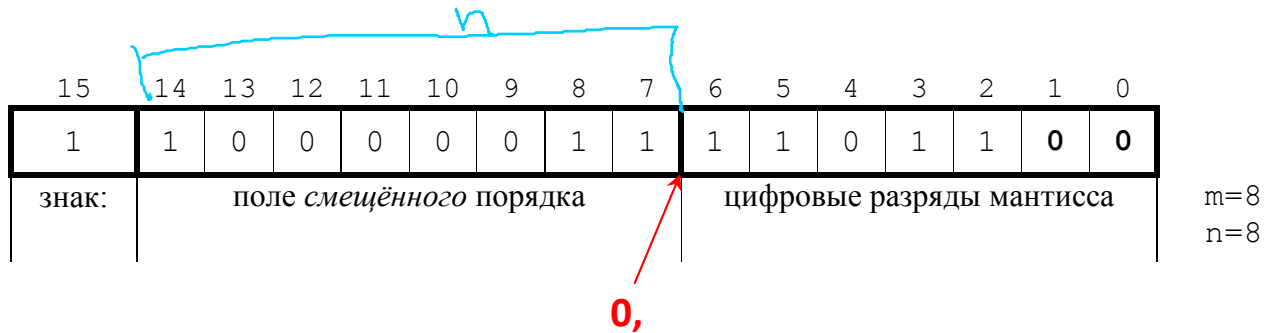
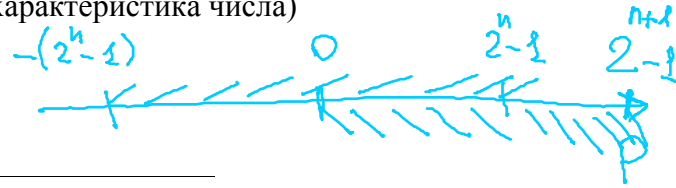
$$X = -13.5 = -1101.1_2 = -0.11011 \cdot 10^{100}$$

$P = 4_{10} = 100_2$  - истинный порядок числа

$E = P + \text{смещение}$  - смещённый порядок числа (характеристика числа)

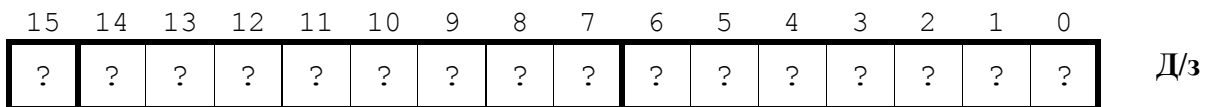
для  $n=8$ :

$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0 = P$   
 $0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 = \text{смещение}$   
 $1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1 = E$



в) со скрытой единицей и смещённым порядком

$$X = -13.5$$



IEEE 754

Типы данных ЯВУ:

Turbo Pascal (1983г.)			C++		
Real	6	$2.9 \cdot 10^{-39} \dots 1.7 \cdot 10^{38}$ (11-12)	float	4	$\pm (3.4 \cdot 10^{-38} \dots 3.4 \cdot 10^{38})$ (7)
Single	4	$1.5 \cdot 10^{-45} \dots 3.4 \cdot 10^{38}$ (7-8)	double	8	$\pm (1.7 \cdot 10^{-308} \dots 1.7 \cdot 10^{308})$ (15)
Double	8	$5 \cdot 10^{-324} \dots 1.7 \cdot 10^{308}$ (15-16)	long double	10	$\pm (3.4 \cdot 10^{-4932} \dots 3.4 \cdot 10^{4932})$
Extended	10	$3.4 \cdot 10^{-4932} \dots 1.1 \cdot 10^{4932}$ (19-20)			