

# Представление данных в ЭВМ

3.3.

## Системы счисления

### Позиционные

$$N = \sum a_i q^i, \quad q \text{ — основание с.с.}$$
$$0 \leq a_i < q, \quad q = 2, 3, 8, 10, 16$$

### Непозиционные

Римская - XI, VXII, ...

## Правила перевода из одной системы счисления в другую

**Целые:** делим на  $q \rightarrow$  остатки  
записываем в обратном порядке

**Дроби:** умножаем на  $q \rightarrow$  целые части  
формируют новую дробь

$$\begin{array}{r|l} 625_{10} & 2 \\ \hline 624 & 312 \\ 1 & 312 \\ & 0 \\ & 2 \\ & 156 \\ & 156 \\ & 0 \\ & 2 \\ & 78 \\ & 78 \\ & 0 \\ & 2 \\ & 39 \\ & 38 \\ & 1 \\ & 2 \\ & 19 \\ & 18 \\ & 1 \\ & 2 \\ & 9 \\ & 8 \\ & 1 \\ & 2 \\ & 4 \\ & 4 \\ & 0 \\ & 2 \\ & 2 \\ & 2 \\ & 0 \\ & 2 \\ & 1 \end{array}$$

$625_{10} = 1001110001_2$

$$0,625_{10} = 0,101_2$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 1,250 \\ 2 \\ \hline 0,500 \\ 2 \\ \hline 1,000 \end{array}$$

# Кодирование двоичных чисел

$$\text{ПК} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline \text{Зн} & a_{n-1} & a_{n-2} & a_{n-3} & \dots & a_0 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{ОК} = \begin{cases} + \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & a_{n-1} & a_{n-2} & \dots & a_0 \\ \hline \end{array} \\ - \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1 & \overline{a_{n-1}} & \overline{a_{n-2}} & \dots & \overline{a_0} \\ \hline \end{array} \end{cases}$$

$$\text{ДК} = \begin{cases} + \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & a_{n-1} & a_{n-2} & \dots & a_0 \\ \hline \end{array} \\ - \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1 & \overline{a_{n-1}} & \overline{a_{n-2}} & \dots & \overline{a_0} \\ \hline \end{array} \end{cases}$$

$$+ \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$= \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1 & b_{n-1} & b_{n-2} & & b_0 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Знаковый разряд } \text{Зн} = \begin{cases} 0 = + \\ 1 = - \end{cases}$$

Значащие разряды  $a_i$

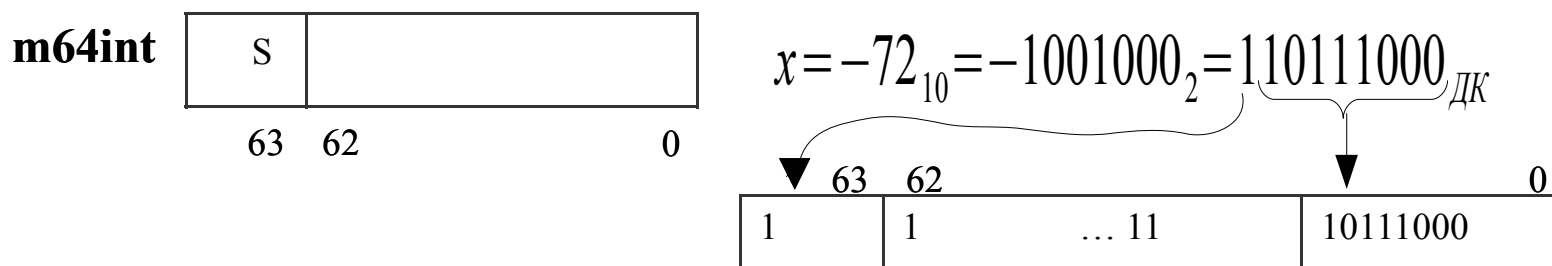
# Форматы данных

3.4.

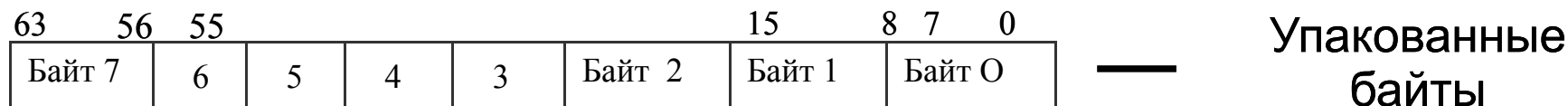
## Числа с фиксированной точкой:

- 1) смешанное :
- |    |           |           |     |       |          |     |          |
|----|-----------|-----------|-----|-------|----------|-----|----------|
| ЗН | $a_{n-1}$ | $a_{n-2}$ | ... | $a_0$ | $a_{-1}$ | ... | $a_{-n}$ |
|    | $q^{n-1}$ | $q^{n-2}$ |     | $q^0$ | $q^{-1}$ |     | $q^{-n}$ |
- 2) дробное: без знака
- |          |          |     |              |
|----------|----------|-----|--------------|
| $a_{-1}$ | $a_{-2}$ | ... | $a_{-n}$     |
| $2^{-1}$ | $2^{-2}$ |     | $2^{-(n-2)}$ |
| 0        | 1        |     | n-1          |
- со знаком
- |    |          |     |              |
|----|----------|-----|--------------|
| ЗН | $a_{-1}$ | ... | $a_{-n-1}$   |
|    | $2^{-1}$ |     | $2^{-(n-1)}$ |
| 0  | 1        |     | n-1          |
- 3) целое: без знака
- |           |           |     |       |
|-----------|-----------|-----|-------|
| $a_{n-1}$ | $a_{n-2}$ | ... | $a_0$ |
| $2^{n-1}$ | $2^{n-2}$ |     | $2^0$ |
| 0         | 1         |     | n-1   |
- со знаком
- |    |           |     |       |
|----|-----------|-----|-------|
| ЗН | $a_{n-2}$ | ... | $a_0$ |
|    | $2^{n-2}$ |     | $2^0$ |
| 0  | 1         |     | n-1   |

Целое: (int) Байт (8), Слово (16), Двойное слово (32), Квадро слово (64)



Упакованное слово: в 64 разрядах упаковывают байты (8\*8), слова (4\*16), двойные слова (2\*32)



# Числа с плавающей точкой $X = M * 2^P$ 3.5.



$$-P_{max} \leq P \leq +P_{max}$$

$$0 \leq M < 1$$

**Смещенный порядок:**



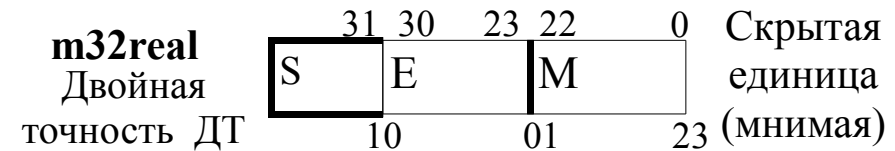
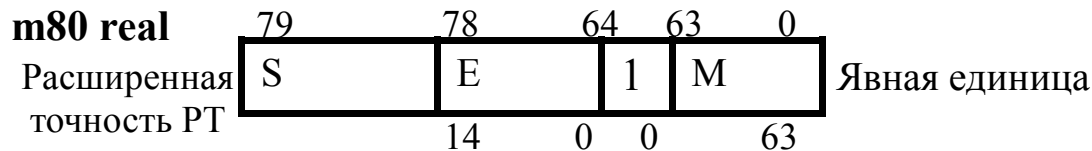
$$0 \leq (P + P_{max} = E) \leq +2P_{max}$$

**Нормализованная мантиисса:**  $1/2 \leq M < 1$

**Скрытая единица:**  $m_{-1} = 1$  —> МОЖНО НЕ ПИСАТЬ

**В МП Intel:**  $1 \leq M < 2$   $m_0 = 1$  т.е.

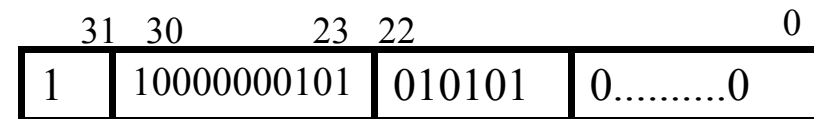
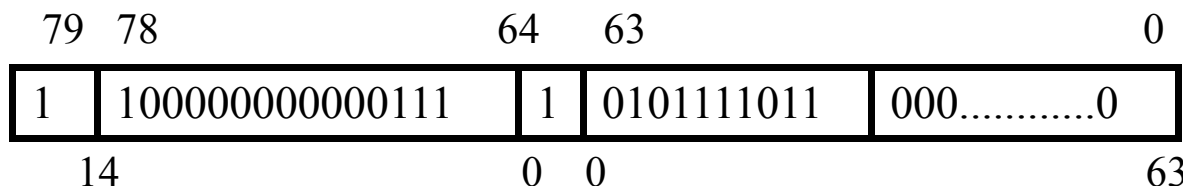
1	,	$m_{-1}$	...	$m_{-n}$
---	---	----------	-----	----------



Пусть  $x = -350,750_{10}$   
 $350_{10} = 101011110_2$ ,  $0,750_{10} = 0,11_2$ ,  $S=1$   
 $101011110,11 = 1,01011110,11 * 2^8$ ,  $E = 8 + (2^{14} - 1) = 8 + 16383 = 16391 = 100000000000111_2$

Пусть  $x = -85,125_{10} = -1010101,001_2$ ,  $P=6$ ,

$$E = 6 + (2^{10} - 1) = 1029 = 10000000101$$



# Десятичные числа: BCD-Binary Coded Decimal (ТЕТРАДА)

**Зонный:**

Байт		Байт		...	Байт	
Зона	Цифра	Зона	Цифра	...	Знак	Цифра

**Уплотненный:**

Байт		Байт		...	Байт	
Цифра	Цифра	Цифра	Цифра	...	Цифра	Знак

Пример зонного BCD - формата:

Байт		Байт		Байт	
	7	3	9	6	-
0000	0111	0011	1001	011	1101

**M80dec (МПIntel):**

79		71		0
S	--	D17.....D0		

79		72 71		0	
1 1 5 <sub>10</sub> =	0		0....00	0001	0001 0101

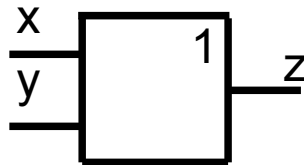
# Логические элементы ЭВМ

4.1

**или**

$$z = x \vee y$$

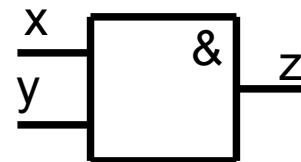
x	y	z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



**и**

$$z = x \wedge y$$

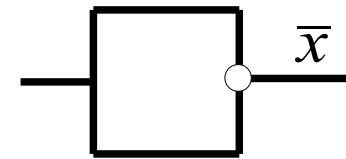
x	y	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



**не**

$$z = \bar{x}$$

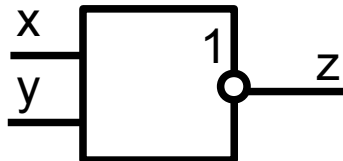
x	$\bar{x}$
0	1
1	0



**или-не**

$$z = \overline{x \vee y}$$

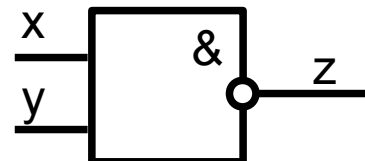
x	y	z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



**и-не**

$$z = \overline{x \wedge y}$$

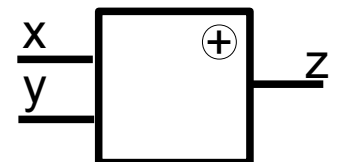
x	y	z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



**Сложение по модулю 2**

$$z = x \oplus y$$

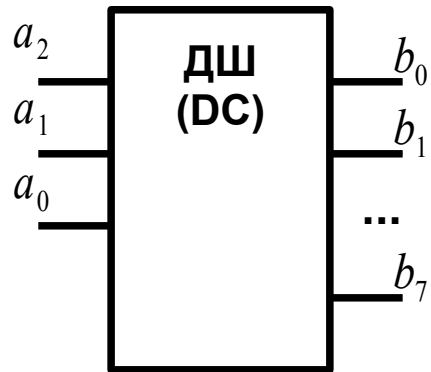
x	y	z
0	0	0
0	1	1
1	1	1
1	0	0



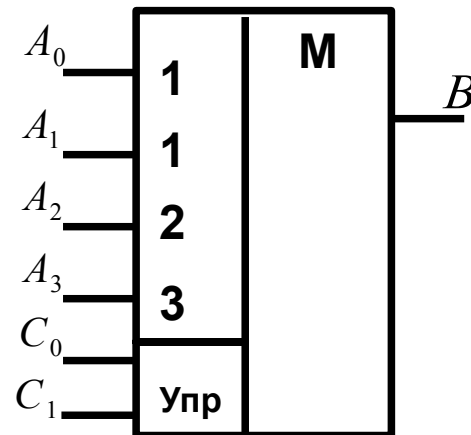
# Комбинационные узлы ЭВМ

4.2

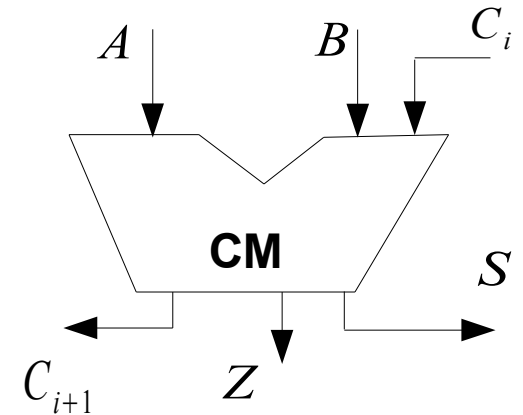
## Дешифратор (декодер)



## Мультиплексер



## Сумматор



$$B = A_i \text{ при } C_1 \ C_0 = i$$

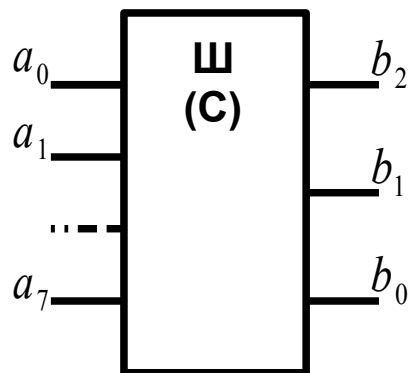
$$A=101$$

$$b_5=1$$

$$b_{i \neq 5}=0$$

$C_1$	$C_0$	$B$
0	0	$A_0$
0	1	$A_1$
1	0	$A_2$
1	1	$A_3$

## Шифратор (кодер)



$$a_i = 1,$$

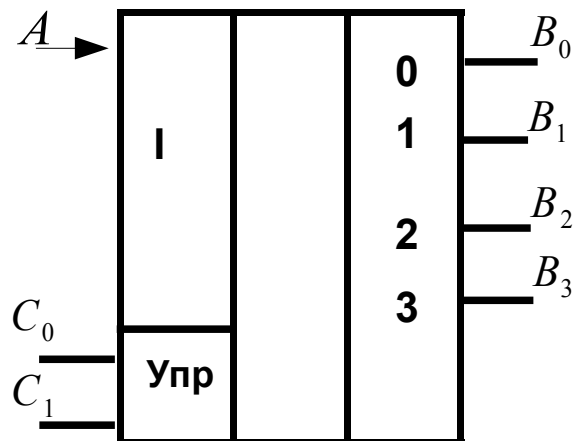
$$a_{j \neq i} = 0,$$

$$B = i_2.$$

A=01000000

B=110

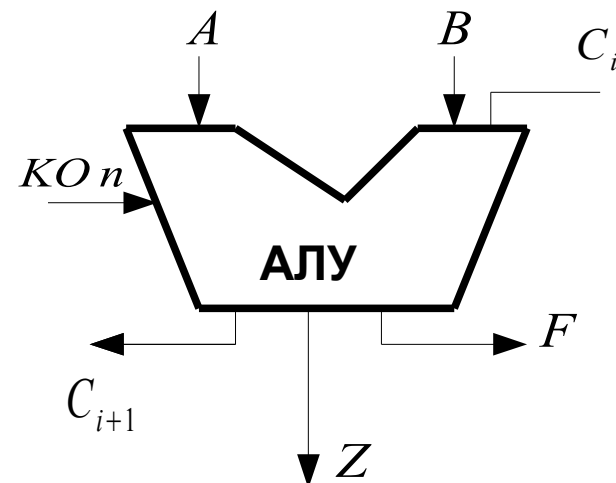
## Демультимплексер



$C_1$	$C_0$	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_3$
0	0	A	0	0	0
0	1	0	A	0	0
1	0	0	0	A	0
1	1	0	0	0	A

## Арифметико-логическое устройство

4.2.

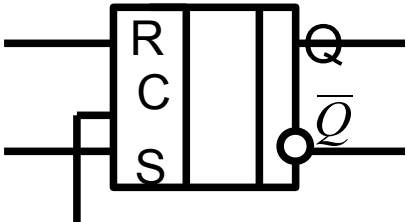
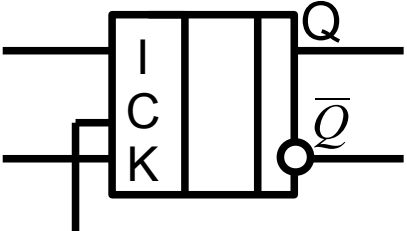
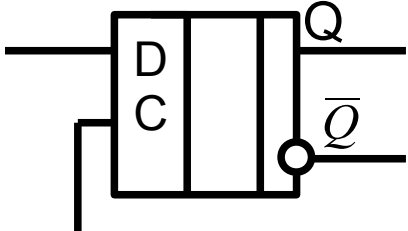
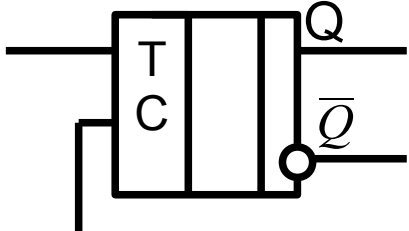




# Элементы ЭВМ с памятью

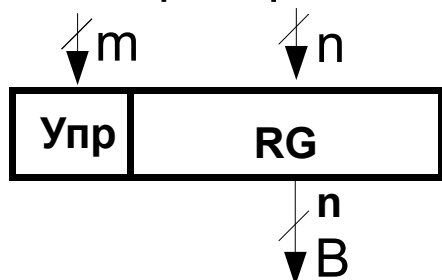
4.4

**Триггер** — элемент, имеющий два устойчивых состояния, который после установки сохраняет своё состояние, что позволяет хранить один бит информации

RS-триггер	JK-триггер	D-триггер	T-триггер																																																																																
 <p>S-set-установка R-reset-сброс</p> <table> <tr><th>R</th><th>S</th><th>Q</th><th><math>\bar{Q}</math></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td><td><math>\bar{Q}</math></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td></tr> </table>	R	S	Q	$\bar{Q}$	0	0	Q	$\bar{Q}$	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	-	-	 <table> <tr><th>I</th><th>K</th><th>Q</th><th><math>\bar{Q}</math></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td><td><math>\bar{Q}</math></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td><math>\bar{Q}</math></td><td>Q</td></tr> </table>	I	K	Q	$\bar{Q}$	0	0	Q	$\bar{Q}$	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	$\bar{Q}$	Q	 <p>Задержка</p> <table> <tr><th>D</th><th>C</th><th>Q</th><th><math>\bar{Q}</math></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td><td><math>\bar{Q}</math></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>Q</td><td><math>\bar{Q}</math></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	D	C	Q	$\bar{Q}$	0	0	Q	$\bar{Q}$	0	1	0	1	1	0	Q	$\bar{Q}$	1	1	1	0	 <p>Счетный</p> <table> <tr><th>T</th><th>C</th><th>Q</th><th><math>\bar{Q}</math></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td><td><math>\bar{Q}</math></td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>Q</td><td><math>\bar{Q}</math></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td><math>\bar{Q}</math></td><td>Q</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td><math>\bar{Q}</math></td><td>Q</td></tr> </table>	T	C	Q	$\bar{Q}$	0	0	Q	$\bar{Q}$	0	1	Q	$\bar{Q}$	1	0	$\bar{Q}$	Q	1	1	$\bar{Q}$	Q
R	S	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	0	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	1	1	0																																																																																
1	0	0	1																																																																																
1	1	-	-																																																																																
I	K	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	0	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	1	0	1																																																																																
1	0	1	0																																																																																
1	1	$\bar{Q}$	Q																																																																																
D	C	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	0	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	1	0	1																																																																																
1	0	Q	$\bar{Q}$																																																																																
1	1	1	0																																																																																
T	C	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	0	Q	$\bar{Q}$																																																																																
0	1	Q	$\bar{Q}$																																																																																
1	0	$\bar{Q}$	Q																																																																																
1	1	$\bar{Q}$	Q																																																																																

## Регистры

### 1. Регистры хранения



Прием, хранение, выдача

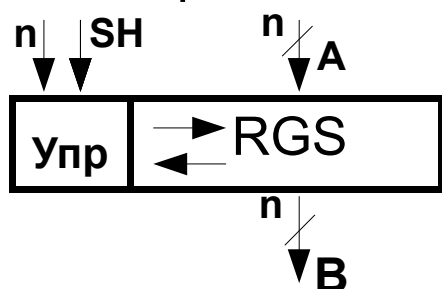
**Сброс**  $\rightarrow$   $RG := \emptyset$

**Загрузка**  $\rightarrow$   $RG := A$

**Выдача**  $\rightarrow$   $B := RG$

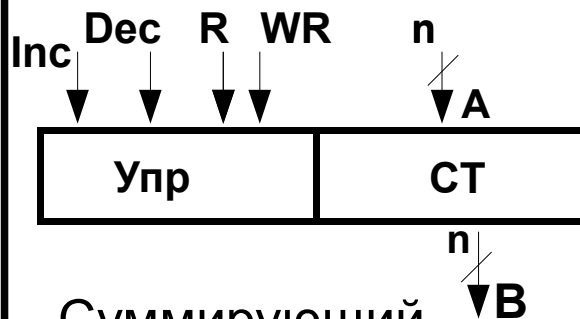
**Инверсия**  $B := A$

### 2. Регистры сдвига

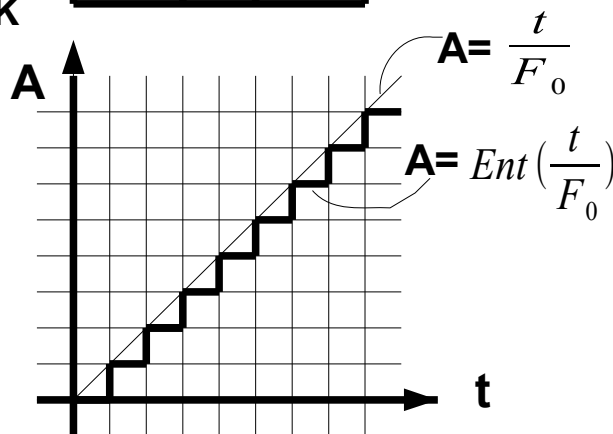
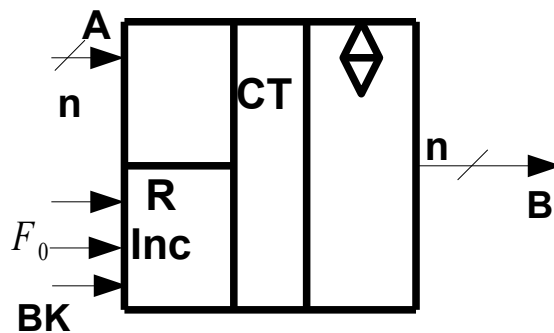


Влево, вправо  
Арифметический,  
логический, Кольцевой

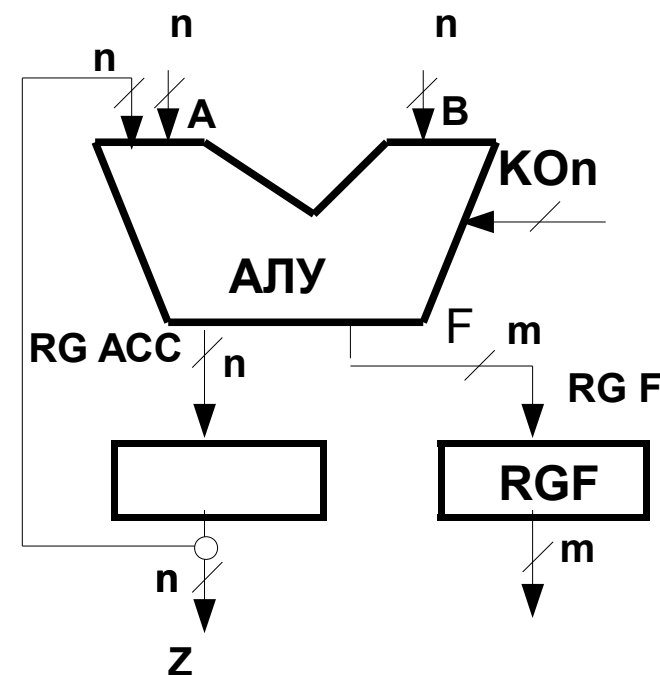
## Счетчики



Суммирующий  
Вычитающий  
Реверсивный



## АЛУ



**Флаги**

(признаки результата):

**Z** - нулевой результат

**C** - перенос из старшего разряда

**V** - переполнение

**N** - отрицательный результата