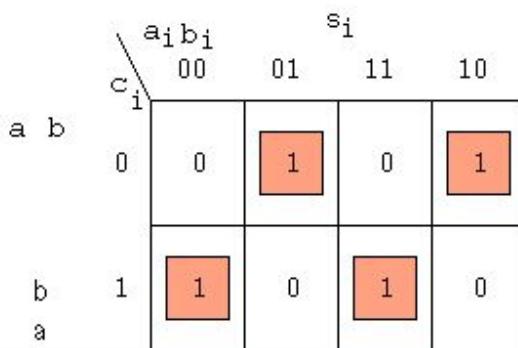


# Одноразрядный сумматор

	$a_i$	$b_i$	$c_i$	$s_i$	$c_{i+1}$
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	1



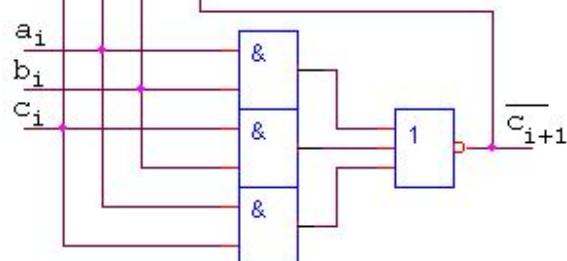
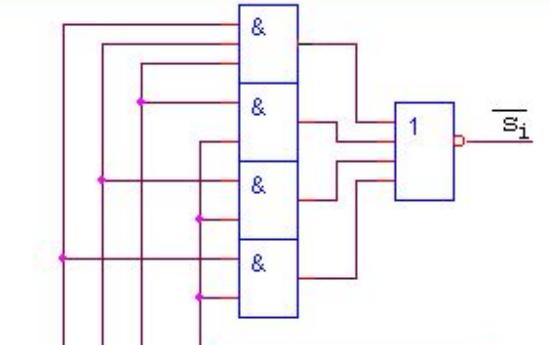
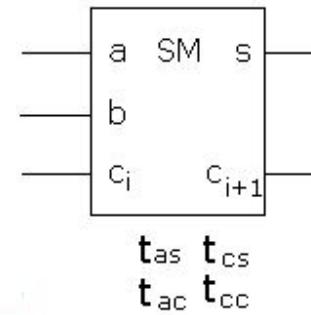
$$s_i = \overline{a_i} \cdot \overline{b_i} \cdot c_i \vee \overline{a_i} \cdot b_i \cdot \overline{c_i} \vee a_i \cdot \overline{b_i} \cdot \overline{c_i} \vee a_i \cdot b_i \cdot c_i$$

$$s_i = \overline{\overline{a_i} \cdot \overline{b_i} \cdot c_i} \vee \overline{\overline{a_i} \cdot b_i \cdot \overline{c_i}} \vee \overline{a_i \cdot \overline{b_i} \cdot \overline{c_i}} \vee \overline{a_i \cdot b_i \cdot c_i}$$

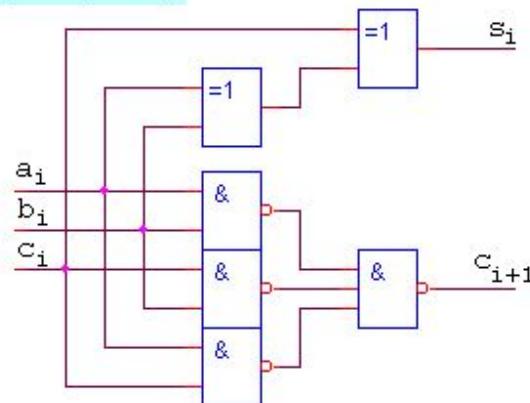
$$s_i = \overline{c_{i+1}} \cdot (a_i \vee b_i \vee c_i) \vee a_i \cdot b_i \cdot c_i =$$

$$\overline{c_{i+1}} \cdot a_i \vee \overline{c_{i+1}} \cdot b_i \vee \overline{c_{i+1}} \cdot c_i \vee a_i \cdot b_i \cdot c_i$$

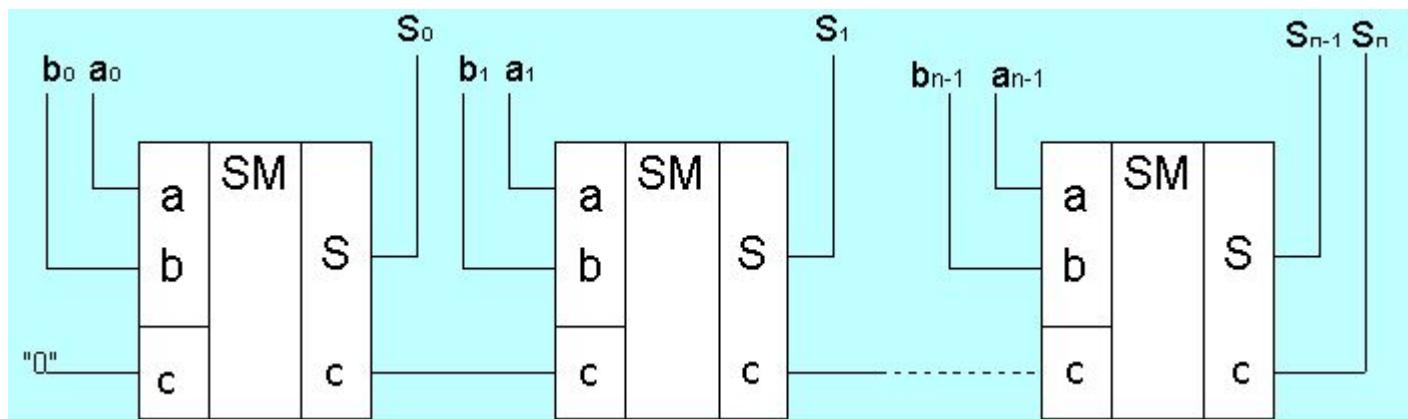
$$c_{i+1} = a_i \cdot b_i \vee a_i \cdot c_i \vee b_i \cdot c_i$$



$$s_i = \overline{a_i} \cdot (\overline{b_i} \cdot c_i \vee b_i \cdot \overline{c_i}) \vee a_i \cdot (\overline{b_i} \cdot \overline{c_i}) \vee b_i \cdot c_i = \\ a_i \oplus b_i \oplus c_i$$



## Многоразрядный сумматор с последовательным переносом



$$t_{AS} = t_{ac} + (n-2) \cdot t_{cc} +$$

$$t_{cs}$$

$$t_{AC} = t_{ac} + (n-1) \cdot t_{cc}$$

## Многоразрядный сумматор с параллельным переносом

$$g_i = a_i \cdot b_i ,$$

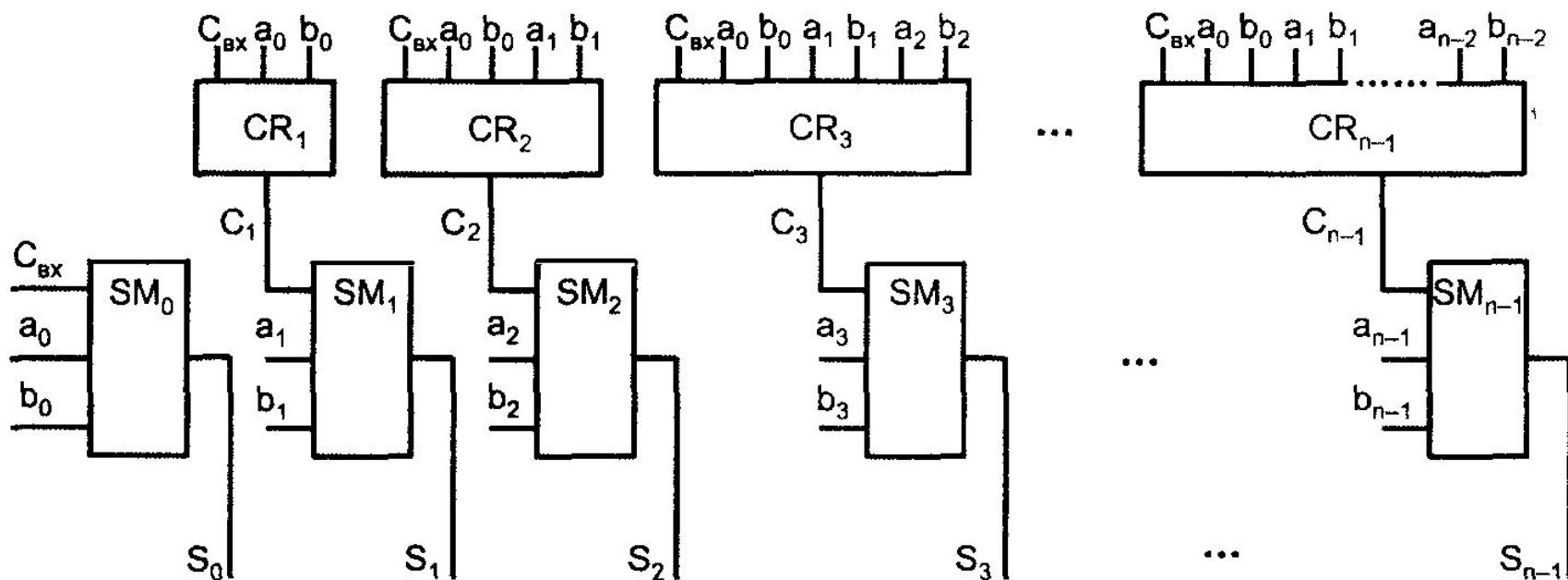
$$p_i = a_i \vee b_i ,$$

$$c_1 = g_0 \vee p_0 \cdot c_{bx} ,$$

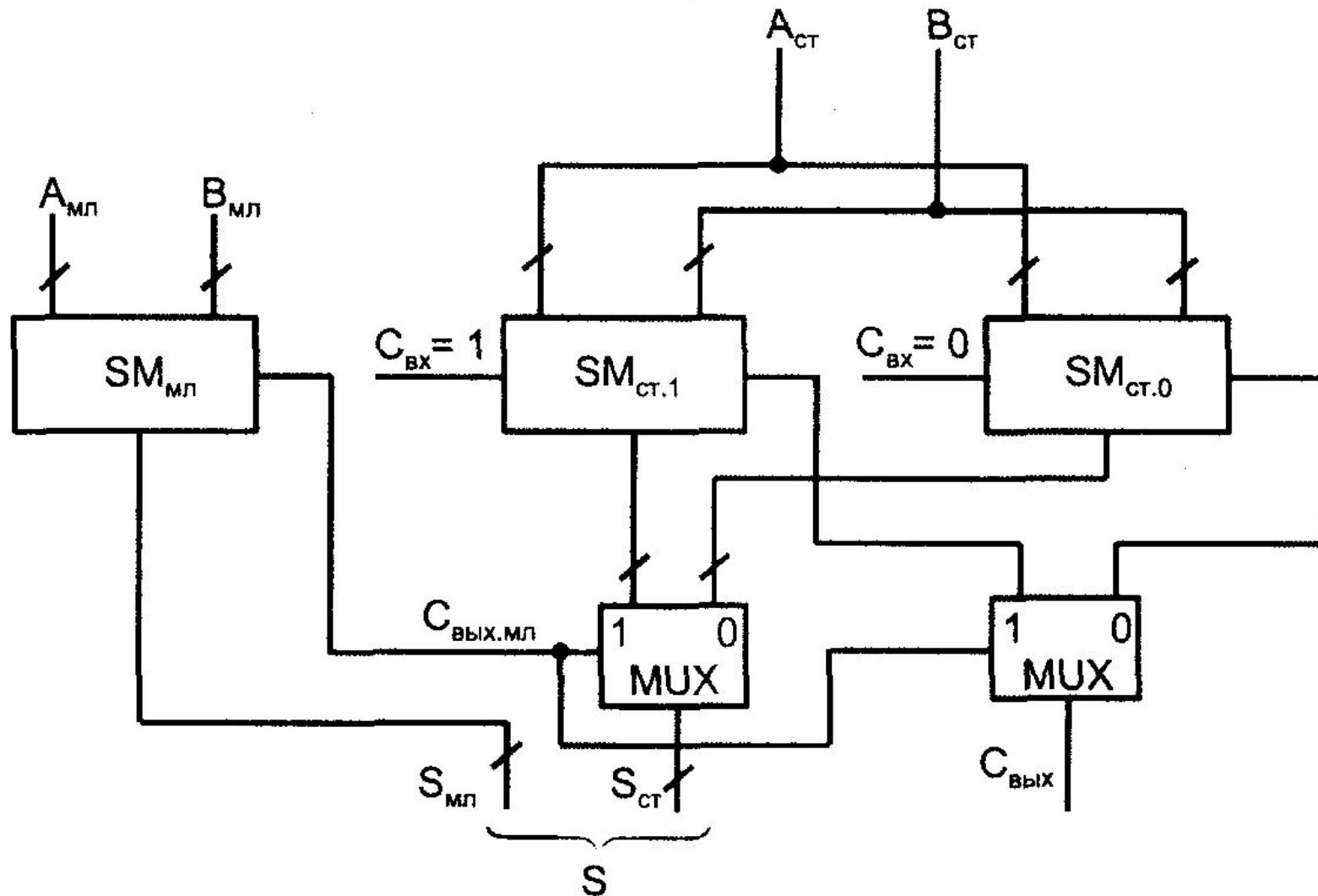
$$c_2 = g_1 \vee p_1 \cdot c_1 = g_1 \vee p_1 \cdot g_0 \vee p_1 \cdot p_0 \cdot c_{bx},$$

$$c_3 = g_2 \vee p_2 \cdot c_2 = g_2 \vee p_2 \cdot g_1 \vee p_2 \cdot p_1 \cdot g_0 \vee p_2 \cdot p_1 \cdot$$

$$p_0 \cdot c_{bx} .$$



## Сумматор с условным переносом



# Компаратор

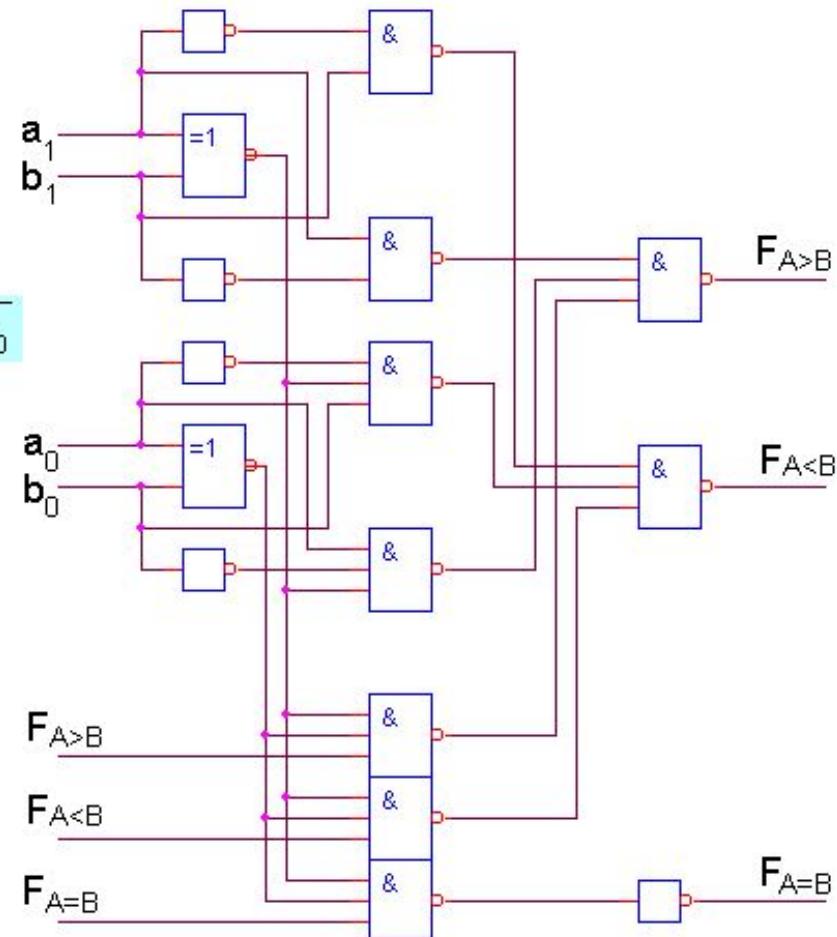
$$r_i = \overline{a_i \oplus b_i}$$

$$F_{A=B} = r_{n-1} \cdot r_{n-2} \cdot \dots \cdot r_1 \cdot r_0$$

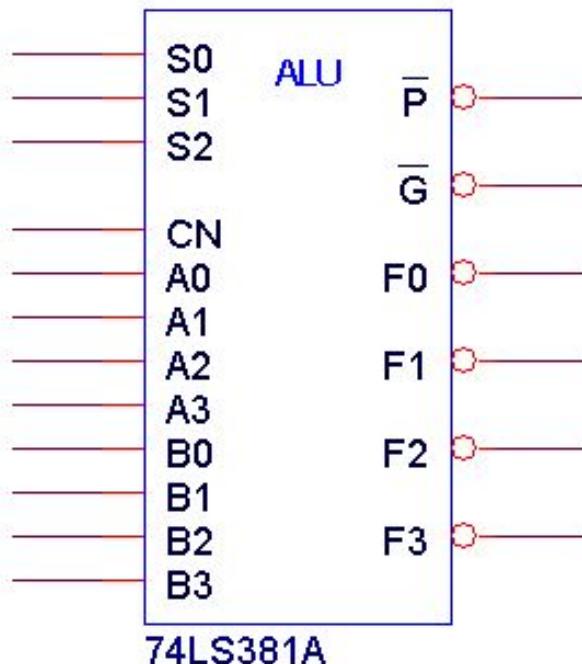
$$F_{A>B} = a_1 \cdot \overline{b_1} \vee r_1 \cdot a_0 \cdot \overline{b_0}$$

$$F_{A>B} = a_{n-1} \cdot \overline{b_{n-1}} \vee r_{n-1} \cdot a_{n-2} \cdot \overline{b_{n-2}} \vee \dots \vee r_{n-1} \cdot r_{n-2} \dots r_1 \cdot a_0 \cdot \overline{b_0}$$

A	=	
0		
1		
B		A <sub>&gt;</sub>
0		A <sub>&lt;</sub>
1		A <sub>=</sub>
A <sub>&gt;</sub>		
A <sub>&lt;</sub>		
A <sub>=</sub>		

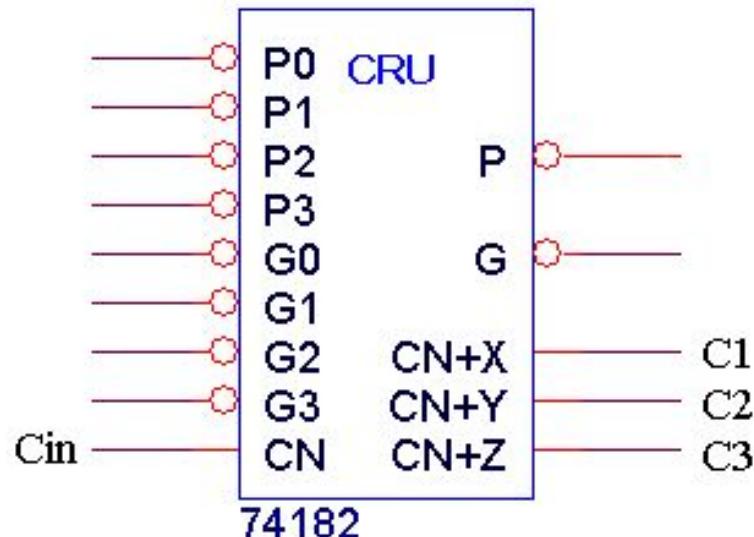


# Арифметико-логические устройства



Operation	Inputs		S0	Outputs F[3..0]
	S2	S1		
Clear	L	L	L	L
B - A	L	L	H	B - A - Cn
A - B	L	H	L	A - B - Cn
A + B	L	H	H	A + B + Cn
A \$ B	H	L	L	A \$ B
A # B	H	L	H	A # B
A & B	H	H	L	A & B
Preset	H	H	H	H

## Блок ускоренного переноса



$$g_i = a_i \cdot b_i ,$$

$$p_i = a_i \vee b_i ,$$

$$c_1 = g_0 \vee p_0 \cdot \text{cin} ,$$

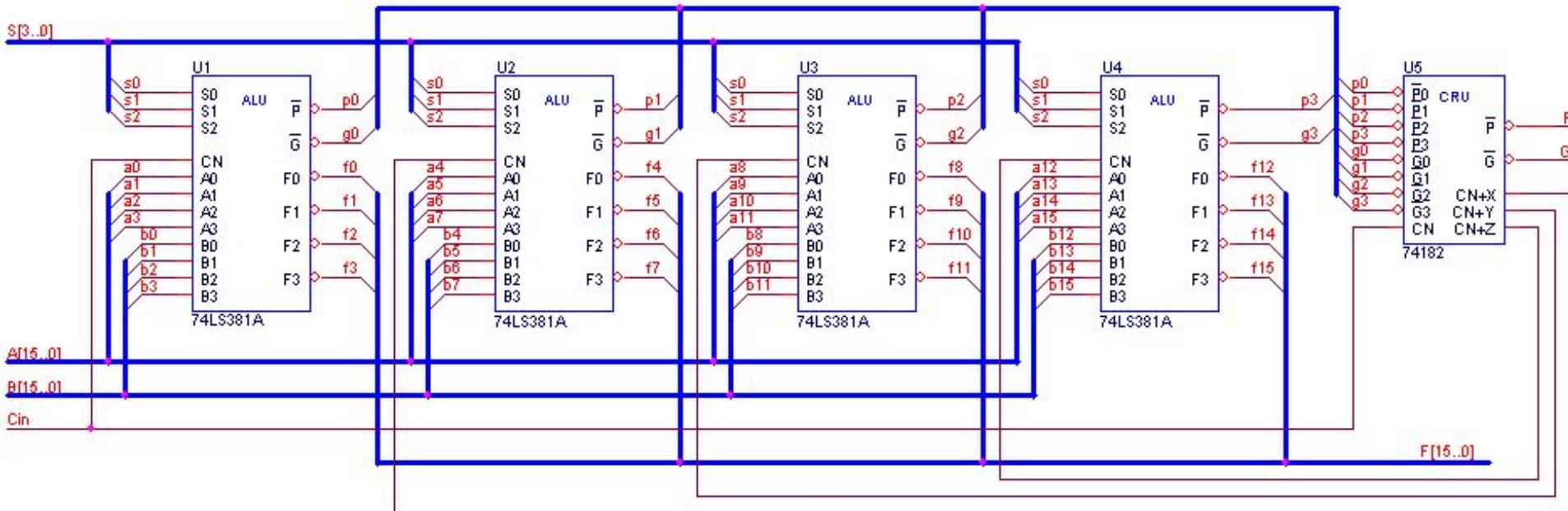
$$c_2 = g_1 \vee p_1 \cdot c_1 = g_1 \vee p_1 \cdot g_0 \vee p_1 \cdot p_0 \cdot \text{cin},$$

$$c_3 = g_2 \vee p_2 \cdot c_2 = g_2 \vee p_2 \cdot g_1 \vee p_2 \cdot p_1 \cdot g_0 \vee p_2 \cdot p_1 \cdot p_0 \cdot \text{cin} .$$

$$G = g_3 \vee p_3 \cdot g_2 \vee p_3 \cdot p_2 \cdot g_1 \vee p_3 \cdot p_2 \cdot p_1 \cdot g_0 \vee p_3 \cdot p_2 \cdot p_1 \cdot p_0 \cdot \text{cin} .$$

$$P = p_3 \cdot p_2 \cdot p_1 \cdot p_0$$

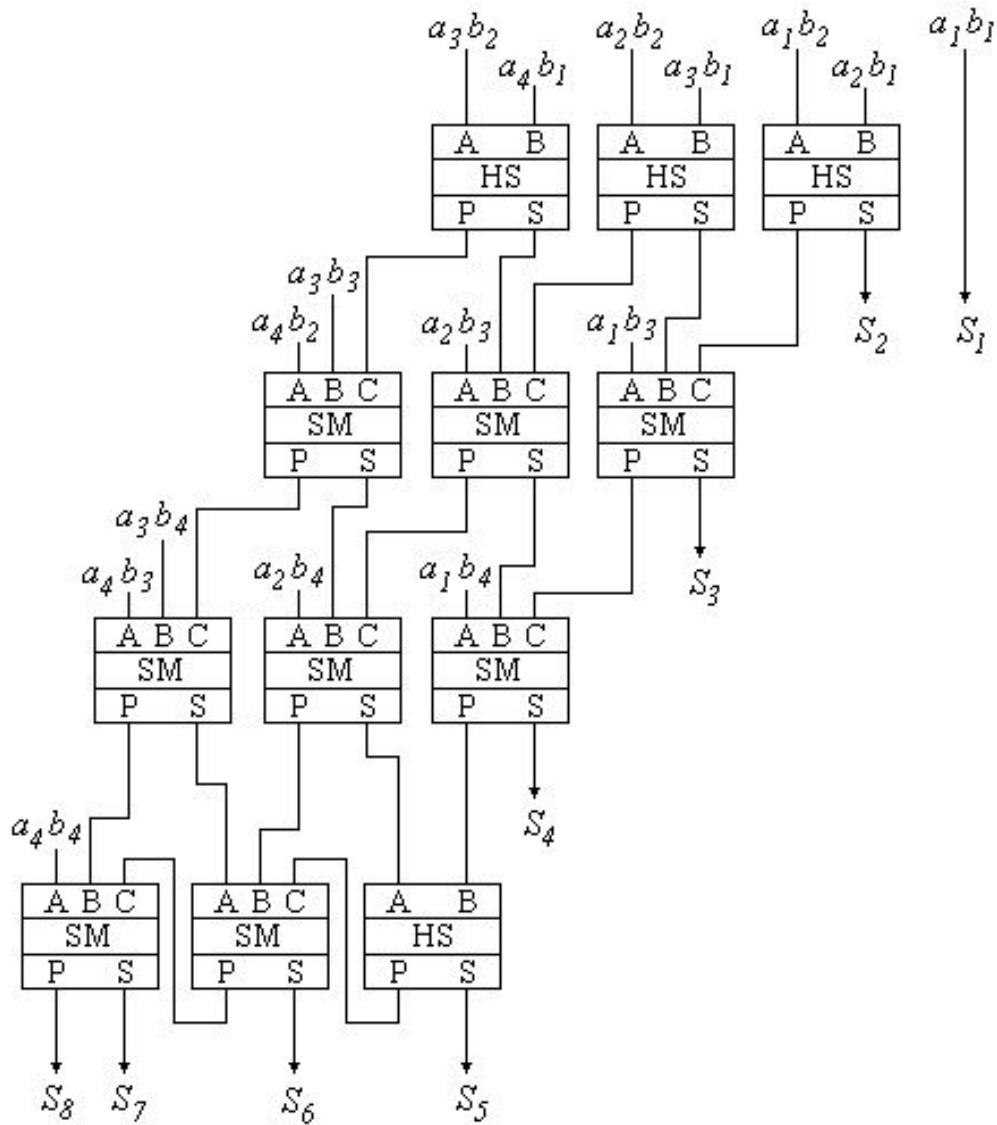
# Наращивание АЛУ при параллельном переносе



## Матричный умножитель

$$\begin{array}{r}
 \times A = \begin{matrix} a_4 & a_3 & a_2 & a_1 \\ b_4 & b_3 & b_2 & b_1 \end{matrix} \\
 \hline
 \begin{matrix} a_4b_1 & a_3b_1 & a_2b_1 & a_1b_1 \\ a_4b_2 & a_3b_2 & a_2b_2 & a_1b_2 \\ a_4b_3 & a_3b_3 & a_2b_3 & a_1b_3 \\ a_4b_4 & a_3b_4 & a_2b_4 & a_1b_4 \end{matrix} \\
 \hline
 C = \begin{matrix} S_8 & S_7 & S_6 & S_5 & S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \end{matrix}
 \end{array}$$

$$t = 2 * t_{HS} + t_{SM} \cdot (n_A + n_B - 4)$$



## Схемы ускоренного умножения

Алгоритм Бута

$$A \cdot B = A \cdot (b_n b_{n-1} \dots b_1 b_0)$$

$$b_i \cdot 2^i = b_i \cdot 2^{i+1} - 2 \cdot b_i \cdot 2^{i-1}$$

$$R_i = A \cdot (-2 \cdot b_{i+1} + b_i + b_{i-1}) \cdot 2^i$$

$$i = 0, 2, 4, \dots, n$$

Пример:

**A=1011**

**B=1001=0010010**

$b_{i+1}$	$b_i$	$b_{i-1}$	$R_i / 2^i$
0	0	0	0
0	0	1	A
0	1	0	A
0	1	1	2A
1	0	0	-2A
1	0	1	-A
1	1	0	-A
1	1	1	0

i	$b_{i+1} b_i b_{i-1}$	$R_i$
0	010	$A = 00001011$
2	100	$-A * 2^{i+1} = 10101000$
4	001	$A * 2^i = 10110000$
		$A * B = 01100011$

