

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Схемотехника ЭВМ

Лекция №10
Компараторы. Сумматоры

Мальчуков Андрей Николаевич

Томск – 2014

Компараторы

- Компараторы (устройства сравнения) определяют отношения между двумя словами.
- В процессе обработки данных возникает необходимость проверить логические условия двух слов: $A=B$; $A \neq B$; $A < B$; $A > B$; $A \leq B$; $A \geq B$.
- Основные отношения, через которые можно выразить остальные, принято использовать два: $A=B$; $A > B$.
- Функции принимают единичное значение (истинны), если соблюдается условие, указанное в индексе обозначения функции. Например, функция $F_{A=B}=1$, если $A=B$ и принимает нулевое значение при $A \neq B$.

Компараторы

- Приняв в качестве основных отношения $A=B$ и $A>B$ для остальных отношений можно записать:

A	 	B	 	A=B	 	A>B	 	Выход
0	 	0	 	1	 	0	 	A=B, A≤B, A≥B
0	 	1	 	0	 	0	 	A<B, A≤B
1	 	0	 	0	 	1	 	A>B, A≥B
1	 	1	 	1	 	0	 	A=B, A≤B, A≥B

$$F_{A \neq B} = \overline{F_{A=B}}; F_{A < B} = \overline{F_{A > B}} \wedge \overline{F_{A=B}}; F_{A \geq B} = F_{A > B} \vee F_{A=B}; F_{A \leq B} = \overline{F_{A > B}} \vee F_{A=B}$$

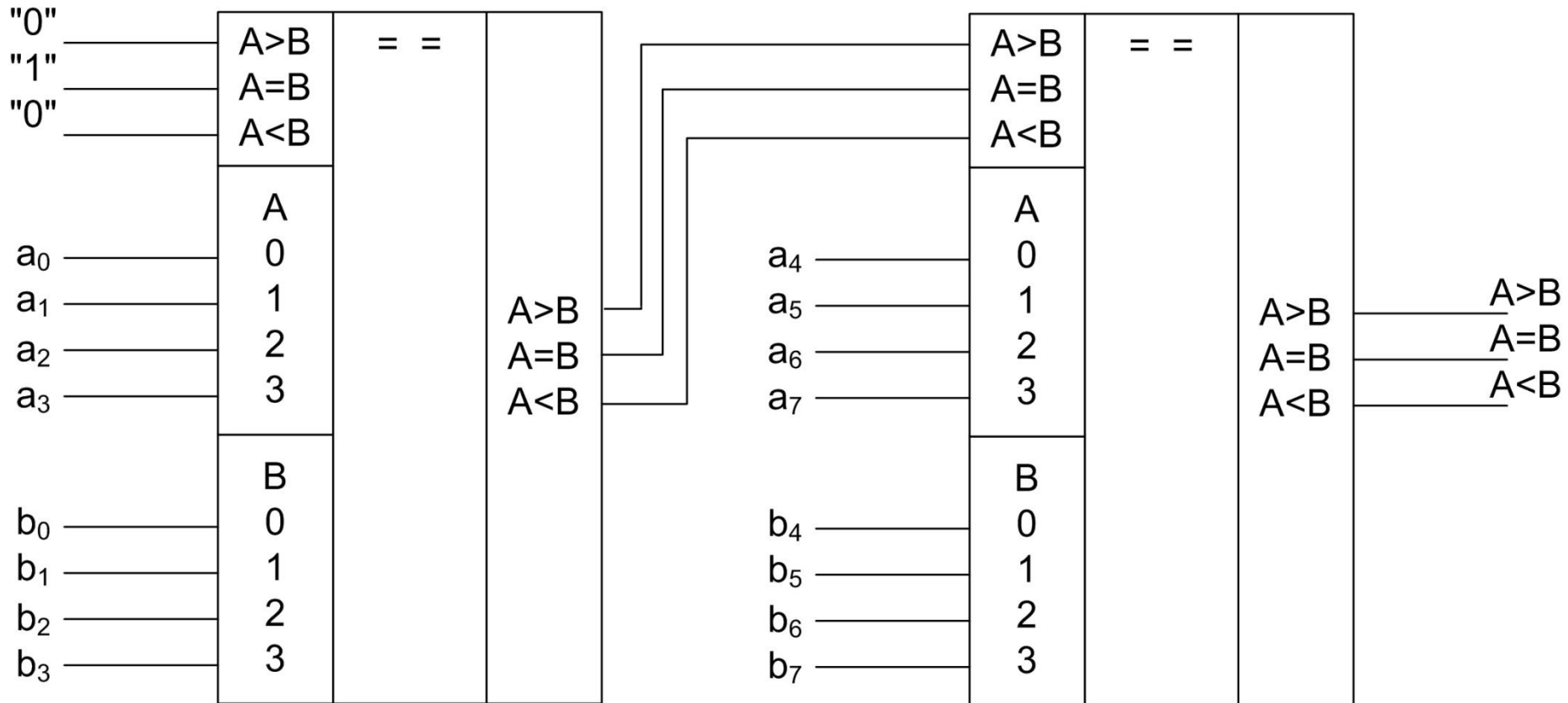
УГО



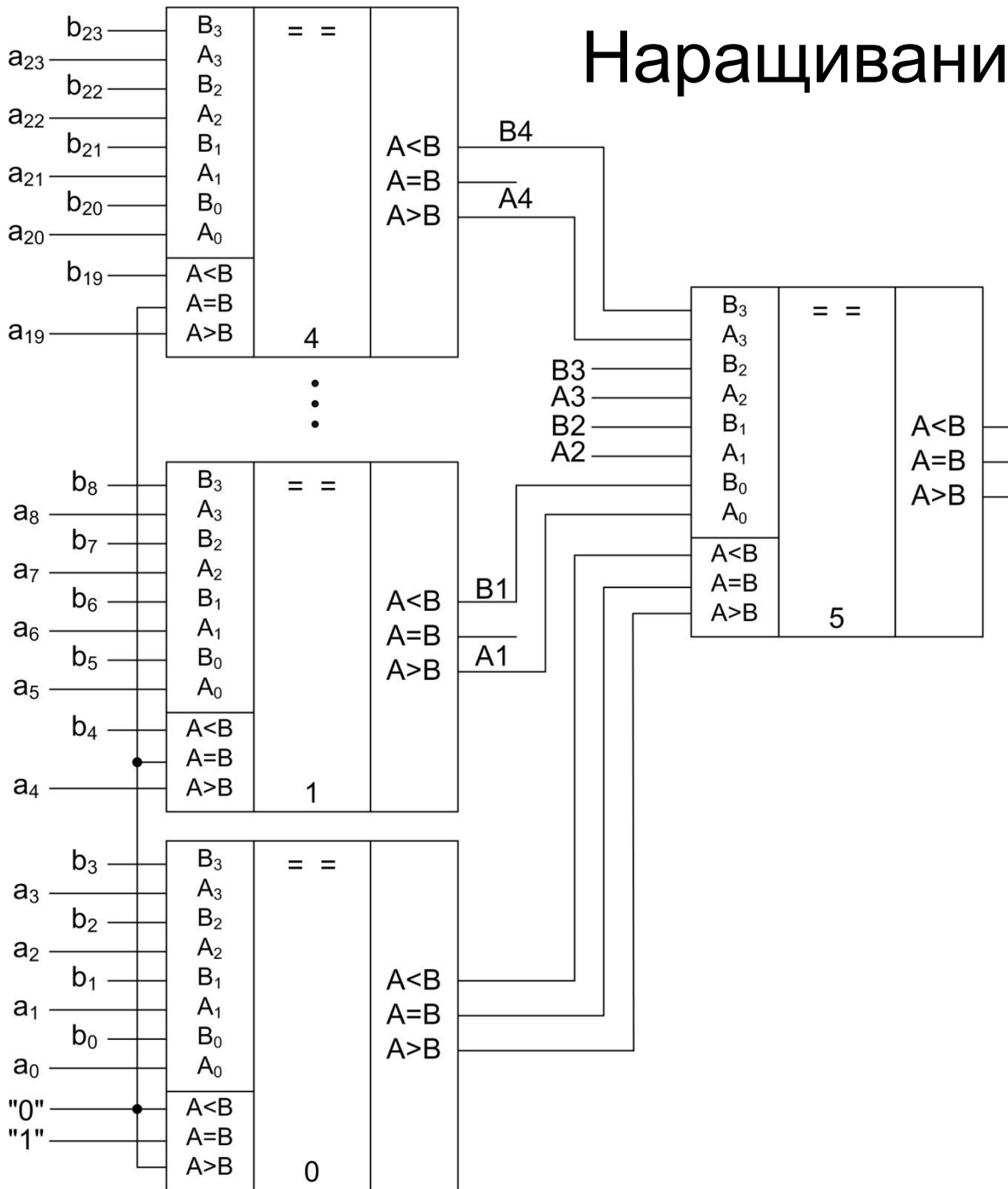
Таблица функционирования

A, B				Входы			Выходы		
3	2	1	0	A>B	A=B	A<B	A>B	A=B	A	X	X	X	X	X	X	1	0	0
<	X	X	X	X	X	X	0	0	1
=	>	X	X	X	X	X	1	0	0
=	<	X	X	X	X	X	0	0	1
=	=	>	X	X	X	X	1	0	0
=	=	<	X	X	X	X	0	0	1
=	=	=	>	X	X	X	1	0	0
=	=	=	<	X	X	X	0	0	1
=	=	=	=	1	0	0	1	0	0
=	=	=	=	0	0	1	0	0	1
=	=	=	=	X	1	X	0	1	0
=	=	=	=	1	0	1	0	0	0
=	=	=	=	0	0	0	1	0	1

Наращивание разрядности: последовательно

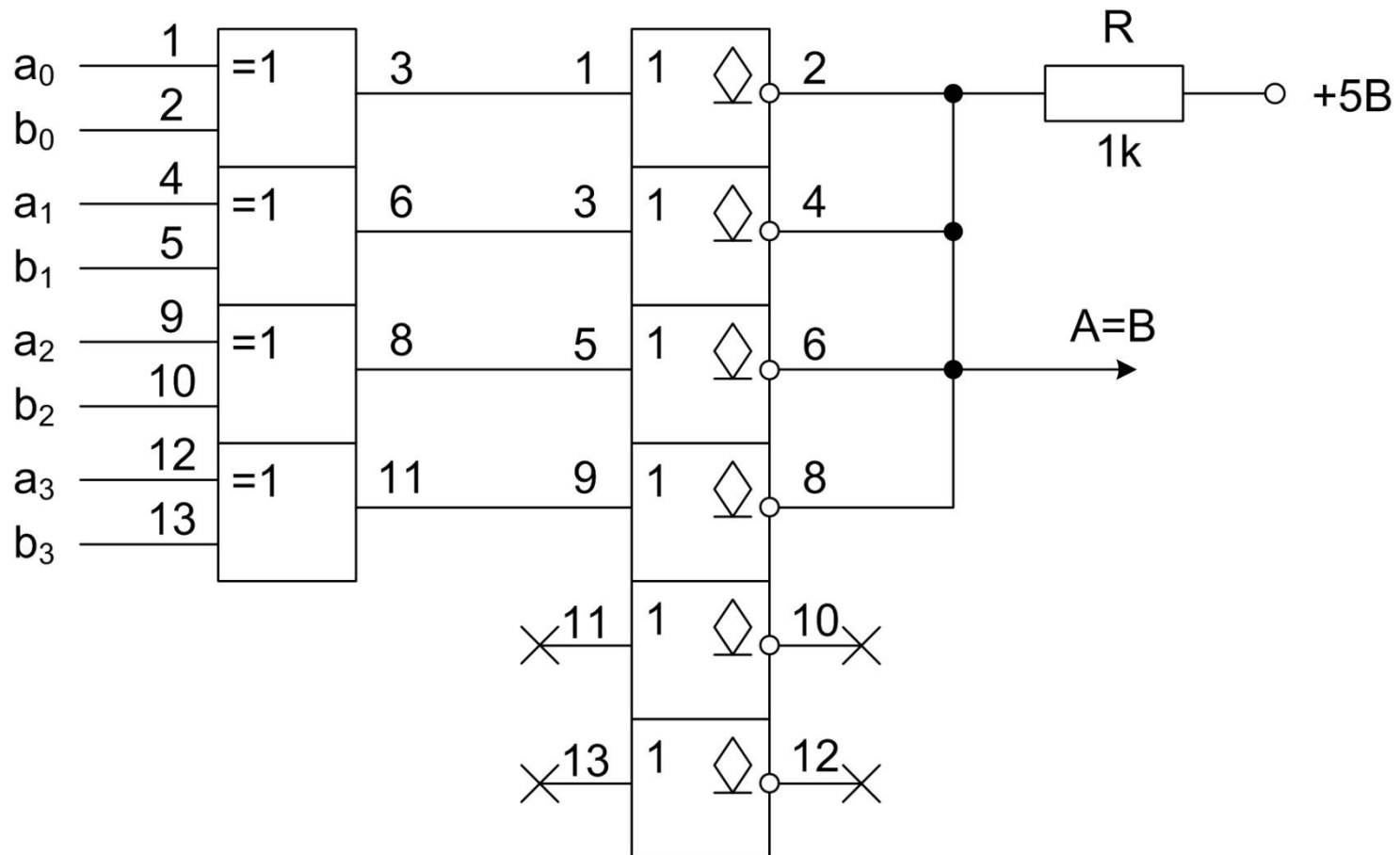


Наращивание разрядности: параллельно

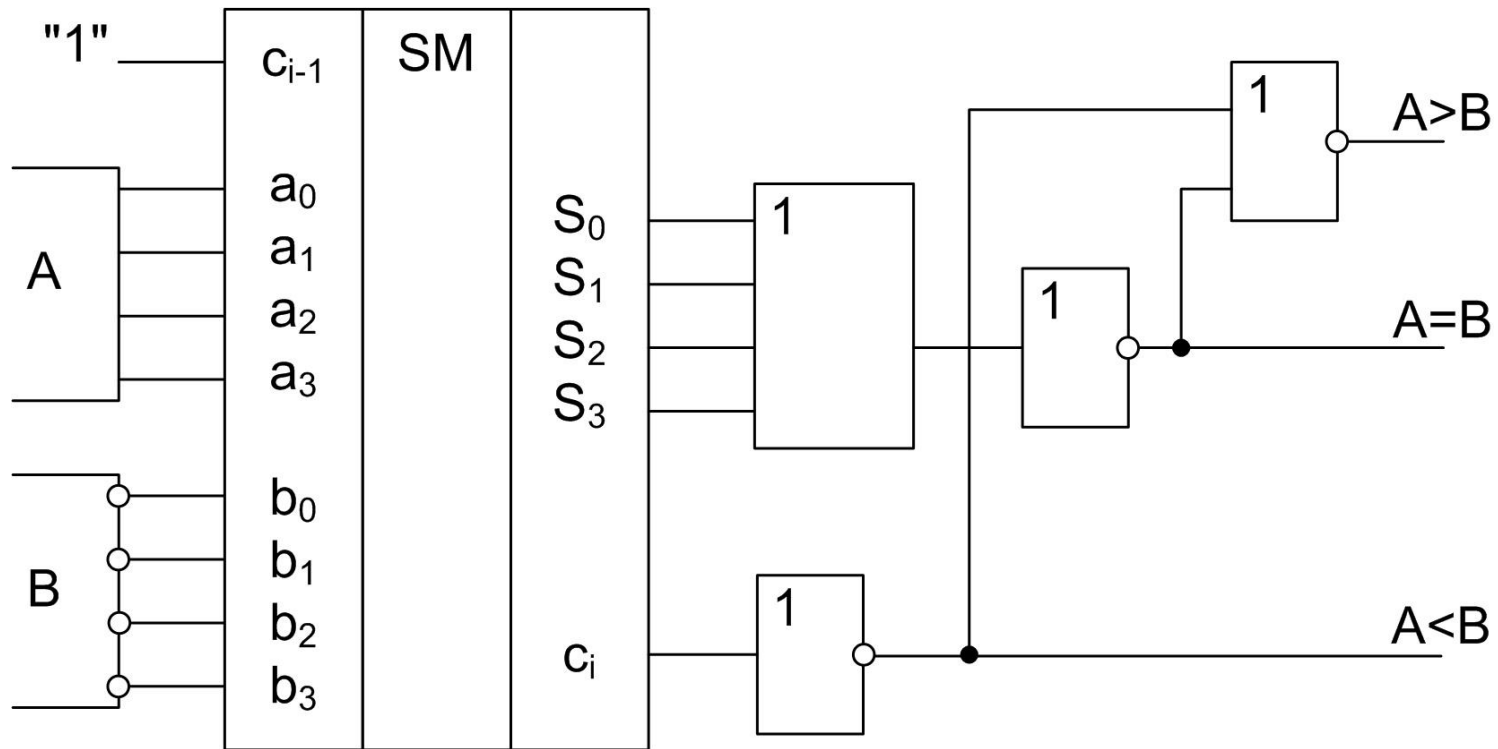


4-х разрядный компаратор

- Вариант схемы четырехразрядного компаратора на ИС 555 серии К555ЛП5 (четыре элемента сложения по mod 2) и К555ЛН2 (6 инверторов с открытым коллектором)

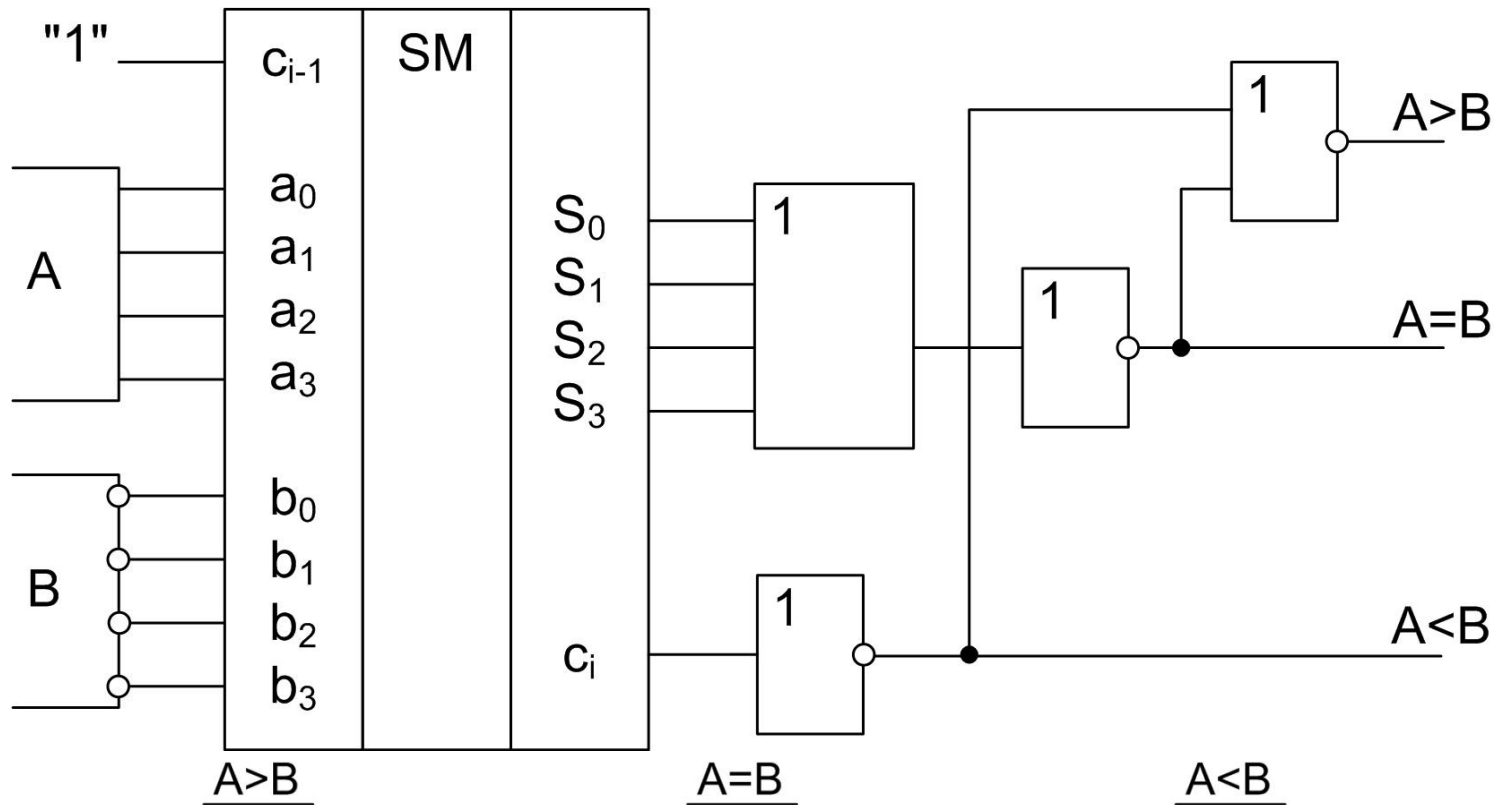


4-х разрядный компаратор



Входы		Выходы		
a	b	$A > B$	$A = B$	$A < B$
0	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0

4-х разрядный компаратор



A > B

$$\begin{array}{r}
 - A + \underline{13} + 1101 \\
 - B + \underline{12} + 0011 \\
 \quad + \quad 1 \\
 \hline
 \quad \quad 1.0001 \\
 \swarrow \quad \underbrace{\hspace{2cm}} \\
 c_i=1 \quad S \neq 0
 \end{array}$$

A = B

$$\begin{array}{r}
 - A + \underline{12} + 1100 \\
 - B + \underline{12} + 0011 \\
 \quad + \quad 1 \\
 \hline
 \quad \quad 1.0000 \\
 \underbrace{\hspace{2cm}} \\
 S = 0
 \end{array}$$

A < B

$$\begin{array}{r}
 - A + \underline{11} + 1011 \\
 - B + \underline{12} + 0011 \\
 \quad + \quad 1 \\
 \hline
 \quad \quad 0.1111 \\
 \swarrow \quad \underbrace{\hspace{2cm}} \\
 c_i=0 \quad S \neq 0
 \end{array}$$

Сумматоры

- Сумматоры выполняют арифметическое сложение и вычитание чисел.
- Сумматоры выпускаются как в виде отдельных ИС, так и являются ядром схем арифметико-логических устройств (АЛУ).
- Аппаратная сложность и быстродействие сумматора являются очень важными параметрами при построении устройств обработки данных, поэтому разработано множество вариантов сумматоров, которые имеют разветвленную классификацию.

Классификация сумматоров

Для обработки многоразрядных операндов используются:

- сумматор для последовательных операндов;
- сумматор для параллельных операндов с последовательным переносом;
- сумматор для параллельных операндов с параллельным переносом;
- сумматор групповой структуры с параллельным межгрупповым переносом;
- сумматор с условным переносом.

Одноразрядный сумматор

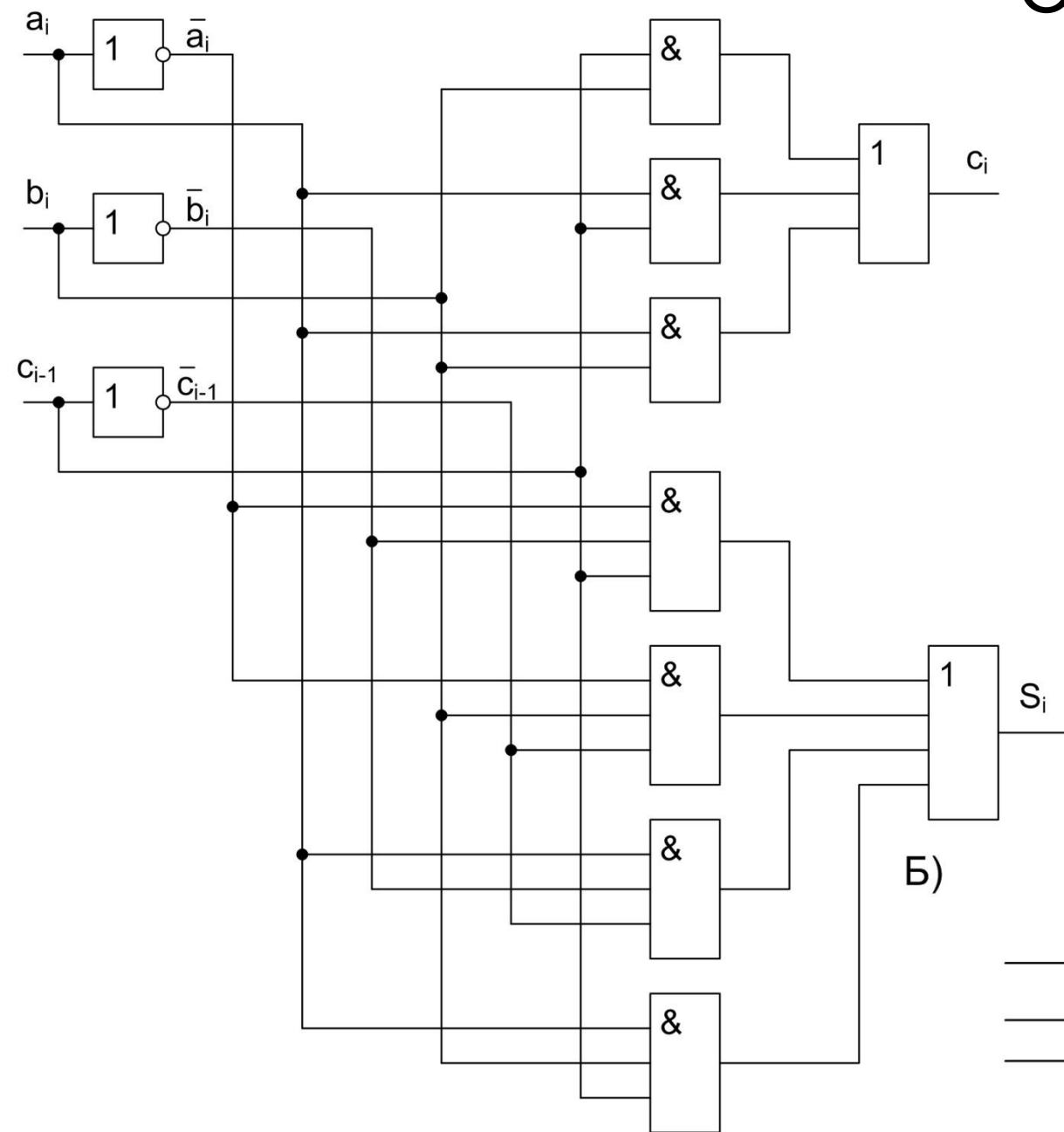
Входы			Выходы	
a_i	b_i	c_{i-1}	S_i	c_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$S_i = \bar{a}_i \bar{b}_i c_{i-1} \vee \bar{a}_i b_i \bar{c}_{i-1} \vee a_i \bar{b}_i \bar{c}_{i-1} \vee a_i b_i c_{i-1}$$

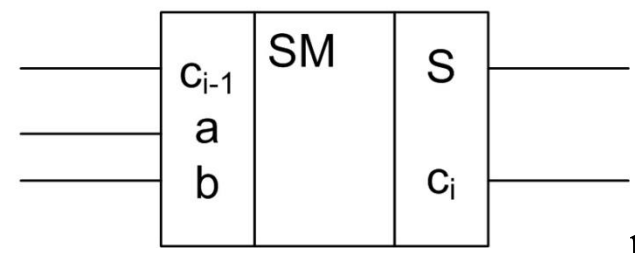
$$c_i = \bar{a}_i b_i c_{i-1} \vee a_i \bar{b}_i c_{i-1} \vee a_i b_i \bar{c}_{i-1} \vee a_i b_i c_{i-1}$$

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

A)

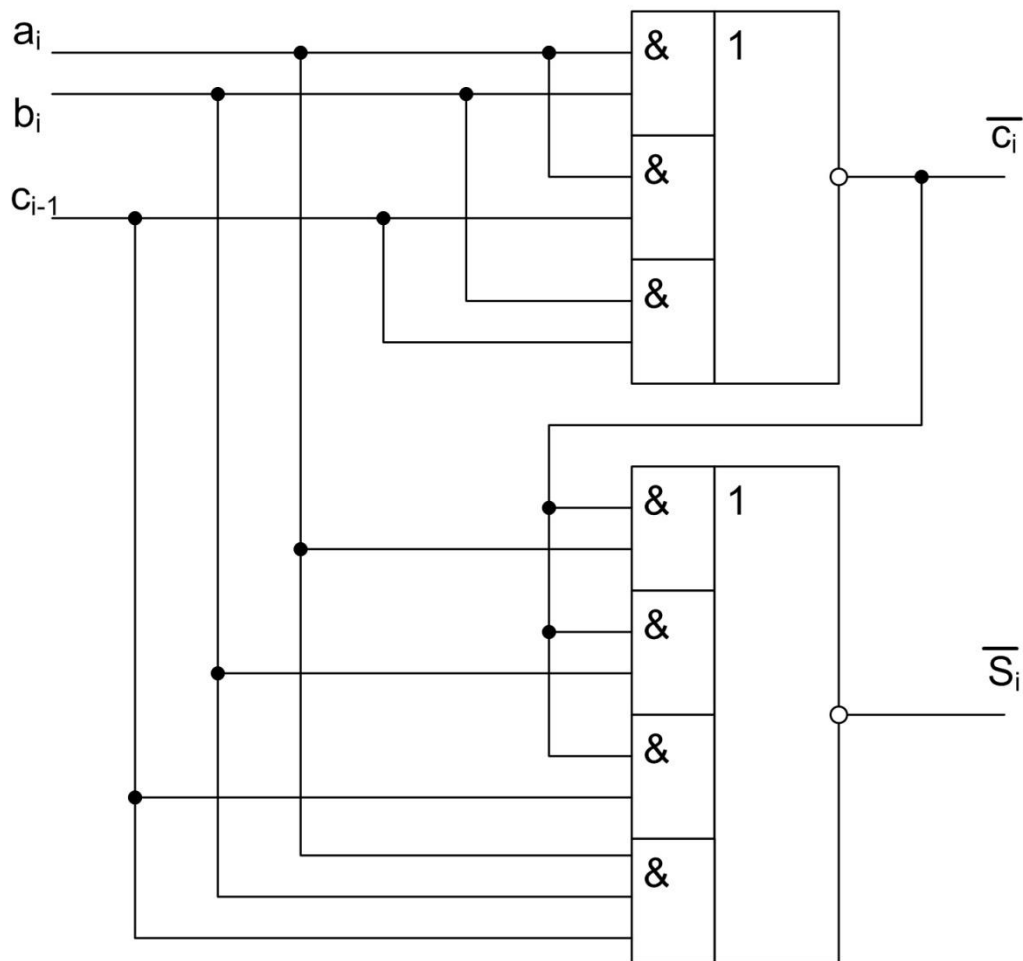


Б)



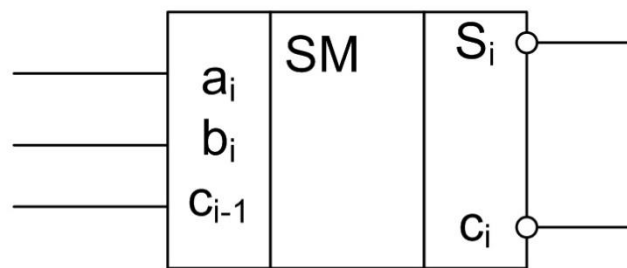
Одноразрядный
сумматор
в базисе
И, ИЛИ, НЕ

A)



Одноразрядный сумматор на ЛЭ И-ИЛИ-НЕ

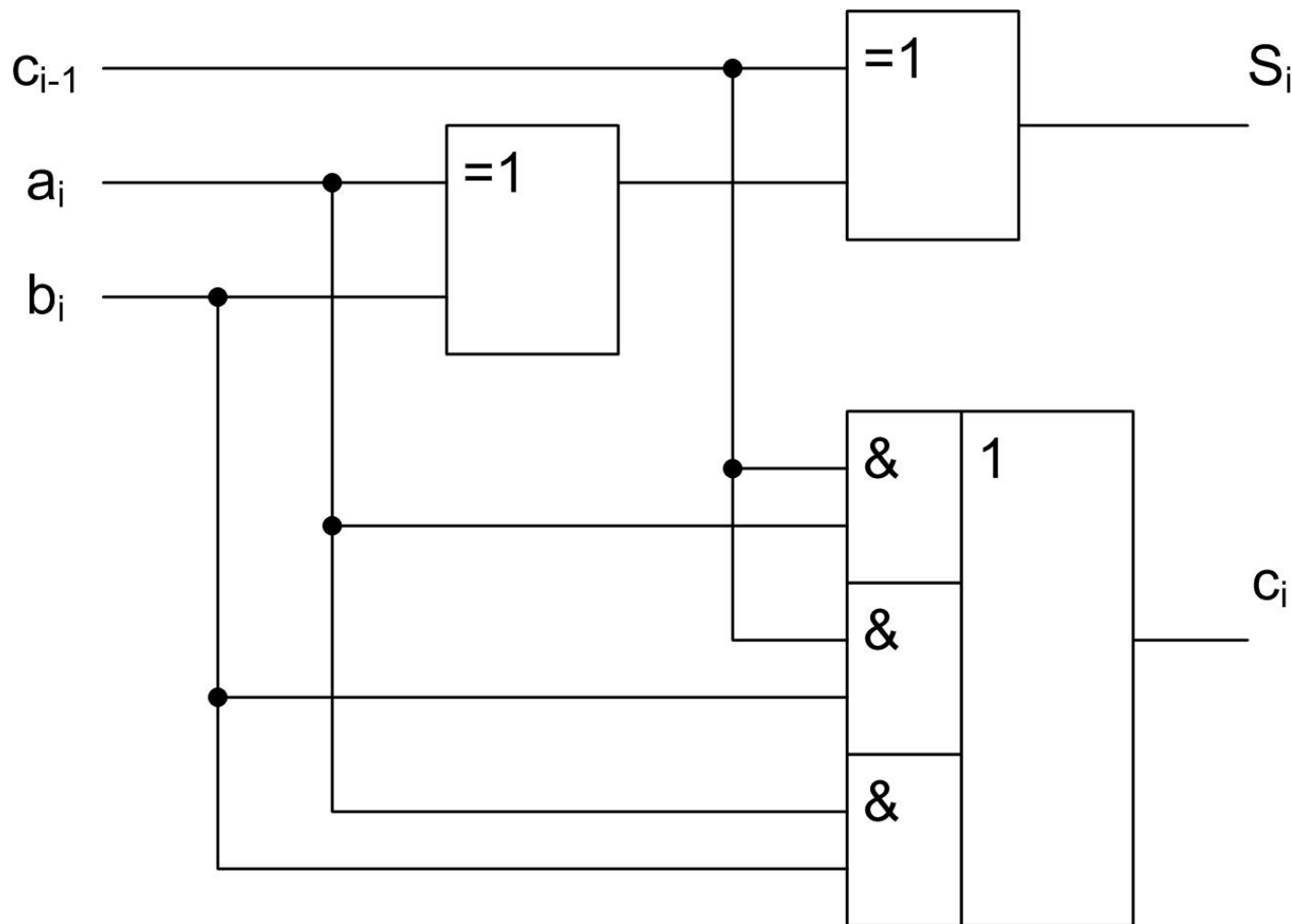
Б)



$$\bar{S}_i = \overline{a_i \cdot \bar{c}_i \vee b_i \cdot \bar{c}_i \vee c_{i-1} \cdot \bar{c}_i \vee a_i \cdot b_i \cdot c_{i-1}}$$

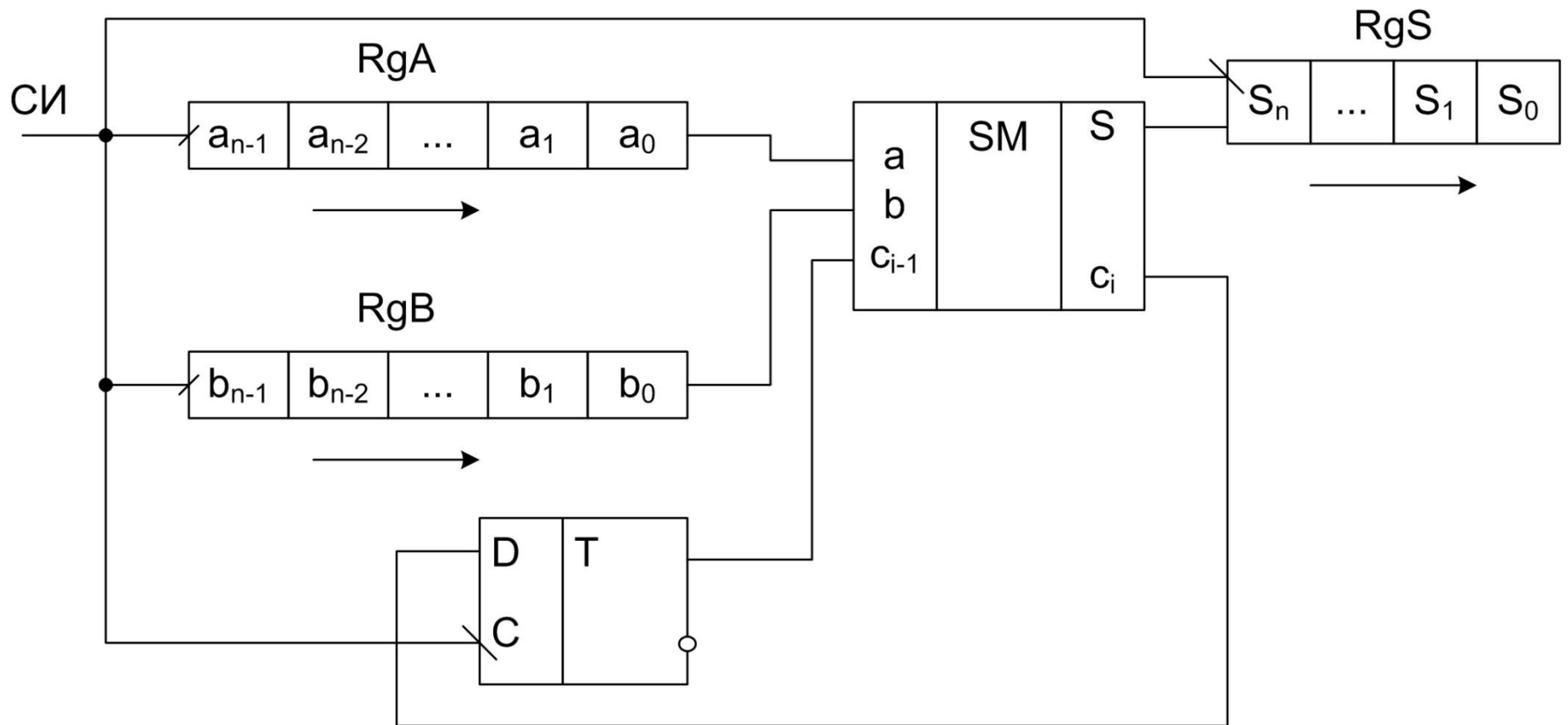
$$\bar{c}_i = \overline{a_i \cdot c_{i-1} \vee b_i \cdot c_{i-1} \vee a_i \cdot b_i}$$

Одноразрядный сумматор с ЛЭ искл. ИЛИ



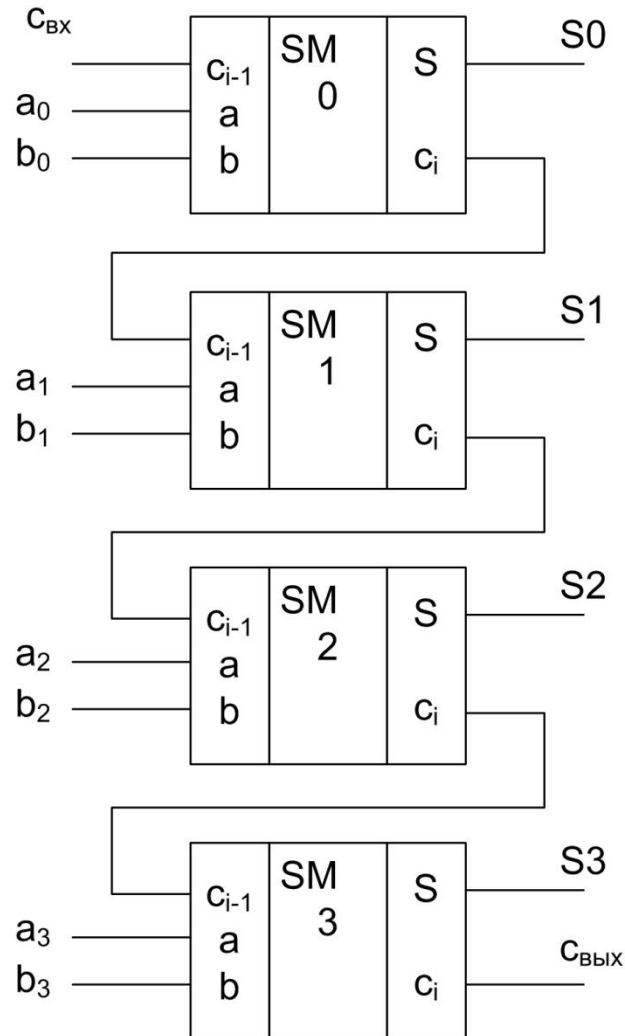
$$S_i = c_{i-1} \oplus a_i \oplus b_i$$

Последовательный многоразрядный сумматор

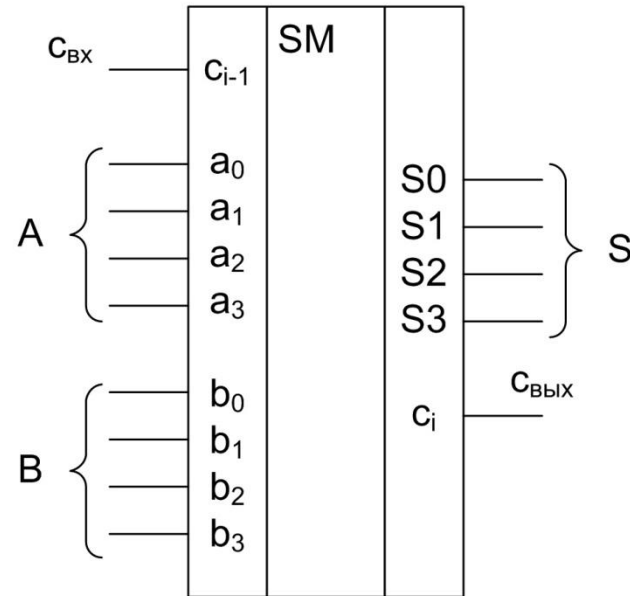


Параллельный многоразрядный сумматор с последовательным переносом

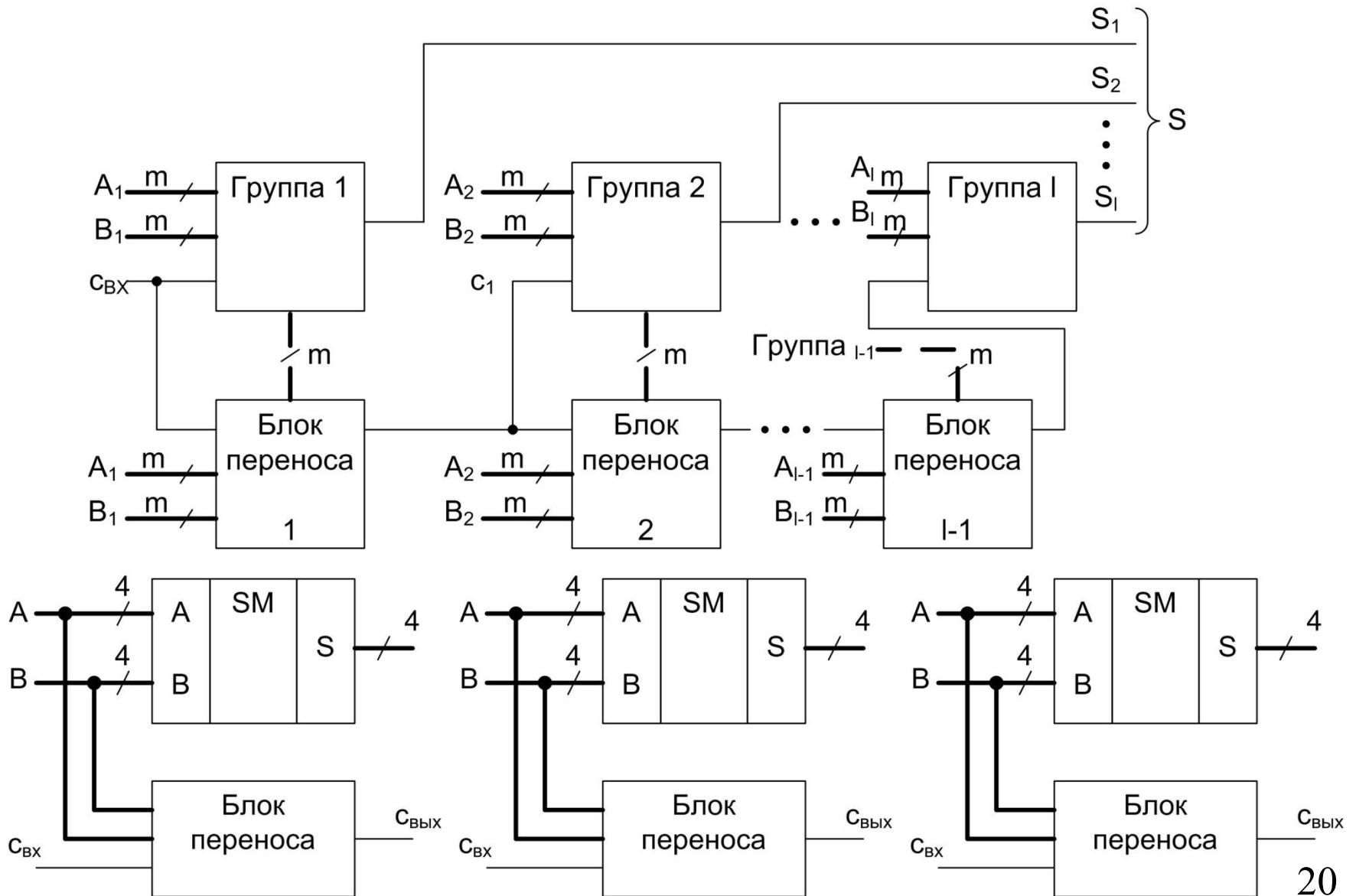
A)



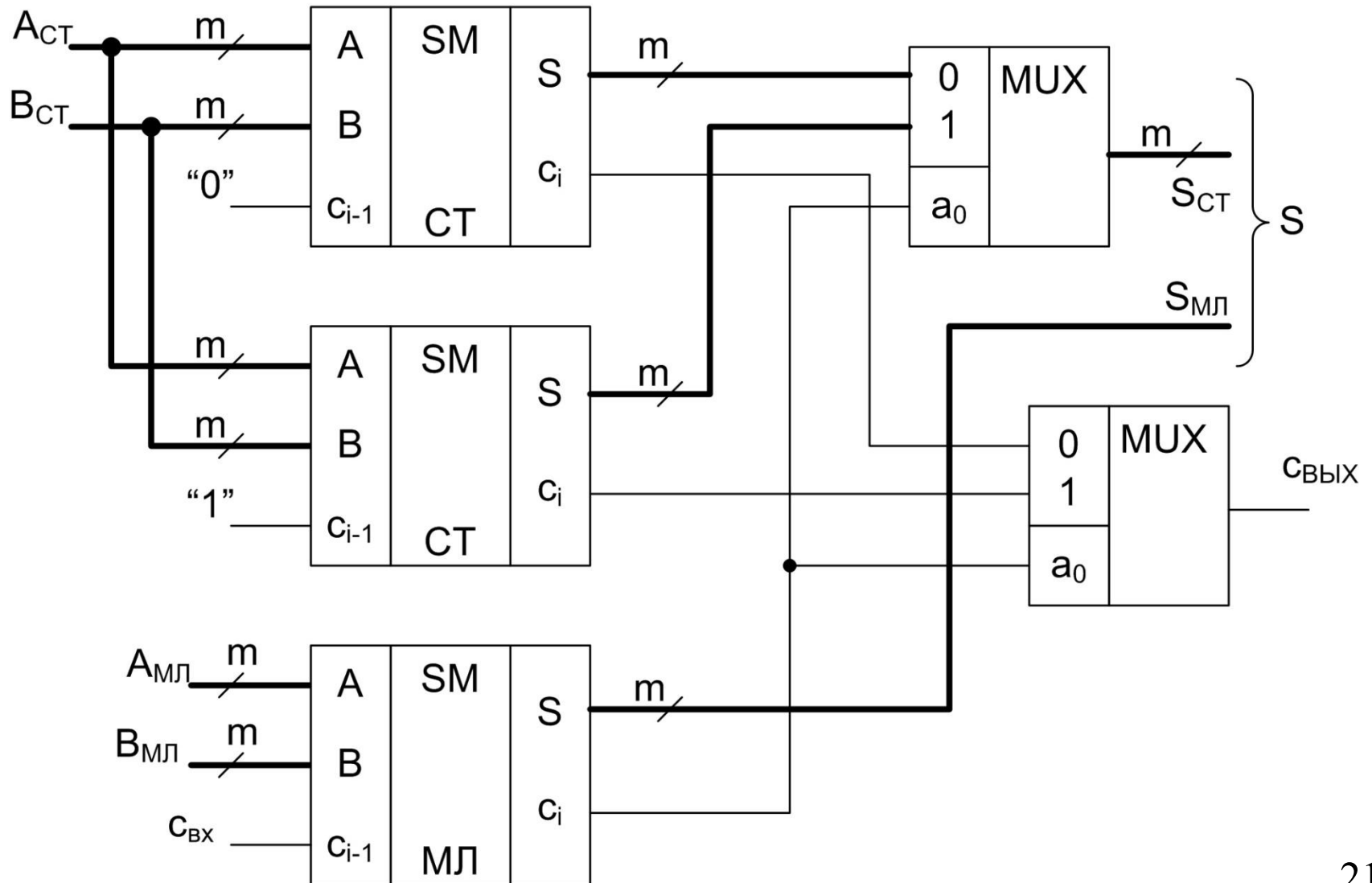
Б)



Сумматор групповой структуры



Сумматор с условным переносом



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Схемотехника ЭВМ

Лекция №10
Компараторы. Сумматоры

Мальчуков Андрей Николаевич

Томск – 2014