

# Логические сети

# Логическая сеть

абстрактная графическая модель одной из возможных реализаций определенной логической функции (или нескольких функций)

# Логическая сеть

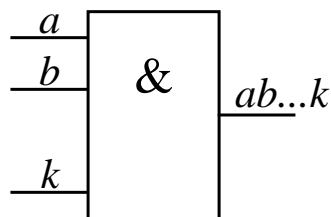
абстрактная графическая модель одной из возможных реализаций определенной логической функции (или нескольких функций)

«ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации.  
Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники»  
(утв. Постановлением Госстандарта СССР от 23.12.1991 N 2375)

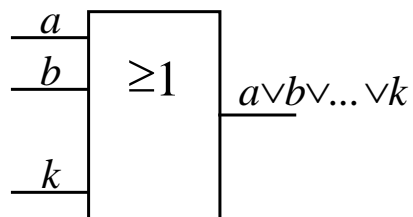
# Логическая сеть

абстрактная графическая модель одной из возможных реализаций определенной логической функции (или нескольких функций)

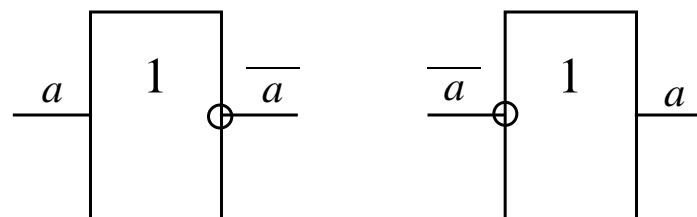
«ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации.  
Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники»  
(утв. Постановлением Госстандарта СССР от 23.12.1991 N 2375)



конъюнктор

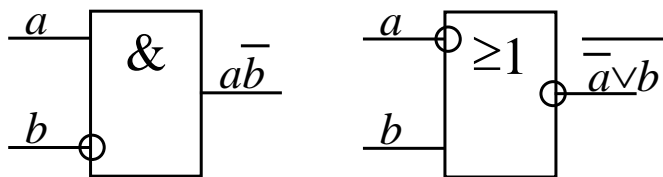


дизъюнктор

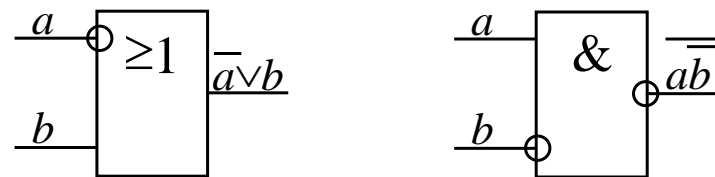


инвертор

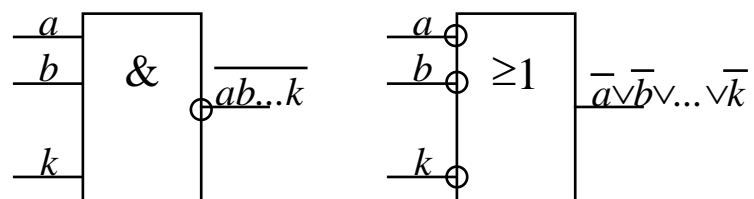
# Примеры УГО



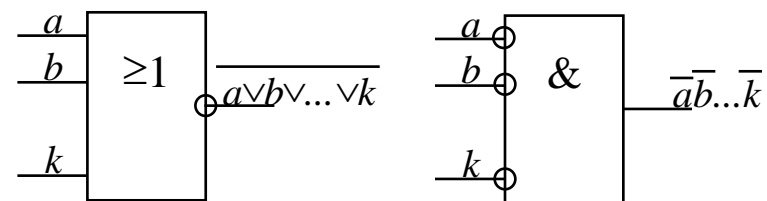
запрет



импликатор

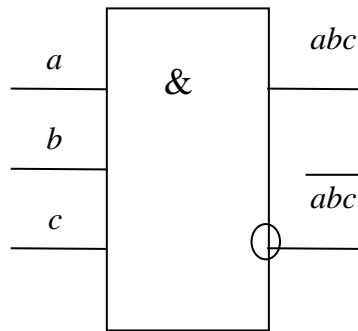


И-НЕ (штрих Шеффера)

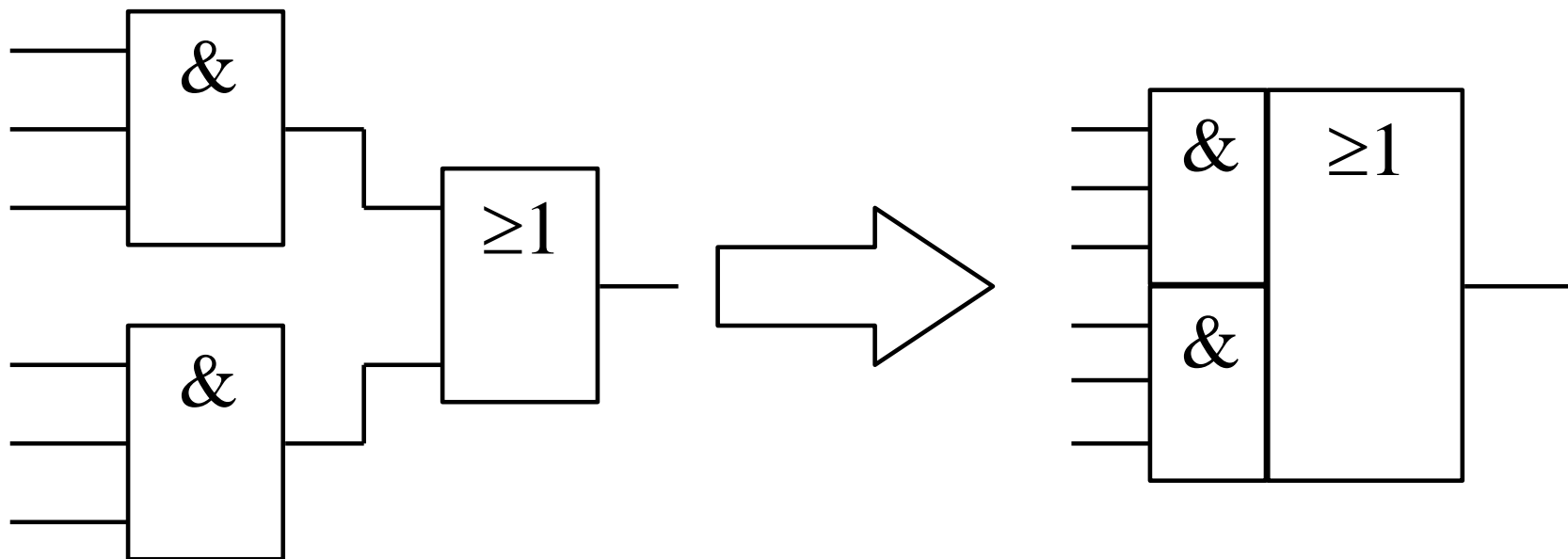


ИЛИ-НЕ (стрелка Пирса)

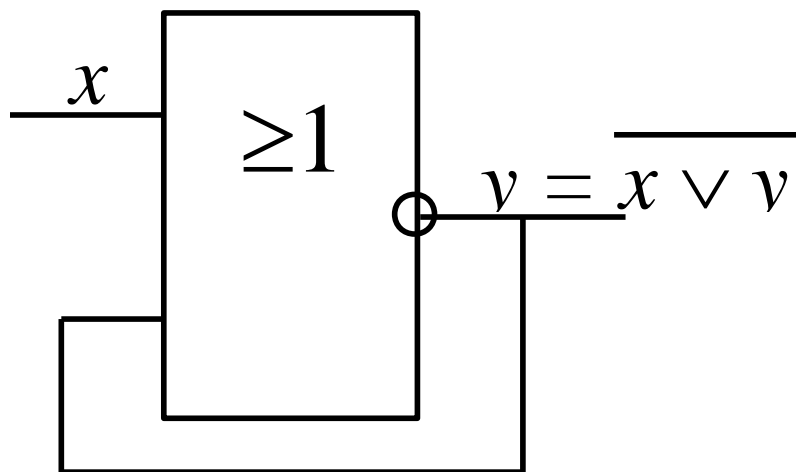
# Пример элемента с парафазным выходом



# «Сложные» элементы



# Неправильные логические сети

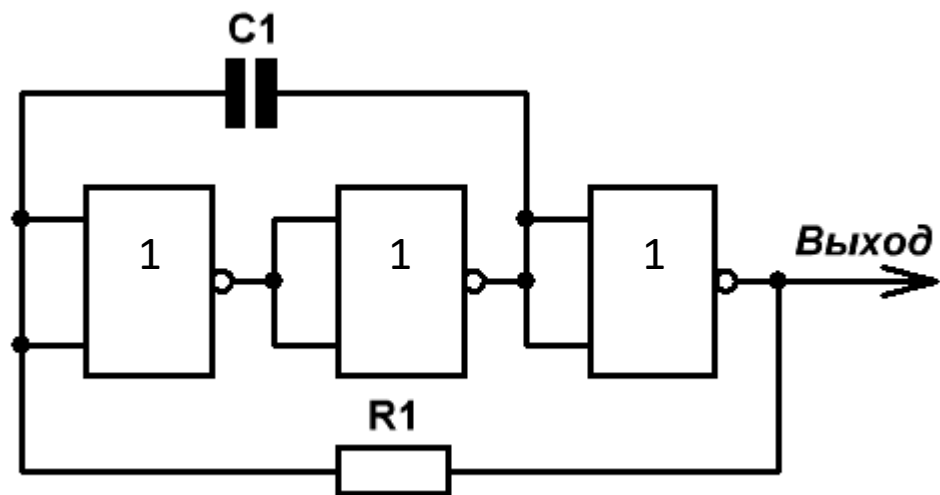
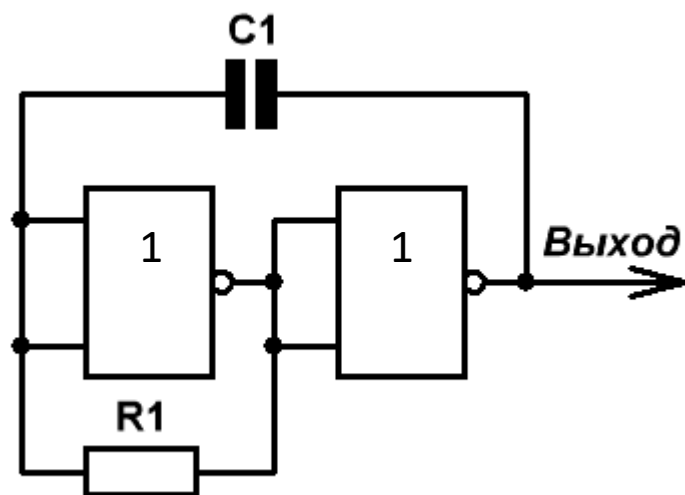


При  $x = 0$ :

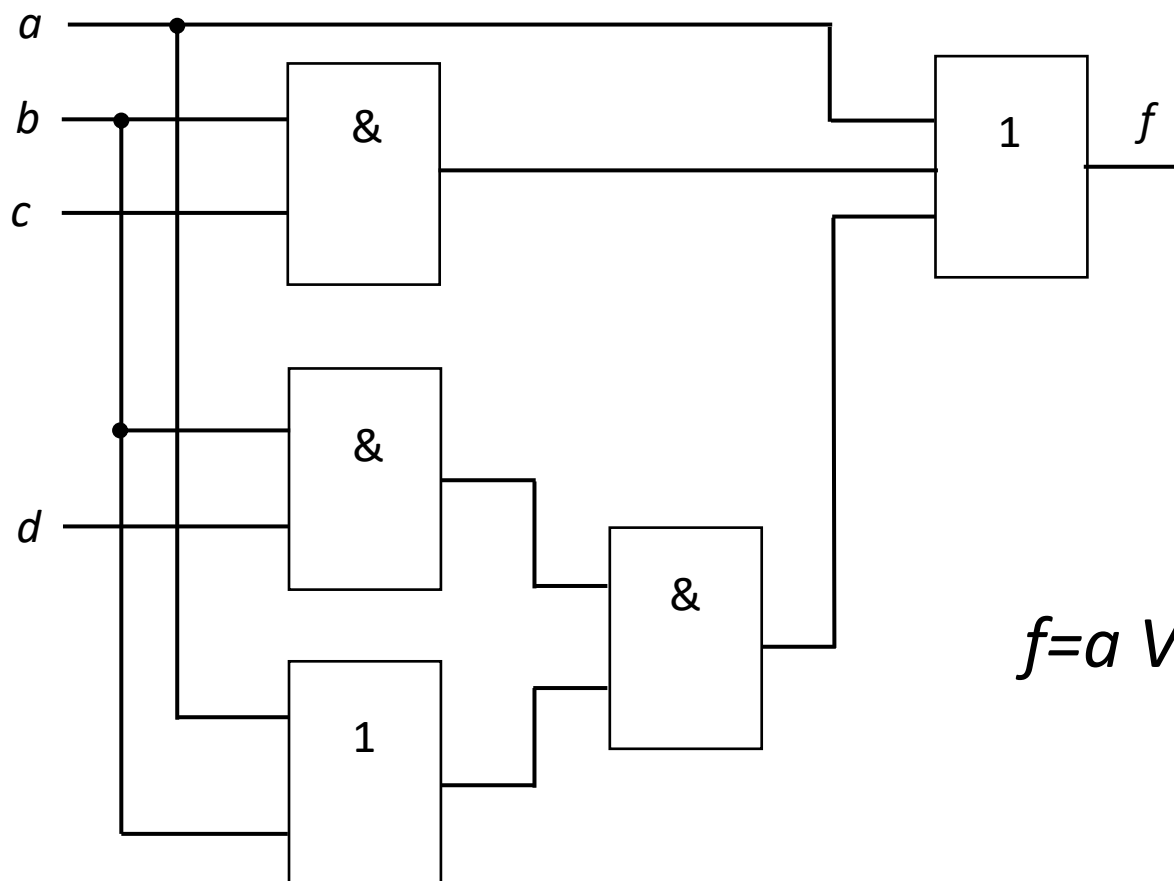
$$y = \overline{0 \vee y} = \bar{y}$$



# Неправильные логические сети



# Анализ КЛС



$$f = a \vee bc \vee (bd \wedge (a \vee b)) = a \vee bc \vee abd \vee bd$$

# Синтез КЛС

выбор варианта по минимуму критериев:

- $\Sigma_{\text{ст}}$  – число ступеней,
- $\Sigma_{\text{эл}}$  – число элементов,
- $\Sigma_{\text{вх}}$  – число входов.

# Пример синтеза КЛС в классическом базисе

Задача:

синтезировать двухразрядный двоичный компаратор

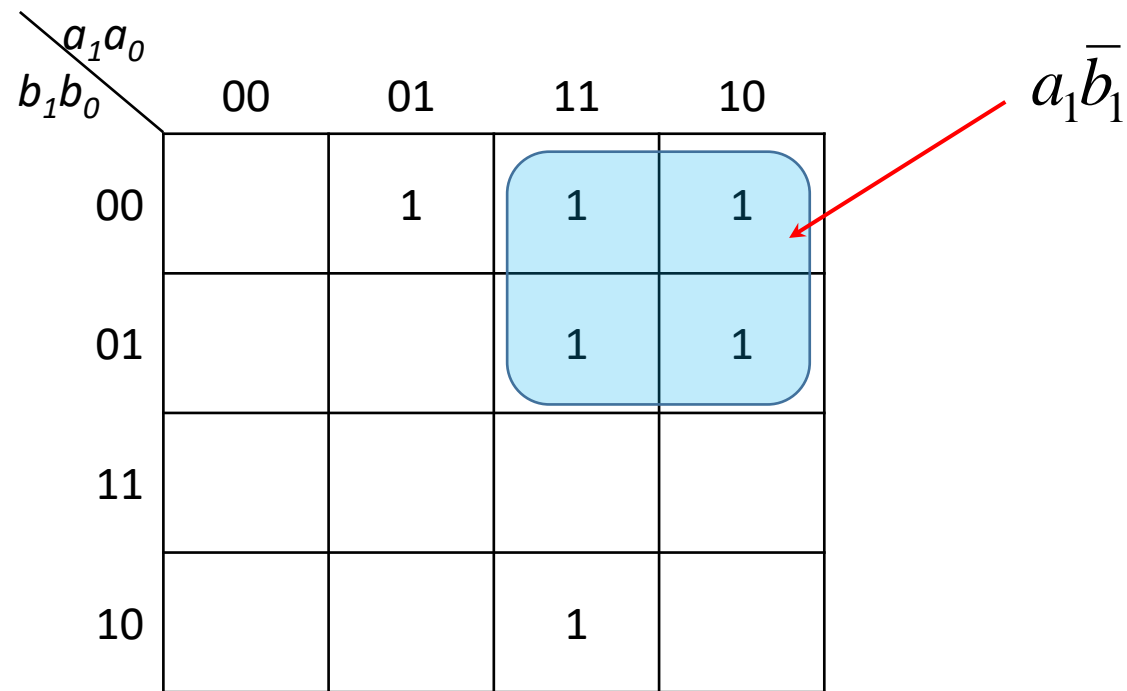
$$f(A, B) = 1, \text{ если } A > B$$

$$A = a_1a_0 \quad B = b_1b_0$$

# Пример синтеза КЛС в классическом базисе

| $a_1a_0$<br>$b_1b_0$ |  | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------|--|----|----|----|----|
| 00                   |  | 1  | 1  | 1  |    |
| 01                   |  |    |    | 1  | 1  |
| 11                   |  |    |    |    |    |
| 10                   |  |    |    | 1  |    |

# Пример синтеза КЛС в классическом базисе

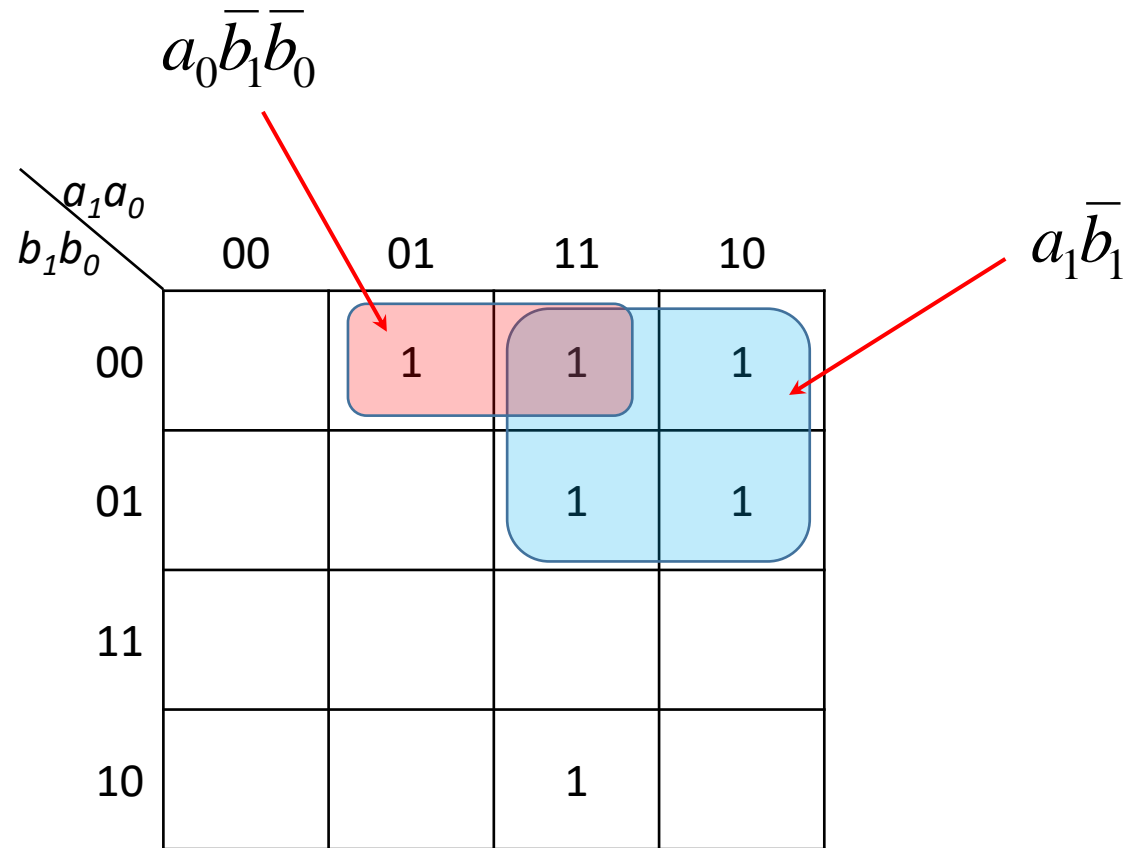


A Karnaugh map for a 2-variable function with variables  $a_1, a_0$  and  $b_1, b_0$ . The map is a 4x4 grid. The columns are labeled  $a_1a_0$  (00, 01, 11, 10) and the rows are labeled  $b_1b_0$  (00, 01, 11, 10). The cells contain the following values:

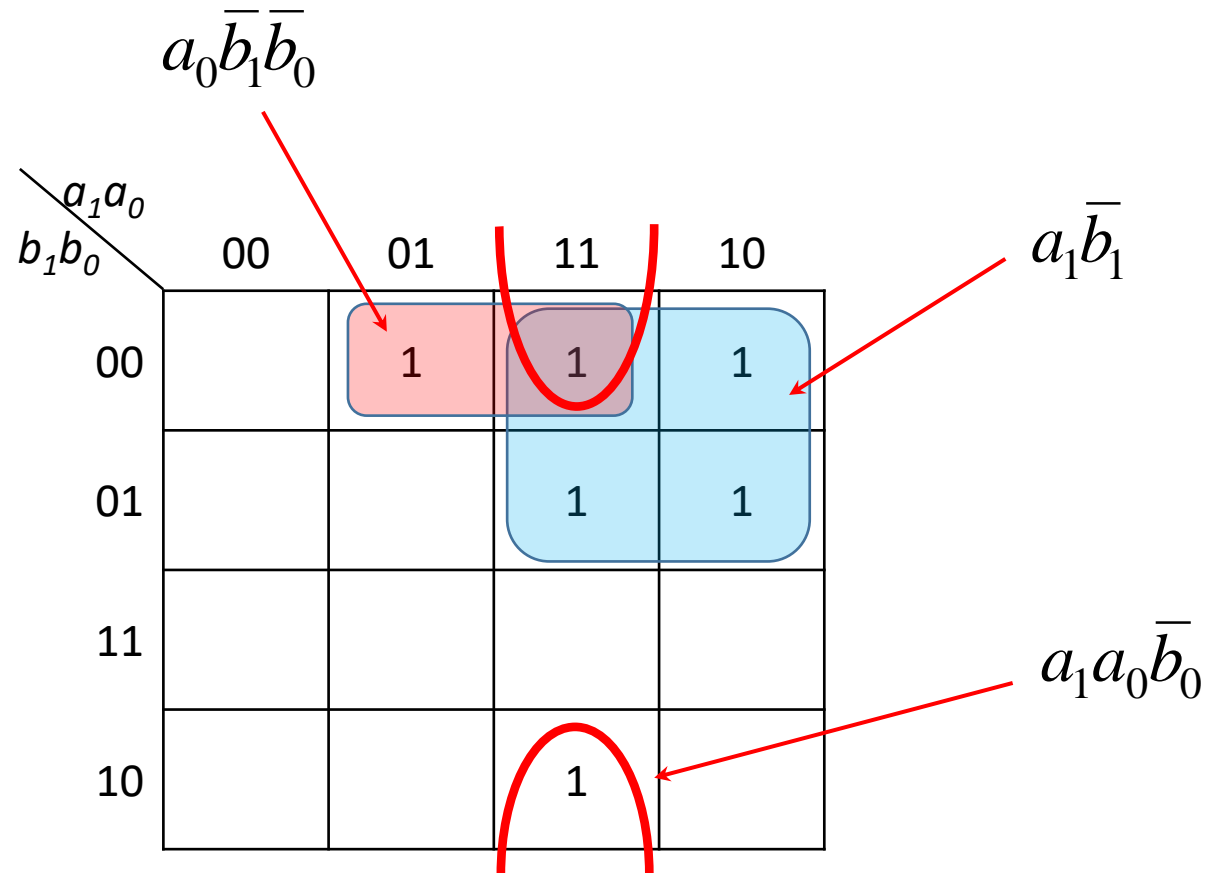
| $b_1b_0 \backslash a_1a_0$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------------|----|----|----|----|
| 00                         |    | 1  | 1  | 1  |
| 01                         |    |    | 1  | 1  |
| 11                         |    |    |    |    |
| 10                         |    |    | 1  |    |

The four cells containing '1' in the top-right quadrant (where  $a_1=1$  and  $b_1=0$ ) are highlighted with a light blue rounded rectangle. A red arrow points from the label  $a_1\bar{b}_1$  to this highlighted region, indicating that this is the prime implicant for those cells.

# Пример синтеза КЛС в классическом базисе



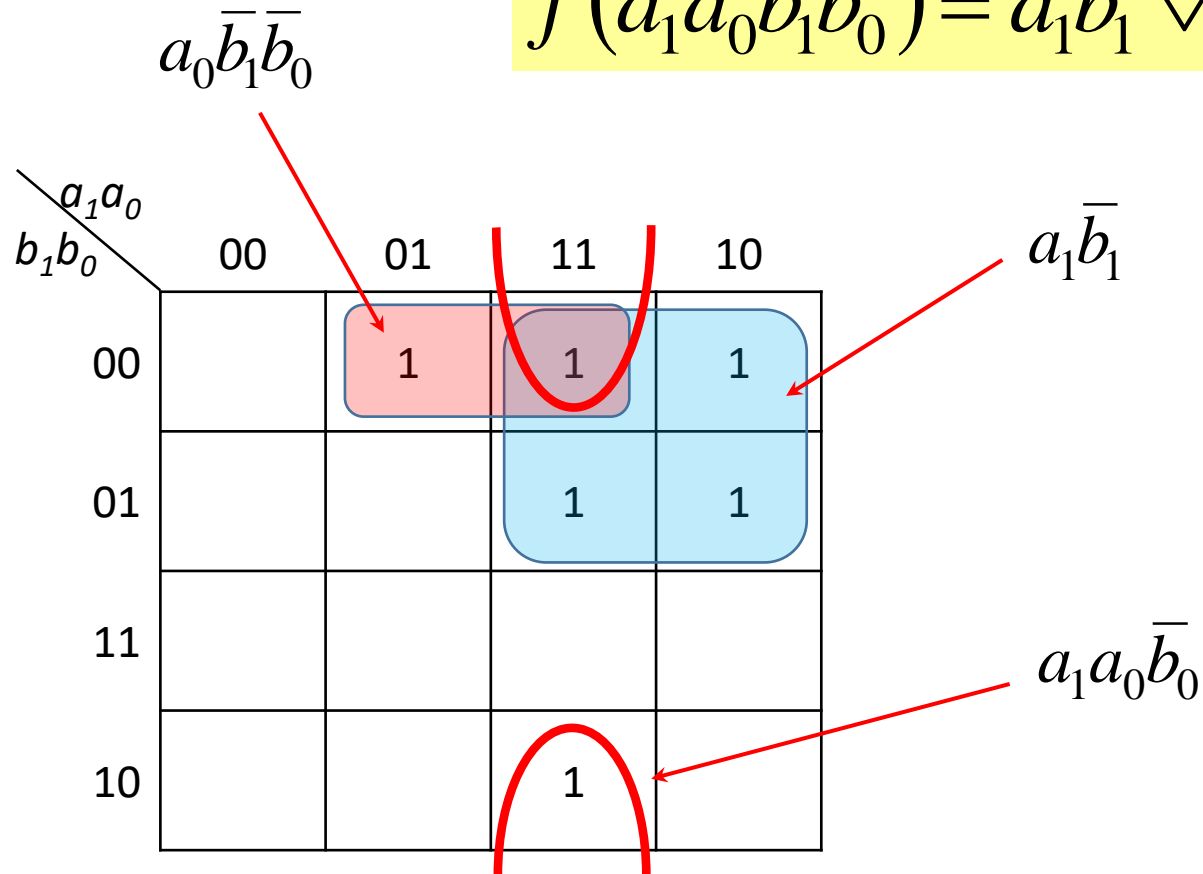
# Пример синтеза КЛС в классическом базисе





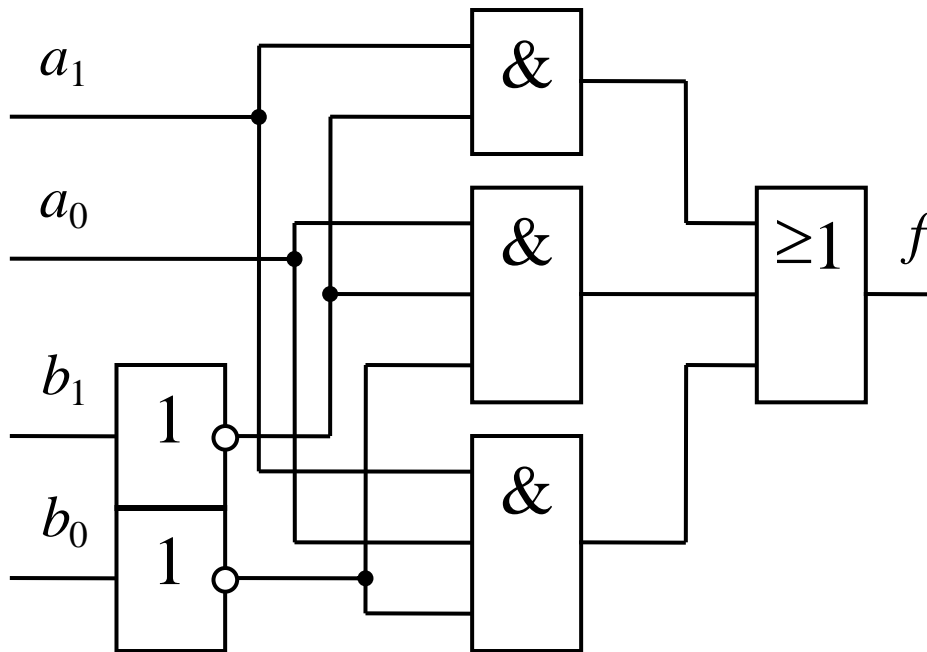
# Пример синтеза КЛС в классическом базисе

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0$$



# Пример синтеза КЛС в классическом базисе

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0$$



$$\Sigma_{\text{CT}} = 2; \quad \Sigma_{\text{эл}} = 4; \quad \Sigma_{\text{BX}} = 11$$

Пример синтеза КЛС в базисе И-НЕ

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0 =$$

Пример синтеза КЛС в базисе И-НЕ

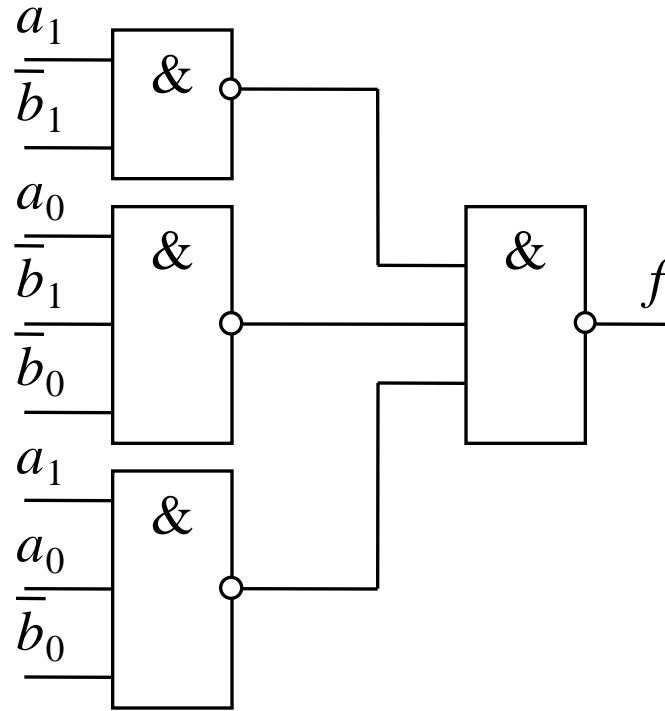
$$\begin{aligned} f(a_1 a_0 b_1 b_0) &= a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0 = \\ &= \overline{\overline{a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0}} = \\ &= a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0 = \end{aligned}$$

Пример синтеза КЛС в базисе И-НЕ

$$\begin{aligned} f(a_1 a_0 b_1 b_0) &= a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0 = \\ &= \overline{\overline{a_1 \bar{b}_1} \vee \overline{a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0} \vee \overline{a_1 a_0 \bar{b}_0}} = \\ &= \overline{\overline{a_1 \bar{b}_1} \& \overline{a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0} \& \overline{a_1 a_0 \bar{b}_0}} \end{aligned}$$

# Пример синтеза КЛС в базисе И-НЕ

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = \overline{\overline{a_1} \overline{b_1}} \& \overline{\overline{a_0} \overline{b_1} \overline{b_0}} \& \overline{\overline{a_1} \overline{a_0} \overline{b_0}}$$



# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

$\bar{a}_1\bar{a}_0$

| $a_1a_0$<br>$b_1b_0$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------|----|----|----|----|
| 00                   | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 01                   | 1  |    | 1  | 1  |
| 11                   | 1  |    |    |    |
| 10                   | 1  |    | 1  |    |

# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

The Karnaugh map is a 4x4 grid with the following structure:

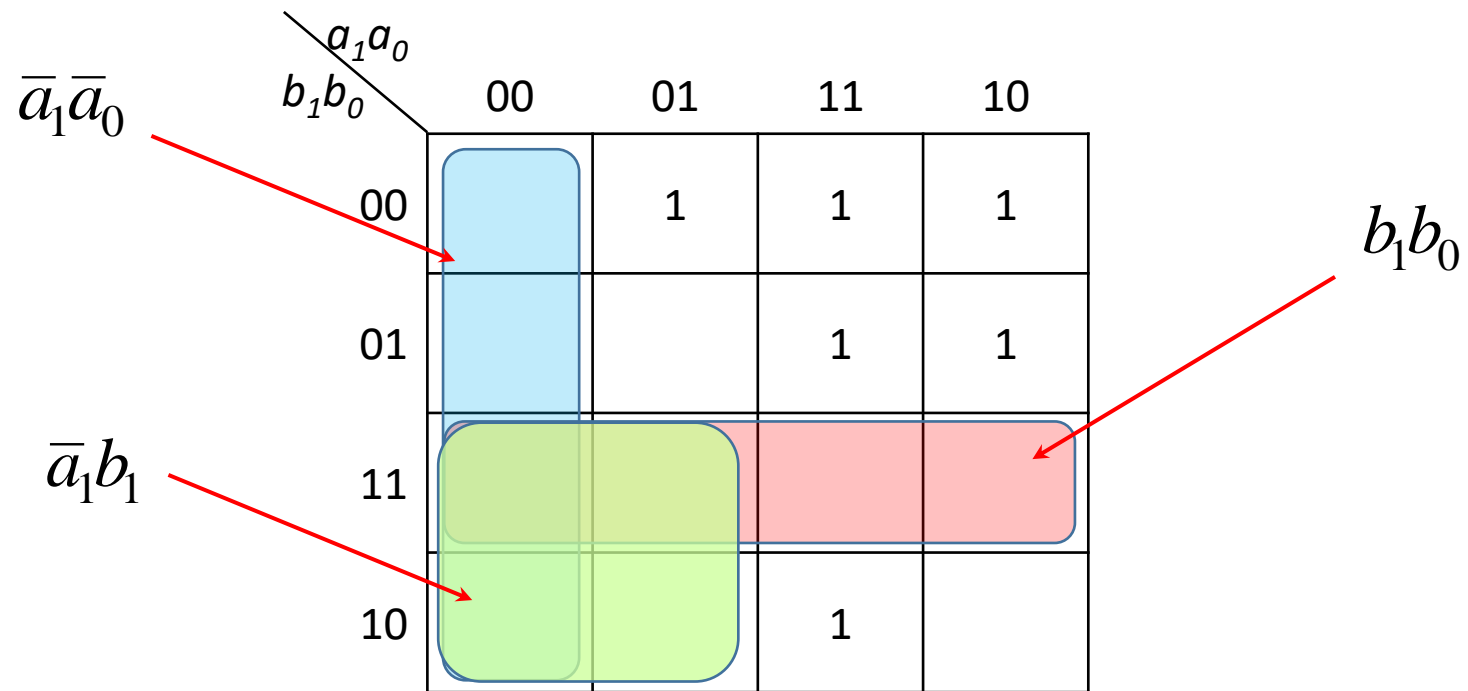
|                      |    | $a_1a_0$ |    |    |    |
|----------------------|----|----------|----|----|----|
|                      |    | 00       | 01 | 11 | 10 |
| $\bar{a}_1\bar{a}_0$ | 00 | 1        | 1  | 1  | 1  |
|                      | 01 | 1        | 1  | 1  | 1  |
|                      | 11 | 1        | 1  | 1  | 1  |
|                      | 10 | 1        | 1  | 1  | 1  |

Annotations:

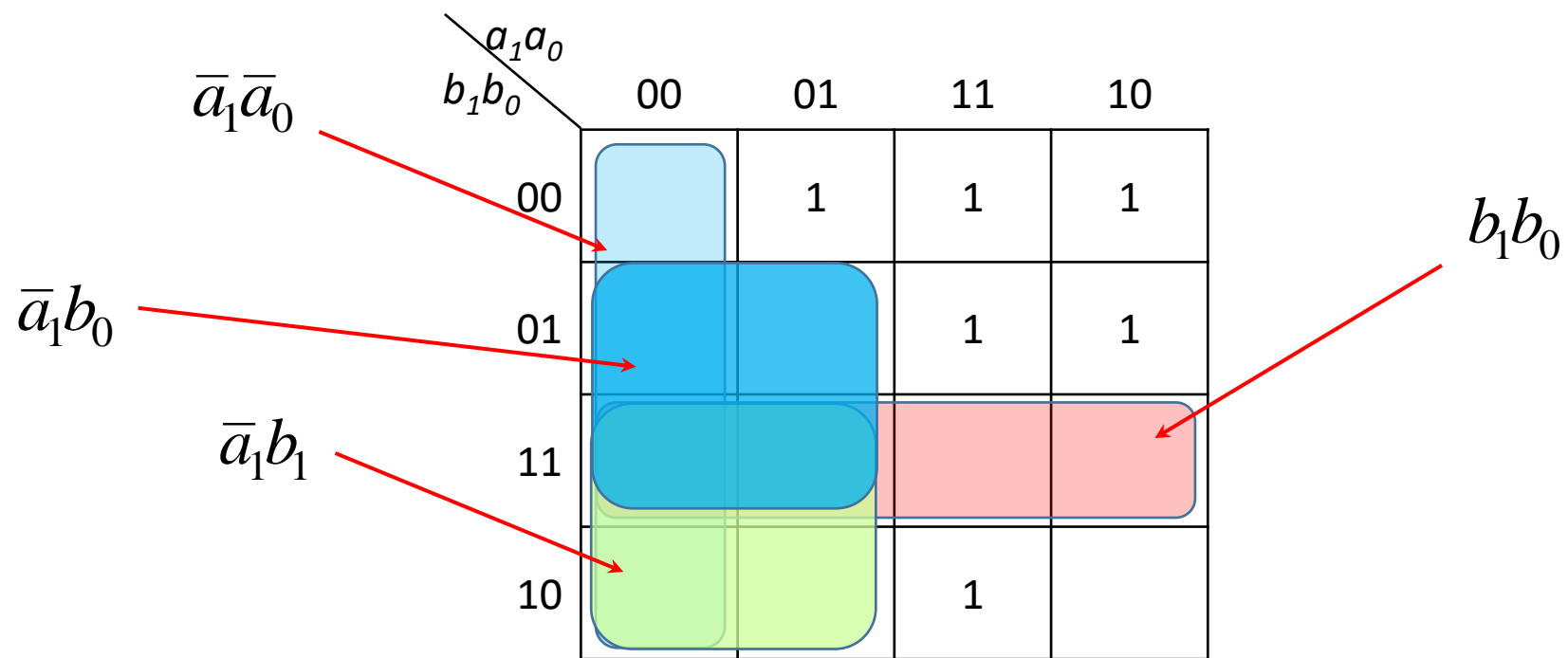
- A red arrow points from the label  $\bar{a}_1\bar{a}_0$  to the top-left cell (00, 00).
- A red arrow points from the label  $b_1b_0$  to the rightmost cell (11, 11).



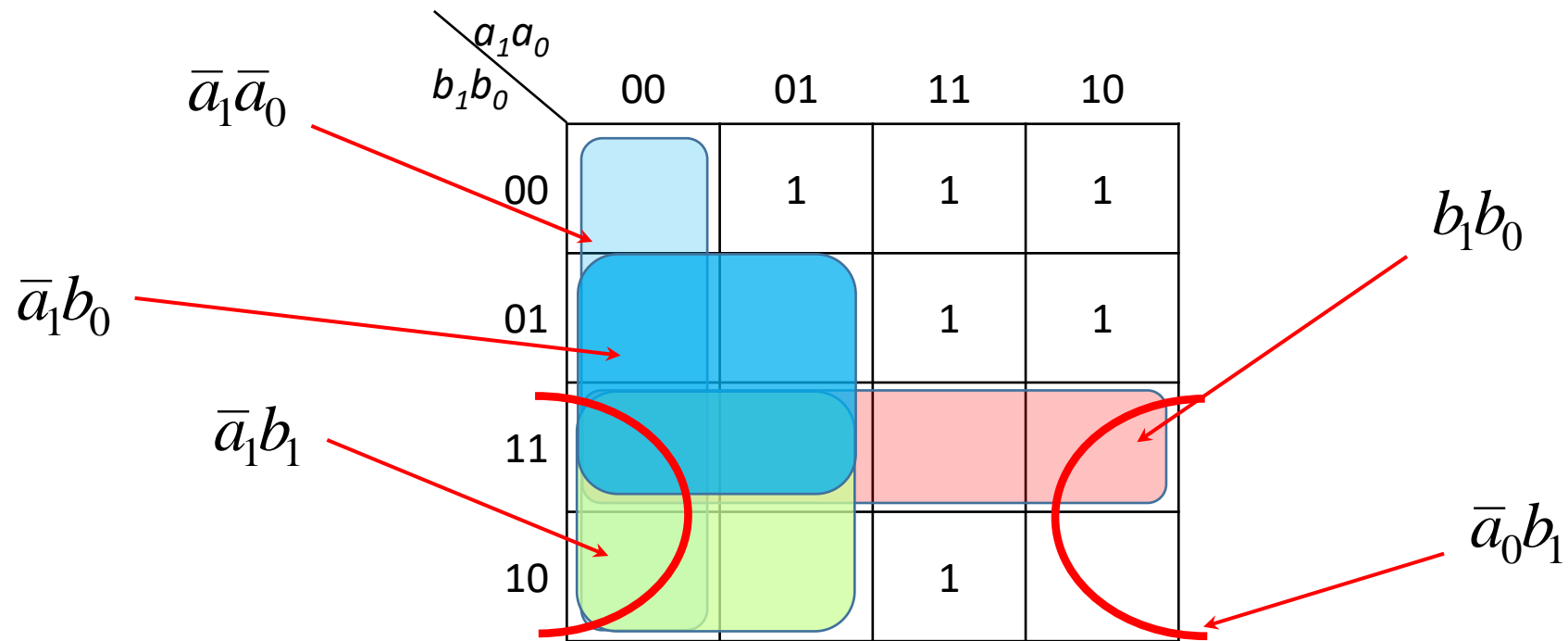
# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ



# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

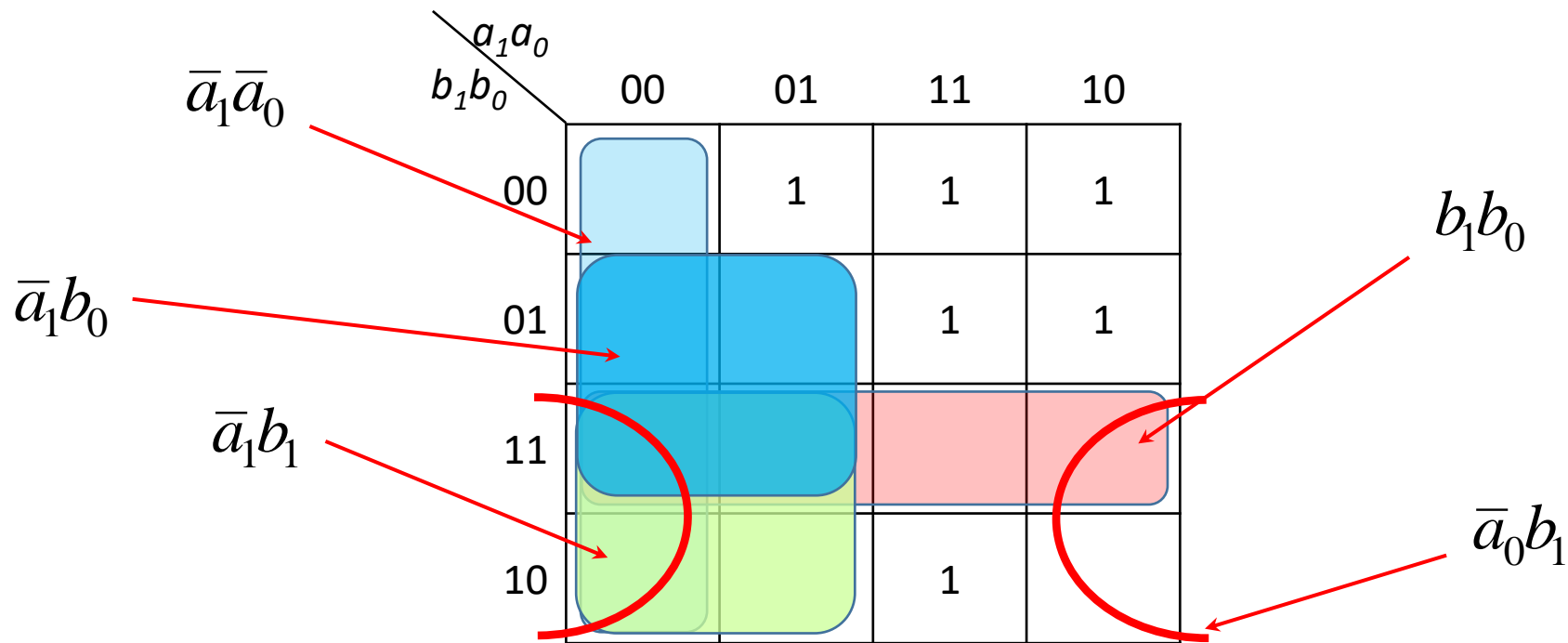


# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ



# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

$$\bar{f}(a_1a_0b_1b_0) = \bar{a}_1\bar{a}_0 \vee b_1b_0 \vee \bar{a}_1b_1 \vee \bar{a}_1b_0 \vee \bar{a}_0b_1$$



## Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

$$\bar{f}(a_1 a_0 b_1 b_0) = \bar{a}_1 \bar{a}_0 \vee b_1 b_0 \vee \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1$$

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = \overline{\bar{a}_1 \bar{a}_0 \vee b_1 b_0 \vee \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1}$$

## Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

$$\bar{f}(a_1 a_0 b_1 b_0) = \bar{a}_1 \bar{a}_0 \vee b_1 b_0 \vee \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1$$

$$\begin{aligned} f(a_1 a_0 b_1 b_0) &= \overline{\bar{a}_1 \bar{a}_0 \vee b_1 b_0 \vee \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1} = \\ &= \overline{\overline{\bar{a}_1 \bar{a}_0} \vee \overline{b_1 b_0} \vee \overline{\bar{a}_1 b_1} \vee \overline{\bar{a}_1 b_0} \vee \overline{\bar{a}_0 b_1}} = \end{aligned}$$

## Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

$$\bar{f}(a_1 a_0 b_1 b_0) = \bar{a}_1 \bar{a}_0 \vee b_1 b_0 \vee \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1$$

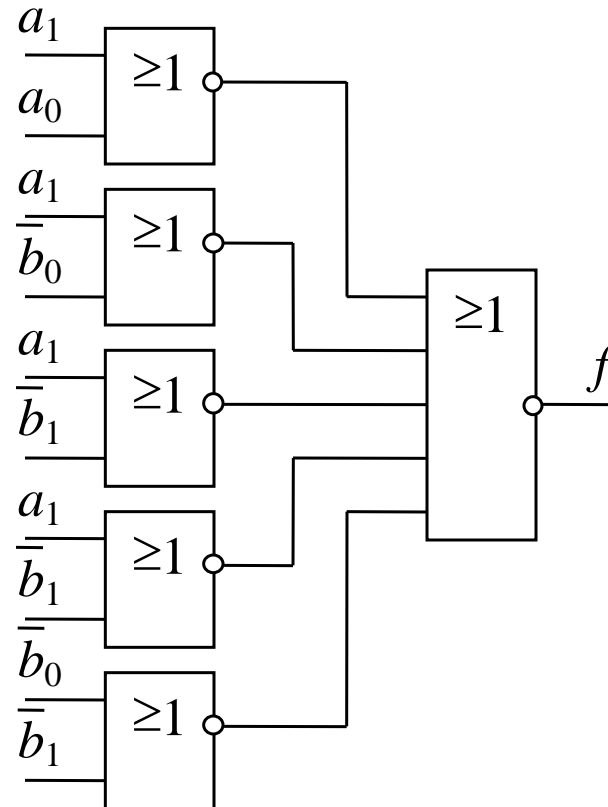
$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = \overline{\bar{a}_1 \bar{a}_0 \vee b_1 b_0 \vee \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1} =$$

$$= \overline{\overline{\bar{a}_1 \bar{a}_0} \vee \overline{b_1 b_0} \vee \overline{\bar{a}_1 b_1} \vee \overline{\bar{a}_1 b_0} \vee \overline{\bar{a}_0 b_1}} =$$

$$= \overline{\overline{a_1} \vee \overline{a_0} \vee \overline{b_1} \vee \overline{b_0} \vee a_1 \vee \overline{b_1} \vee a_1 \vee \overline{b_0} \vee a_0 \vee \overline{b_1}}$$

# Пример синтеза КЛС в базисе ИЛИ-НЕ

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = \overline{\overline{a_1} \vee \overline{a_0} \vee \overline{b_1} \vee \overline{b_0}} \vee \overline{\overline{a_1} \vee \overline{b_1}} \vee \overline{\overline{a_1} \vee \overline{b_0}} \vee \overline{\overline{a_0} \vee \overline{b_1}}$$



$$\Sigma_{\text{СТ}} = 2; \Sigma_{\text{эл}} = 6; \Sigma_{\text{вх}} = 15$$



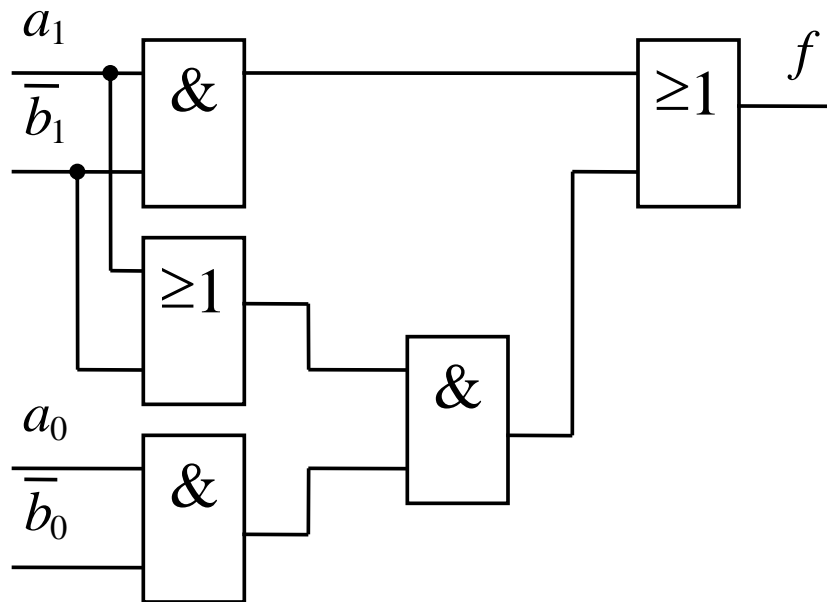
## Пример синтеза каскадной КЛС

$$\begin{aligned} f(a_1 a_0 b_1 b_0) &= a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0 \\ &= a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_0 (\bar{b}_1 \vee a_1) \end{aligned}$$

# Пример синтеза каскадной КЛС

$$f(a_1 a_0 b_1 b_0) = a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_0$$

$$= a_1 \bar{b}_1 \vee a_0 \bar{b}_0 (\bar{b}_1 \vee a_1)$$



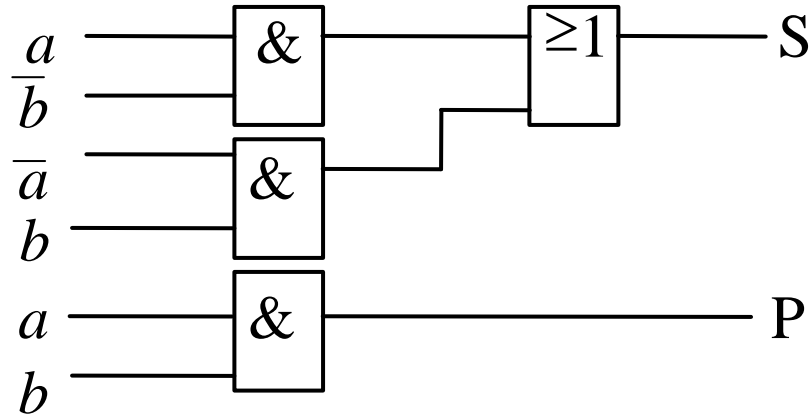
$$\Sigma_{\text{ст}}=3; \Sigma_{\text{эл}}=5 \text{ и } \Sigma_{\text{вх}}=10$$

# Двухвходовый одноразрядный сумматор

$$S = a\bar{b} \vee \bar{a}b$$

$$P = ab$$

*Полусумматор, как две одновыходные КЛС в классическом базисе*



$$\Sigma_{\text{CT}} = 2; \quad \Sigma_{\text{эл}} = 4; \quad \Sigma_{\text{ВХ}} = 8$$

# Двухвходовый одноразрядный сумматор

*Расходящаяся двухвыходная сеть*

|          |   | <i>a</i> |   |
|----------|---|----------|---|
| <i>b</i> |   | 0        | 0 |
|          | 0 | 0        | 1 |
|          | 1 | 1        | 0 |

$$S = a\bar{b} \vee \bar{a}b$$

$$S = \bar{P}(a \vee b)$$

|          |   | <i>a</i> |   |
|----------|---|----------|---|
| <i>b</i> |   | 0        | 0 |
|          | 0 | 0        | 0 |
|          | 1 | 0        | 1 |

$$P = ab$$

|          |   | <i>a</i> |   |
|----------|---|----------|---|
| <i>b</i> |   | 0        | 0 |
|          | 0 | 1        | 1 |
|          | 1 | 1        | 0 |

$$\bar{P}$$

# Двухвходовый одноразрядный сумматор

Расходящаяся двухвыходная сеть

| $b \backslash a$ | 0 | 1 |
|------------------|---|---|
|                  | 0 | 1 |
| 0                | 0 | 1 |
| 1                | 1 | 0 |

$$S = a\bar{b} \vee \bar{a}b$$

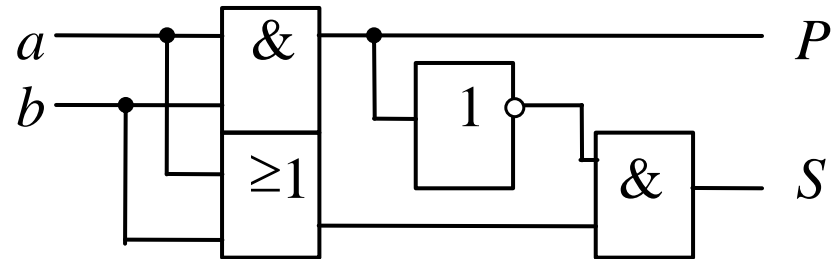
| $b \backslash a$ | 0 | 1 |
|------------------|---|---|
|                  | 0 | 1 |
| 0                | 0 | 0 |
| 1                | 0 | 1 |

$$P = ab$$

| $b \backslash a$ | 0 | 1 |
|------------------|---|---|
|                  | 0 | 1 |
| 0                | 1 | 1 |
| 1                | 1 | 0 |

$$\bar{P}$$

$$S = \bar{P}(a \vee b)$$

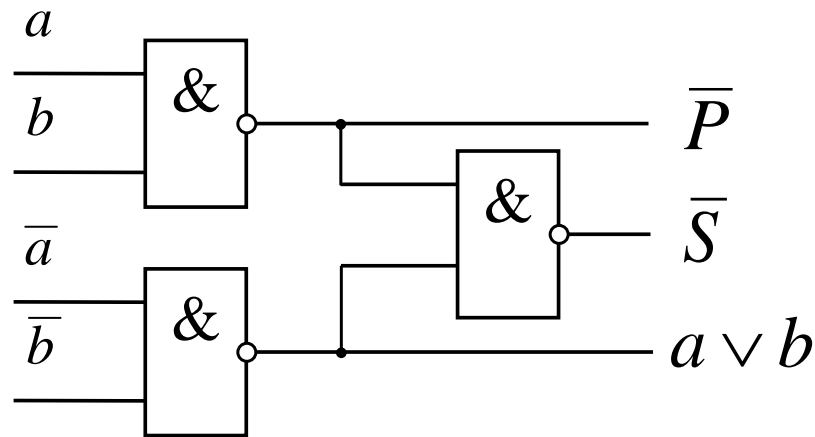


# Двухвходовый одноразрядный сумматор

Полусумматор в базисе И-НЕ

$$\overline{P} = \overline{ab}$$

$$\overline{S} = \overline{\overline{P}(a \vee b)} = \overline{\overline{P} \overline{\overline{a \vee b}}} = \overline{\overline{P} \overline{\overline{a} \overline{\overline{b}}}}$$



$$\Sigma_{\text{BX}} = 6$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

| $ab$ |   |    |    |    |    |
|------|---|----|----|----|----|
|      |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
| $p$  | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

| $ab$ |   |    |    |    |    |
|------|---|----|----|----|----|
|      |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
| $p$  | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 1  | 0  |

| $ab$ |   |    |    |    |    |
|------|---|----|----|----|----|
|      |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
| $p$  | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  |
|      | 1 | 0  | 1  | 1  | 1  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

| $p$ \ $ab$ |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|
|            | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0          | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 1          | 1  | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $p$ \ $ab$ |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|
|            | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0          | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 1          | 0  | 1  | 1  | 1  |

$$P = bp \vee ap \vee ab$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

| $p$ \ $ab$ |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|
|            | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0          | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 1          | 1  | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $p$ \ $ab$ |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|
|            | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0          | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 1          | 0  | 1  | 1  | 1  |

$$P = bp \vee ap \vee ab$$

$$\Sigma_{\text{CT}} = 2; \Sigma_{\text{ЭЛ}} = 9 \text{ и } \Sigma_{\text{ВХ}} = 25$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

*Вариант с использованием общих единиц функций*

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| $p$   | 0 | 0    | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1    | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| $p$   | 0 | 0    | 0  | 1  | 0  |
|   | 1 | 0    | 1  | 1  | 1  |

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант с использованием общих единиц функций

| $p$ | $ab$ |    |    |    |
|-----|------|----|----|----|
|     | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   | 0    | 1  | 0  | 1  |
| 1   | 1    | 0  | 1  | 0  |

| $p$ | $ab$ |    |    |    |
|-----|------|----|----|----|
|     | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   | 0    | 0  | 1  | 0  |
| 1   | 0    | 1  | 1  | 1  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $p$ | $ab$ |    |    |    |
|-----|------|----|----|----|
|     | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   | 1    | 1  | 0  | 1  |
| 1   | 1    | 0  | 0  | 0  |

$\bar{P}$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант с использованием общих единиц функций

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   | 0 | 1    | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0    | 1  | 0  |    |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   | 1 | 1    | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0    | 0  | 0  |    |

$\bar{P}$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

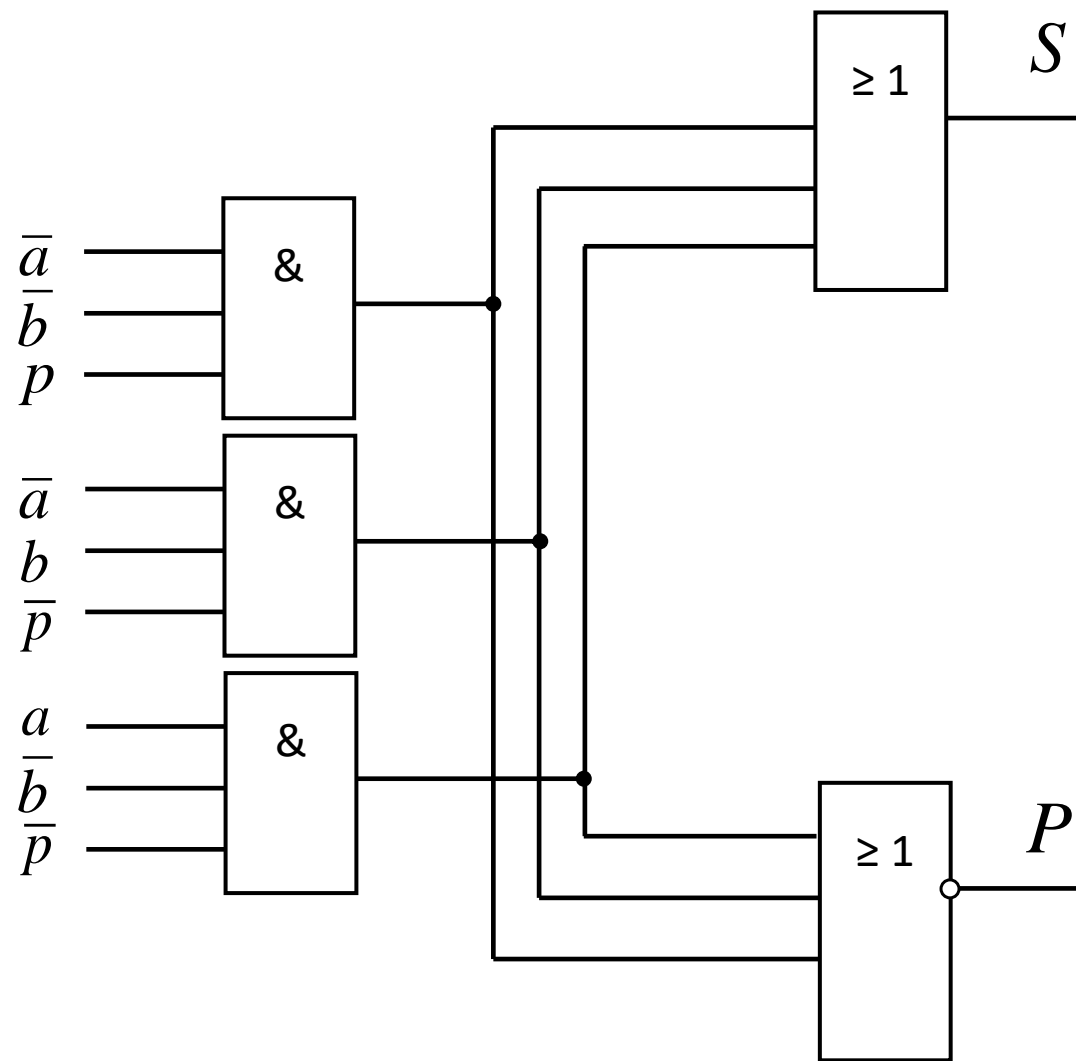
Вариант с использованием общих единиц функций

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \searrow \\ p \end{array}$ |  | $ab$ |    |    |    |
|---|--|------|----|----|----|
|   |  | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   |  | 0    | 1  | 0  | 1  |
| 1   |  | 1    | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \searrow \\ p \end{array}$ |  | $ab$ |    |    |    |
|---|--|------|----|----|----|
|   |  | 00   | 01 | 11 | 10 |
| 0   |  | 1    | 1  | 0  | 1  |
| 1   |  | 1    | 0  | 0  | 0  |

$\bar{P}$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

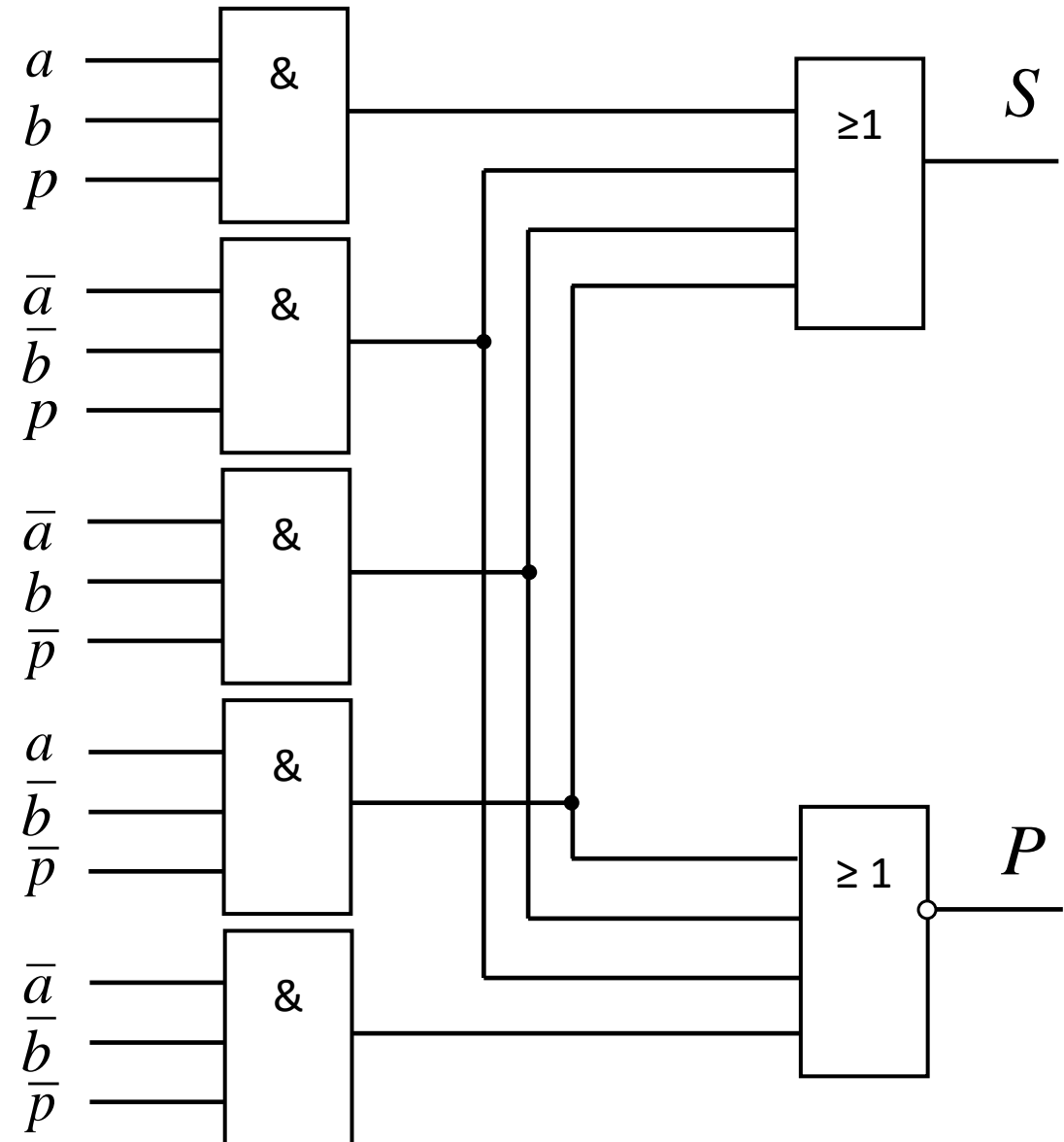
Вариант с использованием общих единиц функций

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0   | 0 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 1  | 0  |    |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0   | 1 | 1  | 0  | 0  |    |
| 1   | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$\bar{P}$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

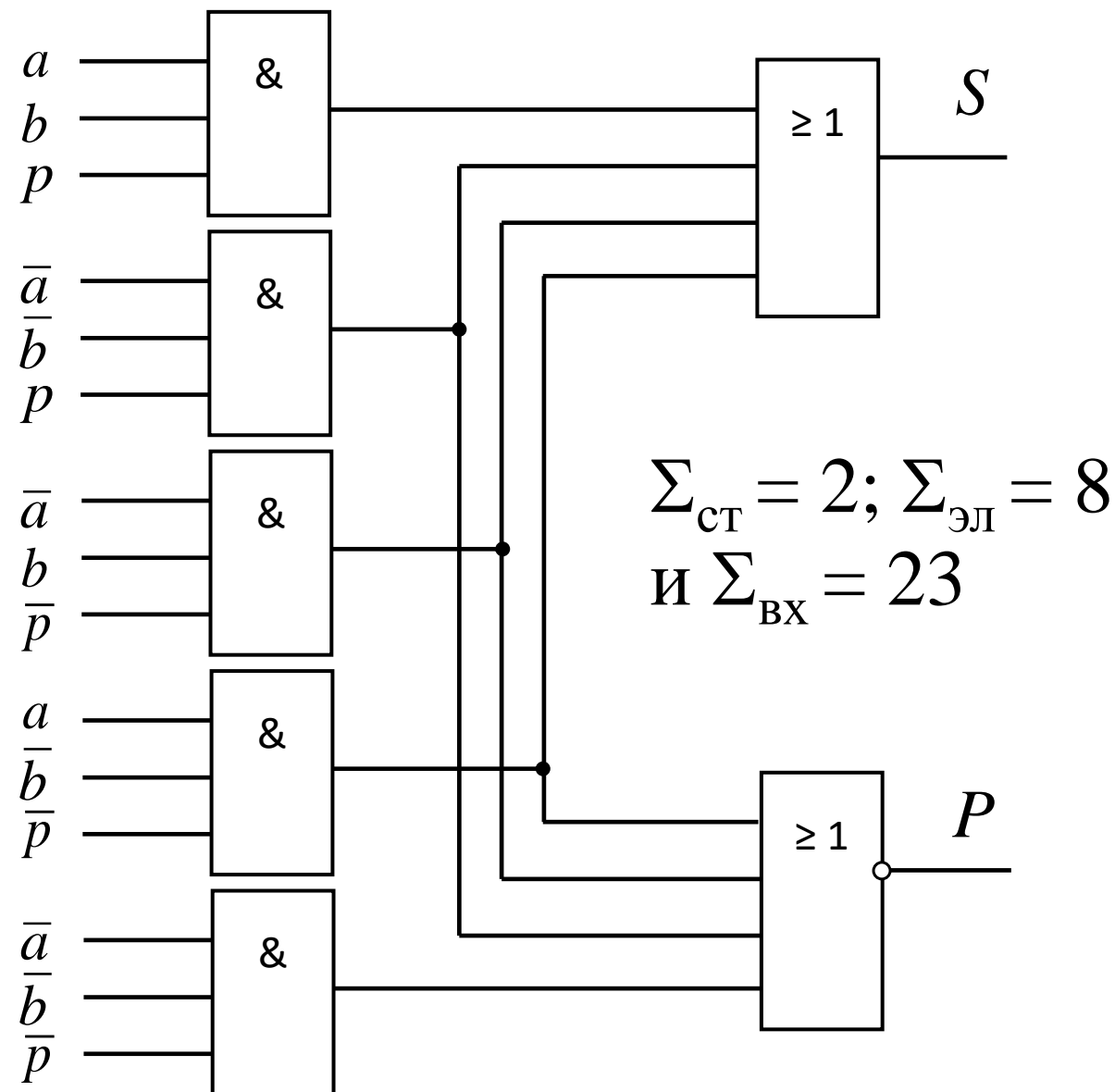
Вариант с использованием общих единиц функций

| $\begin{array}{c} ab \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|--|---|----|----|----|----|
|  |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0                                      | 0 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1                                      | 1 | 0  | 1  | 0  |    |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|--|---|----|----|----|----|
|  |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0                                      | 1 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1                                      | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$\bar{P}$





# Трехвходовый одноразрядный сумматор

*Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную*

| $ab$ |   |    |    |    |    |
|------|---|----|----|----|----|
|      |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
| $p$  | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  |

$\overline{P}$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

*Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную*

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0   | 1 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$$\overline{P} = \overline{a} \overline{p}$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

*Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную*

| $ab$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|---|----|----|----|----|
| $p$  | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  |

$$\overline{P} = \overline{a}\overline{p} \vee \overline{b}\overline{p}$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $ab$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|---|----|----|----|----|
| $p$  | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  |

$$\overline{P} = \overline{a}\overline{p} \vee \overline{b}\overline{p} \vee \overline{a}\overline{b}$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $ab$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|---|----|----|----|----|
| $p$  | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  |

$$\overline{P} = \overline{a}p \vee \overline{b}p \vee \overline{a}\overline{b} = \overline{\overline{\overline{a}p}} \cdot \overline{\overline{\overline{b}p}} \cdot \overline{\overline{\overline{a}\overline{b}}}$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \searrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| $p$   | 0 | 1    | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1    | 0  | 0  | 0  |

$$\overline{P} = \overline{a}\overline{p} \vee \overline{b}\overline{p} \vee \overline{a}\overline{b} = \overline{\overline{\overline{a}\overline{p}}} \cdot \overline{\overline{\overline{b}\overline{p}}} \cdot \overline{\overline{\overline{a}\overline{b}}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \searrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| $p$   | 0 | 0    | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1    | 0  | 1  | 0  |

$S =$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| $p$   | 0 | 1    | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1    | 0  | 0  | 0  |

$$\overline{P} = \overline{a} \overline{p} \vee \overline{b} \overline{p} \vee \overline{a} \overline{b} = \overline{\overline{\overline{a} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b}}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | $ab$ |    |    |    |
|---|---|------|----|----|----|
|   |   | 00   | 01 | 11 | 10 |
| $p$   | 0 | 0    | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1    | 0  | 1  | 0  |

$$S = \overline{P}(a \vee b \vee p)$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| <div><div><div><math>ab</math></div><div><math>p</math></div></div></div> |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   |    |    |    |    |
| 0   | 1 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$$\overline{P} = \overline{a}\overline{p} \vee \overline{b}\overline{p} \vee \overline{a}\overline{b} = \overline{\overline{a}\overline{p}} \cdot \overline{\overline{b}\overline{p}} \cdot \overline{\overline{a}\overline{b}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   |    |    |    |    |
| 0   | 0 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 1  | 0  |    |

$$S = \overline{P}(a \vee b \vee p) \vee abp$$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| <div><div><div><math>ab</math></div><div><math>p</math></div></div></div> |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   |    |    |    |    |
| 0   | 1 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$$\overline{P} = \overline{a} \overline{p} \vee \overline{b} \overline{p} \vee \overline{a} \overline{b} = \overline{\overline{\overline{a} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b}}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   |    |    |    |    |
| 0   | 0 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 1  | 0  |    |

$$S = \overline{P}(a \vee b \vee p) \vee abp = \overline{\overline{\overline{\overline{P}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{abp}}}$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

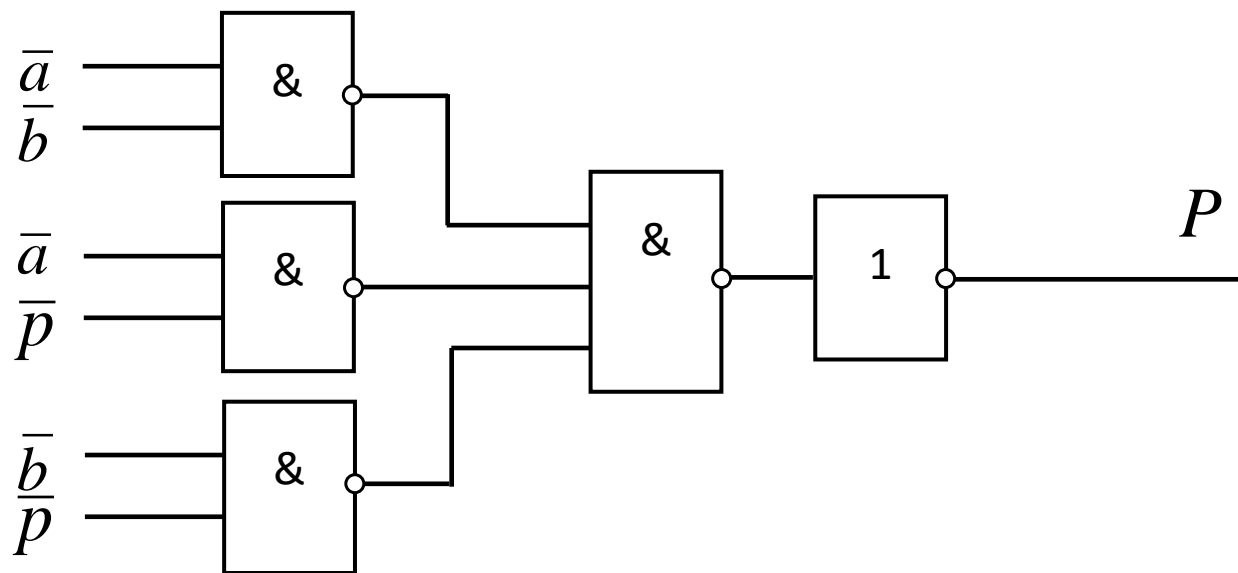
Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| $p$   | 0 | 1  | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1  | 0  | 0  | 0  |

$$\overline{P} = \overline{a} \overline{p} \vee \overline{b} \overline{p} \vee \overline{a} \overline{b} = \overline{\overline{\overline{a} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b}}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| $p$   | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  |
|   | 1 | 1  | 0  | 1  | 0  |

$$S = \overline{P}(a \vee b \vee p) \vee abp = \overline{\overline{\overline{\overline{P}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{abp}}}$$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

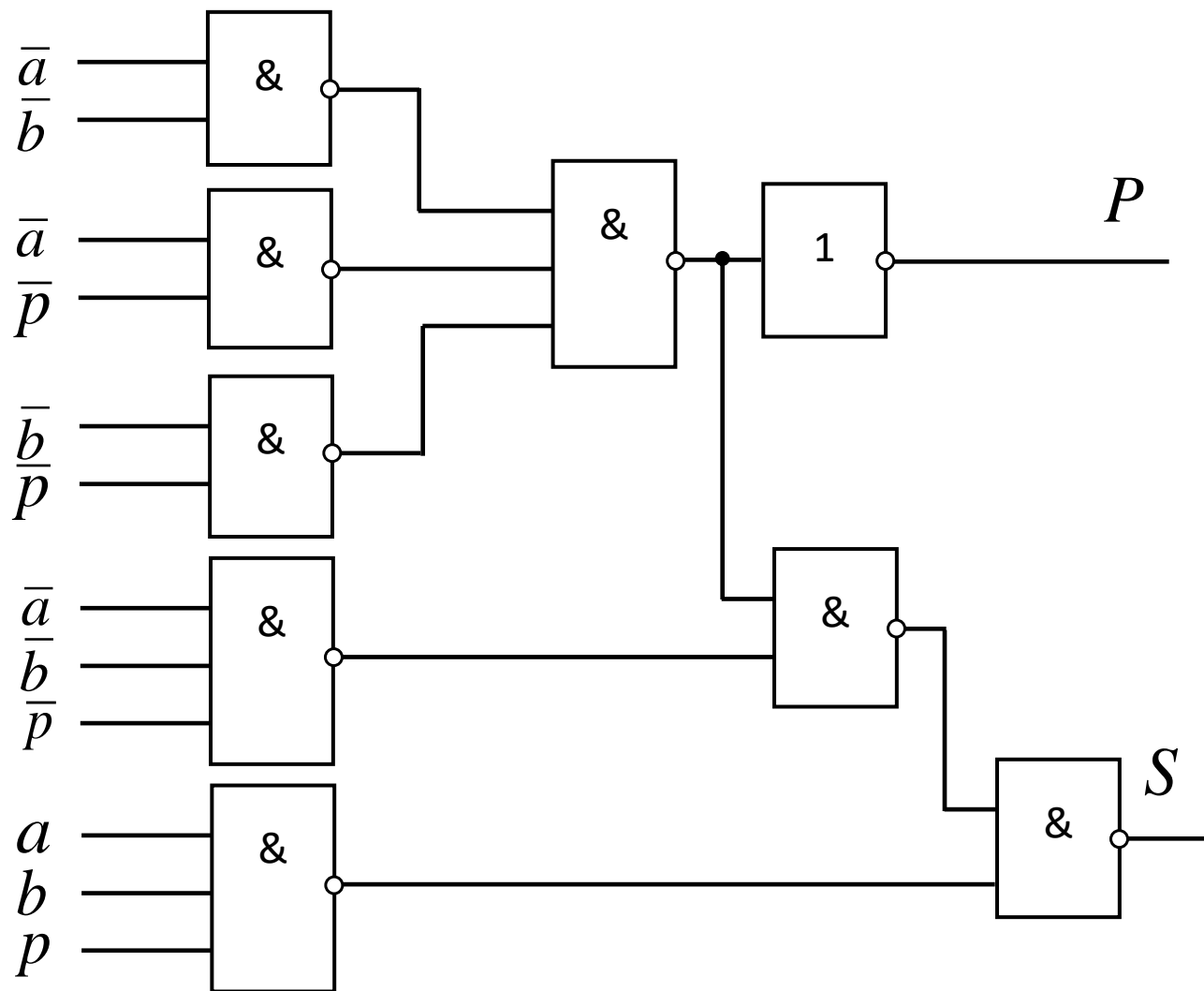
Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0   | 1 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$$\overline{P} = \overline{a} \overline{p} \vee \overline{b} \overline{p} \vee \overline{a} \overline{b} = \overline{\overline{\overline{a} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b}}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow \downarrow \\ p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0   | 0 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 1  | 0  |    |

$$S = \overline{P}(a \vee b \vee p) \vee abp = \overline{\overline{\overline{\overline{P}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{abp}}}$$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

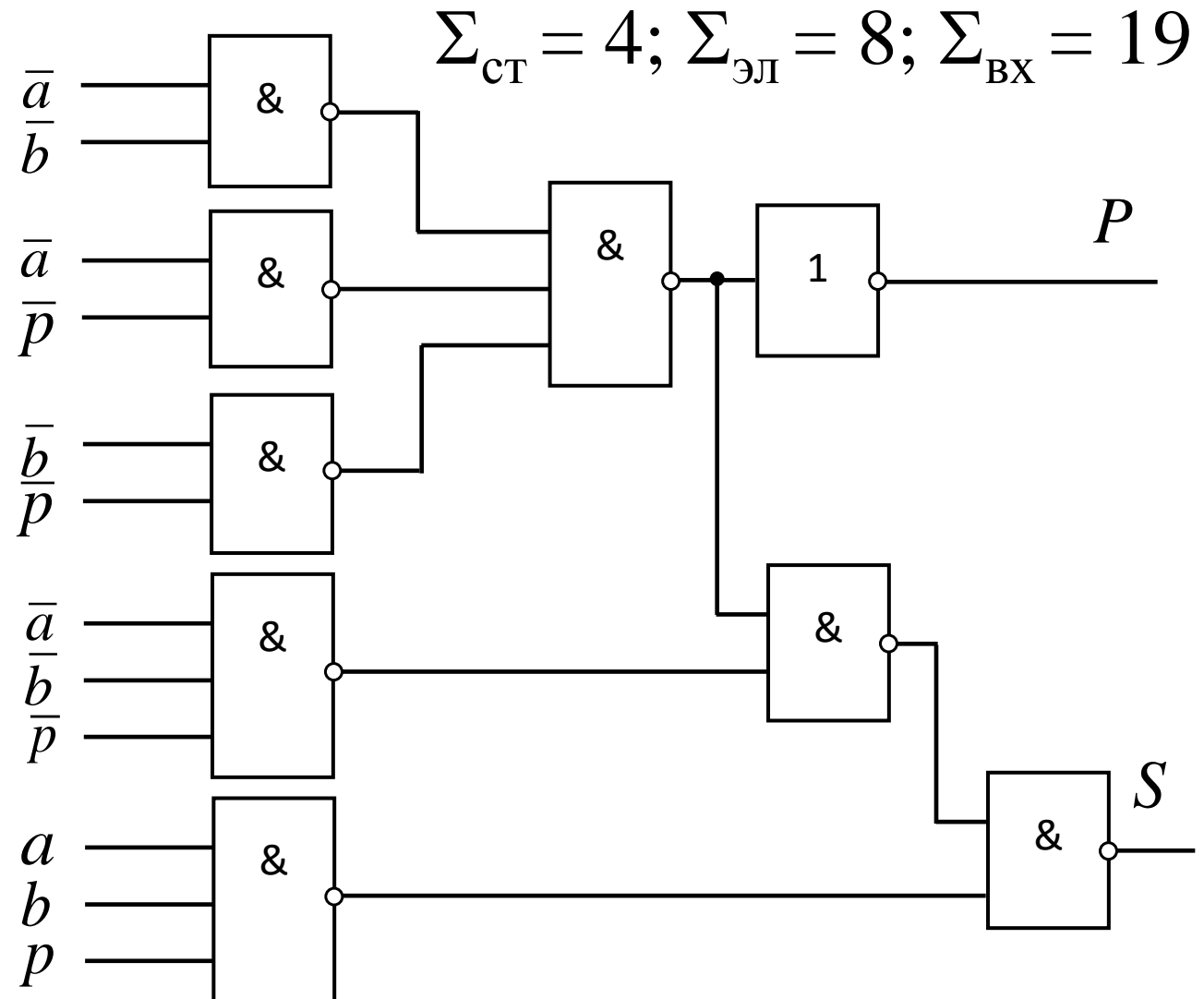
Вариант расходящейся КЛС с выражением одной функции через другую, минимизированную

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0   | 1 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 0  | 0  |    |

$$\overline{P} = \overline{a} \overline{p} \vee \overline{b} \overline{p} \vee \overline{a} \overline{b} = \overline{\overline{\overline{a} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b}}}$$

| $\begin{array}{c} ab \\ \swarrow p \end{array}$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|----|----|----|----|
|   |   | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 0   | 0 | 1  | 0  | 1  |    |
| 1   | 1 | 0  | 1  | 0  |    |

$$S = \overline{P}(a \vee b \vee p) \vee abp = \overline{\overline{\overline{\overline{P}} \cdot \overline{\overline{a} \overline{b} \overline{p}} \cdot \overline{abp}}}$$



# Трехвходовый одноразрядный сумматор

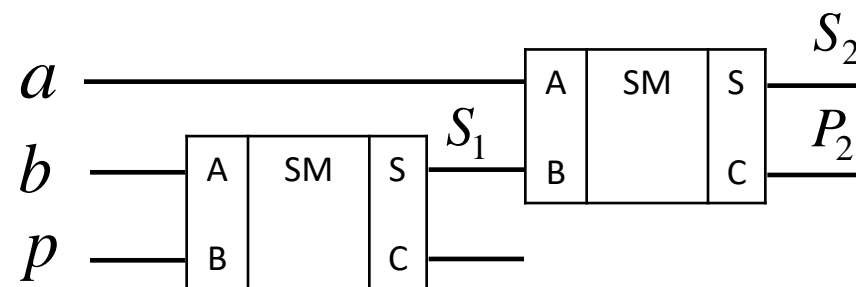
Вариант соединения двух полусумматоров

| $ab$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|---|----|----|----|----|
| $p$  | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  |
|      | 1 | 0  | 1  | 1  | 1  |

$$P = bp \vee ap \vee ab$$

| $ab$ |   | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|---|----|----|----|----|
| $p$  | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  |
|      | 1 | 1  | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$



$$S_1 = b\bar{p} \vee \bar{b}p \quad P_1 = bp$$

$$S_2 = S_1\bar{a} \vee \bar{S}_1a \quad P_2 = S_1a$$

# Трехвходовый одноразрядный сумматор

Вариант соединения двух полусумматоров

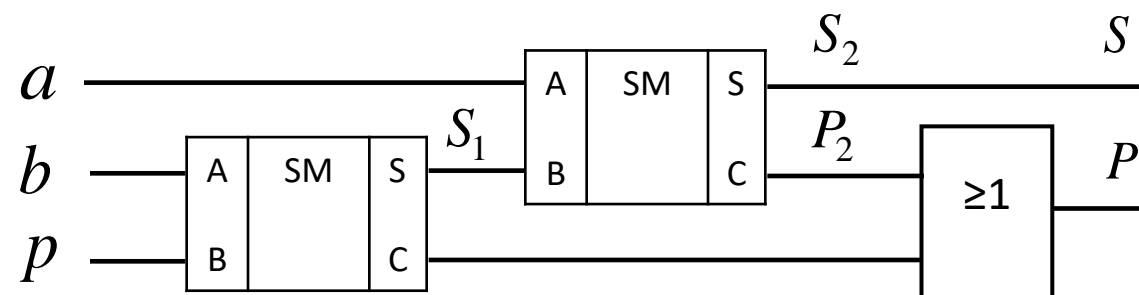
| $p \backslash ab$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------------------|----|----|----|----|
| 0                 | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 1                 | 0  | 1  | 1  | 1  |

$$P = bp \vee ap \vee ab$$

| $p \backslash ab$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------------------|----|----|----|----|
| 0                 | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 1                 | 1  | 0  | 1  | 0  |

$$S = \bar{a}\bar{b}p \vee \bar{a}b\bar{p} \vee abp \vee a\bar{b}\bar{p}$$

$$\Sigma_{\text{CT}} = 8; \Sigma_{\text{ЭЛ}} = 14; \Sigma_{\text{BX}} = 20$$

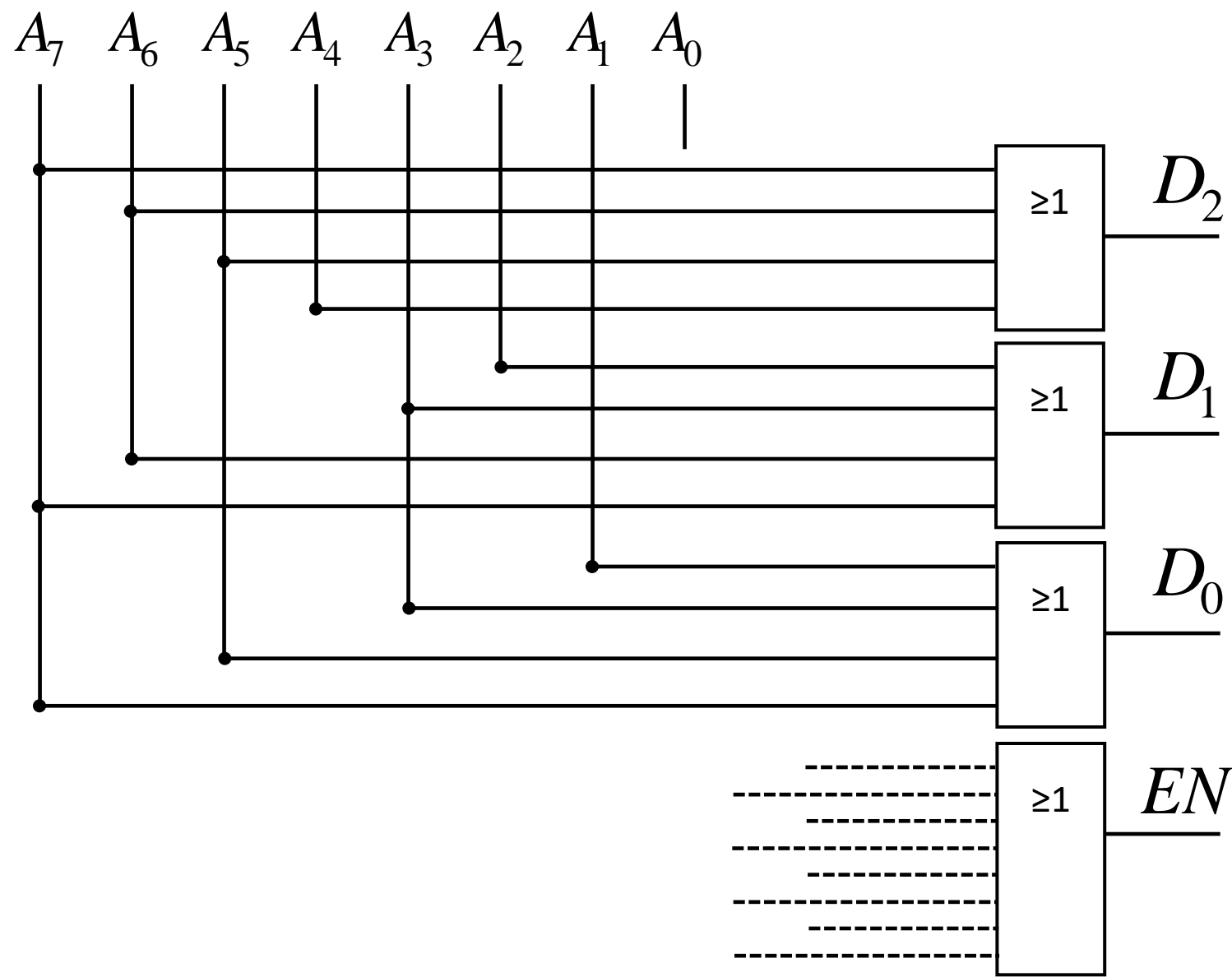


$$S_1 = b\bar{p} \vee \bar{b}p \quad P_1 = bp$$

$$S_2 = S_1\bar{a} \vee \bar{S}_1a \quad P_2 = S_1a$$

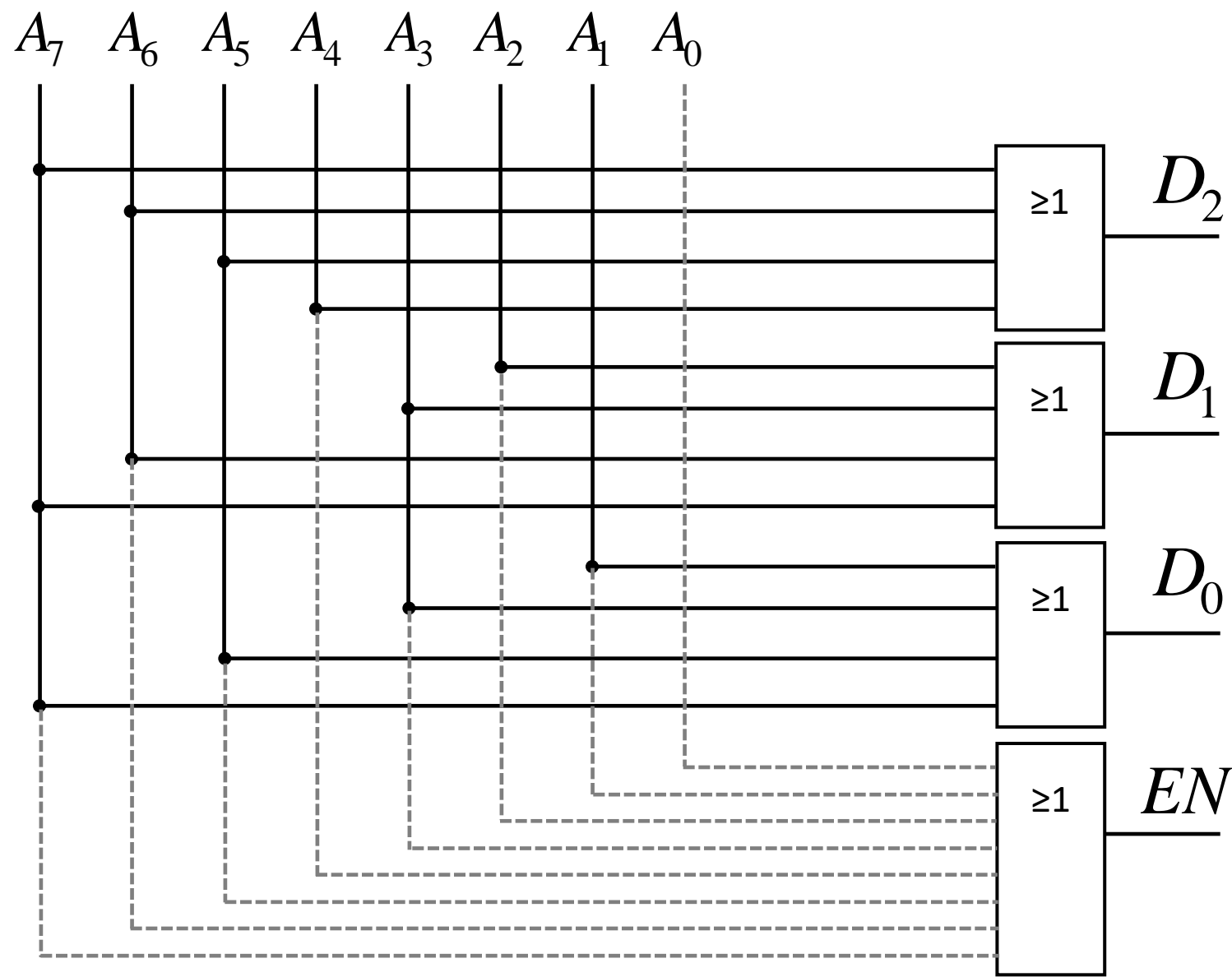
# Шифратор

|    | D2 | D1 | D0 |
|----|----|----|----|
| A0 | 0  | 0  | 0  |
| A1 | 0  | 0  | 1  |
| A2 | 0  | 1  | 0  |
| A3 | 0  | 1  | 1  |
| A4 | 1  | 0  | 0  |
| A5 | 1  | 0  | 1  |
| A6 | 1  | 1  | 0  |
| A7 | 1  | 1  | 1  |



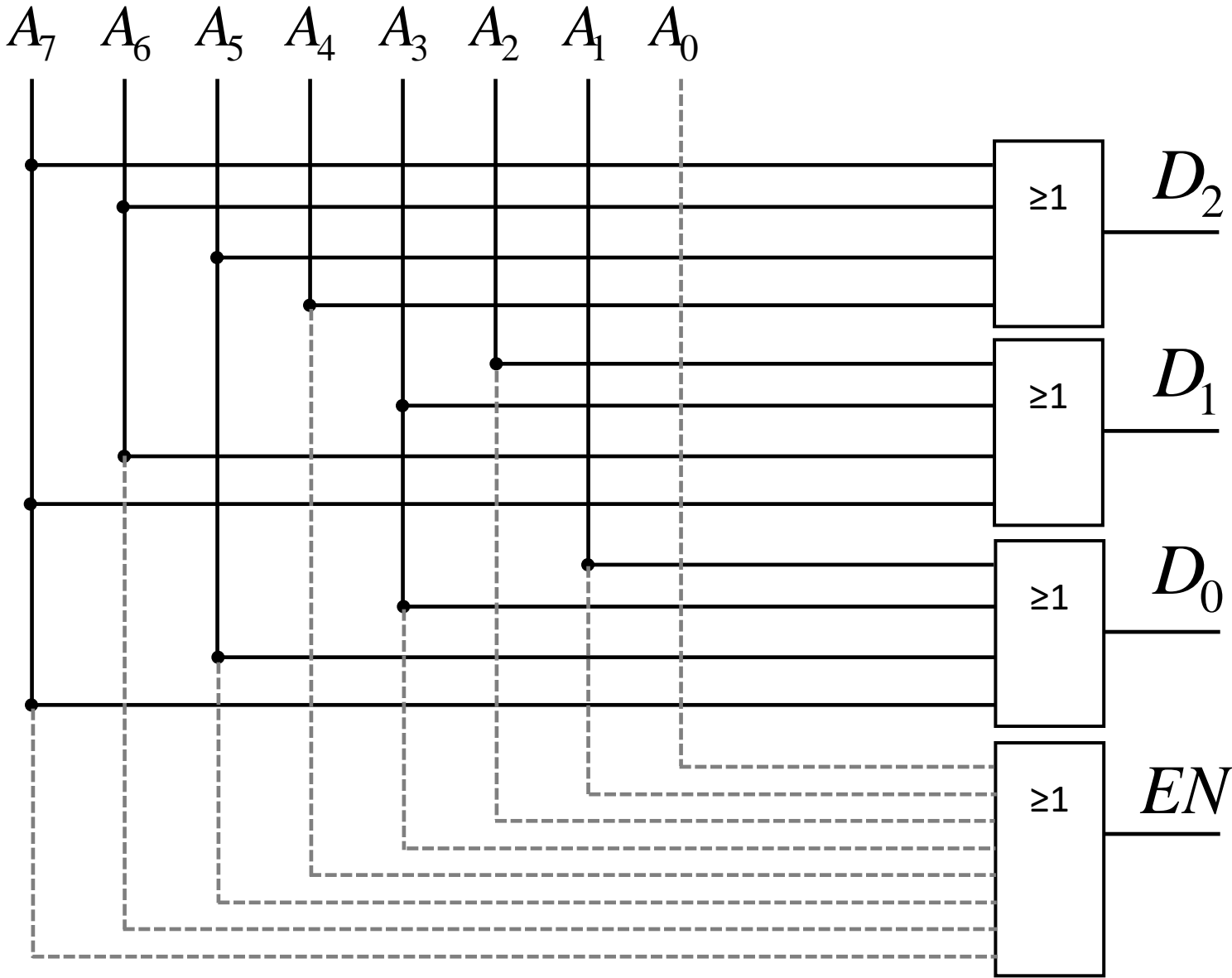
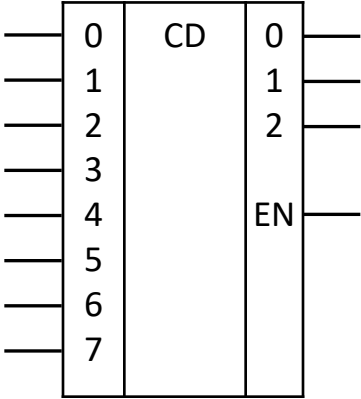
# Шифратор

|    | D2 | D1 | D0 |
|----|----|----|----|
| A0 | 0  | 0  | 0  |
| A1 | 0  | 0  | 1  |
| A2 | 0  | 1  | 0  |
| A3 | 0  | 1  | 1  |
| A4 | 1  | 0  | 0  |
| A5 | 1  | 0  | 1  |
| A6 | 1  | 1  | 0  |
| A7 | 1  | 1  | 1  |



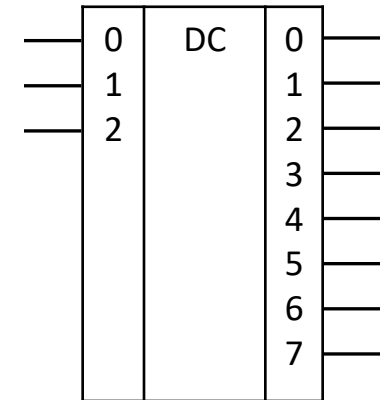
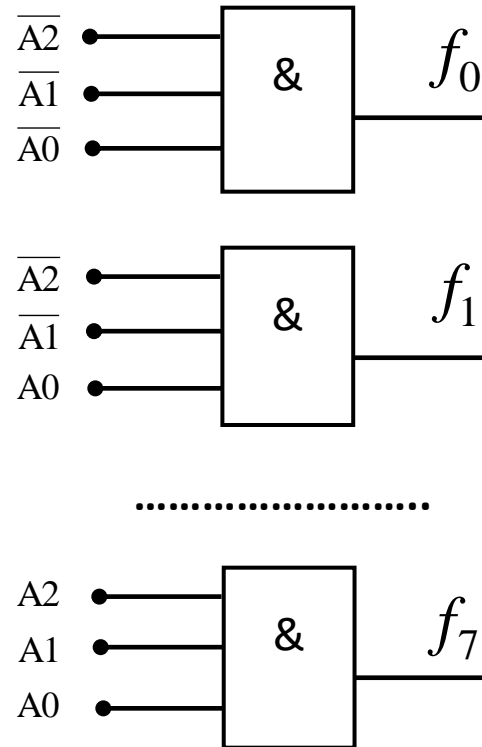


# Шифратор



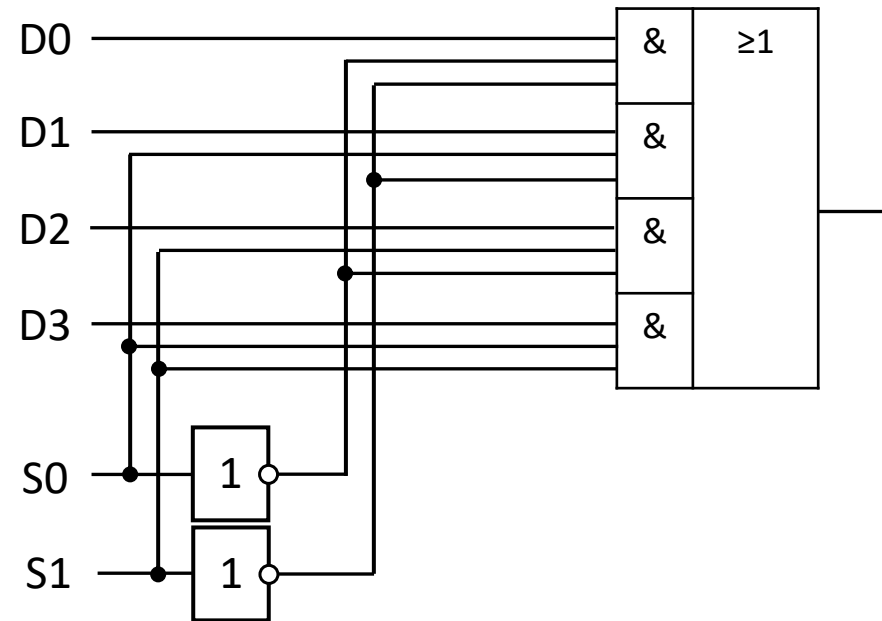
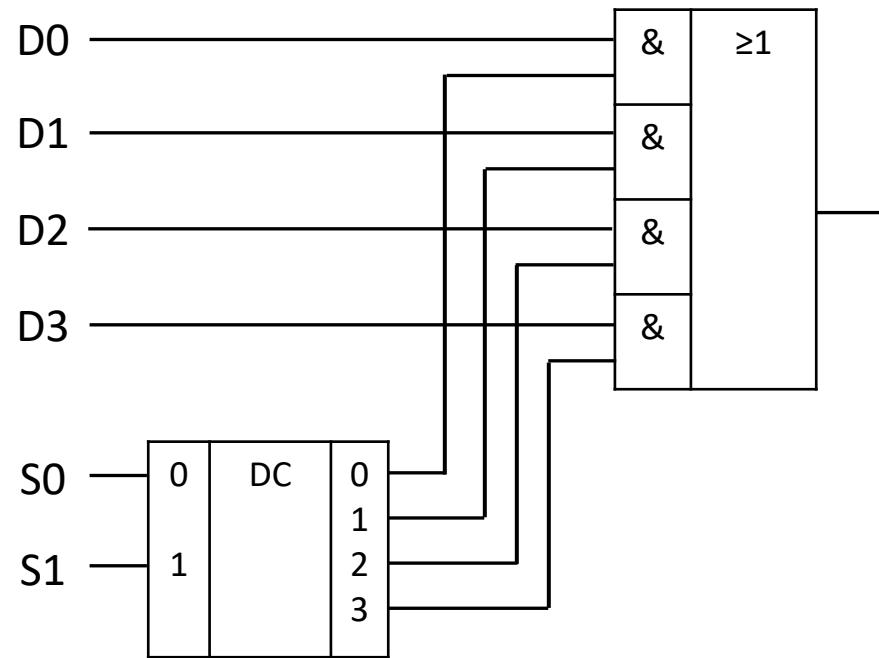
# Дешифратор

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_2$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| $A_1$ | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| $A_0$ | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $f_0$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $f_1$ | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $f_2$ | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $f_3$ | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $f_4$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $f_5$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| $f_6$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| $f_7$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |



$$\Sigma_{CT} = 1; \Sigma_{эл} = 2^n; \Sigma_{BX} = n \cdot 2^n$$

# Мультиплексор



# Демультимплексор

