

муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа № 45

# Логические элементы компьютера

Учитель информатики:  
Пастушук Галина Григорьевна

г. Калининград  
2016-2017

# Базовый набор операций

С помощью операций **И**, **ИЛИ** и **НЕ** можно реализовать любую логическую операцию.



**Цифровой сигнал** – это сигнал, который может принимать только одно из двух установленных значений.

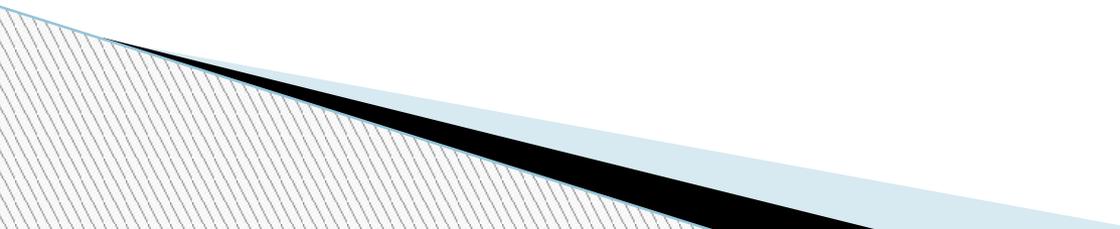
Принято:

появление на выходе электрической цепи напряжения

от 2,4 В до 5 В соответствует **1**

не более 0,5 В соответствует **0**

**Преобразователь**, который, получая сигналы об истинности отдельных высказываний, обрабатывает их и в результате выдаёт значение логического отрицания, логического сложения или логического произведения этих высказываний, называют **ЛОГИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ**.



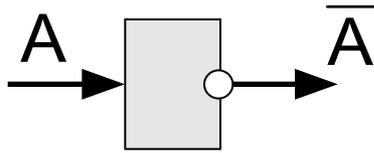
# Логические элементы (вентили) компьютера

компьютера

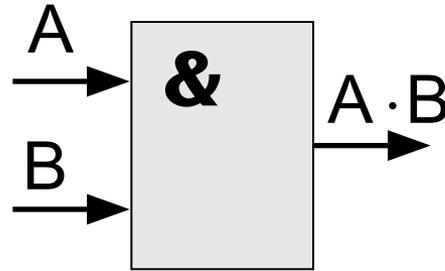
конъюнктор

дизъюнктор

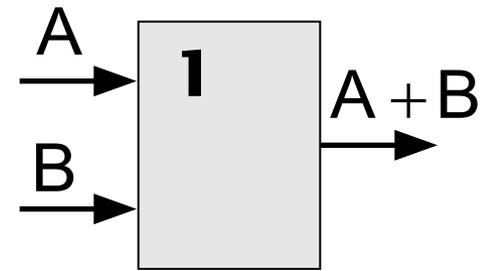
инвертор



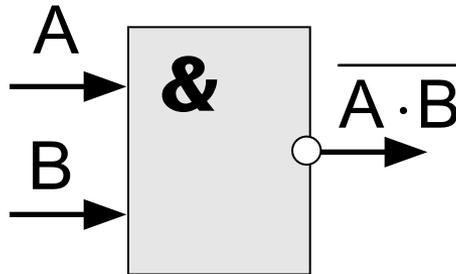
НЕ



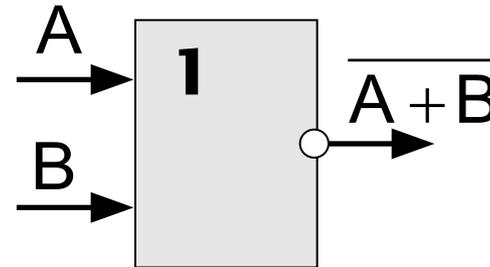
И



ИЛИ



И-НЕ



ИЛИ-НЕ

С помощью логических элементов **НЕ, И, ИЛИ** можно реализовать (собрать как из конструктора) **типовые функциональные узлы (блоки) ЭВМ:**

- ❖ *триггеры*
  - ❖ *сумматоры*
  - ❖ *шифраторы*
  - ❖ *регистры*
  - ❖ *счетчики*
  - ❖ *дешифраторы*
- 

Цепочка из логических элементов, в которой выходы одних элементов являются входами других, называют **логическим устройством**.

Схема соединения логических элементов, реализующая логическую функцию, называется **функциональной схемой**.

Формой описания функции, реализуемой логическим устройством, является **структурная формула**.

Чтобы понять, как работает интересующее нас устройство, необходимо понять логику его работы, т.е. найти соответствие между входными и выходными сигналами, **для этого:**

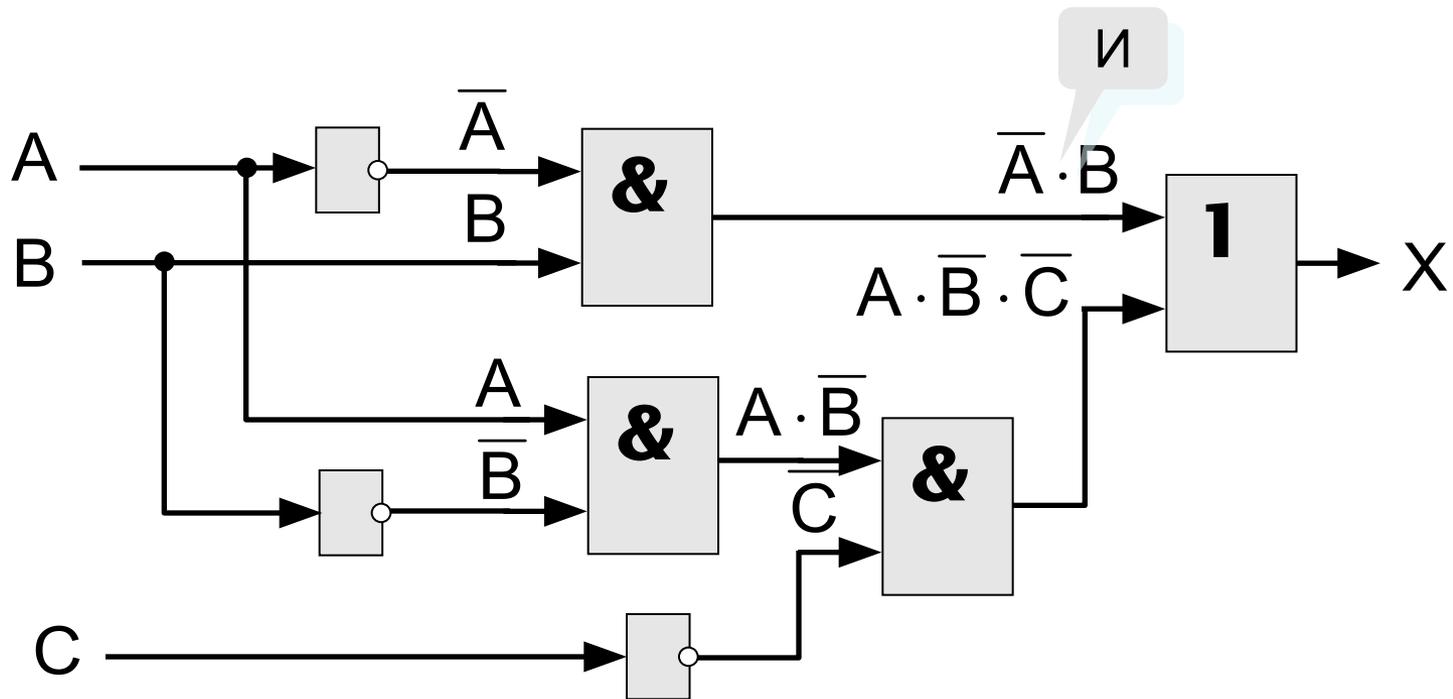
- ✓ **составить таблицу истинности**
- ✓ **по таблице записать логическую функцию (структурную формулу)**
- ✓ **построить функциональную схему**

## Правило построения логических схем:

- 1. определить число логических переменных;*
  - 2. определить количество базовых логических операций и их порядок;*
  - 3. изобразить для каждой логической операции соответствующий ей вентиль;*
  - 4. соединить вентиля в порядке выполнения логических операций.*
- 

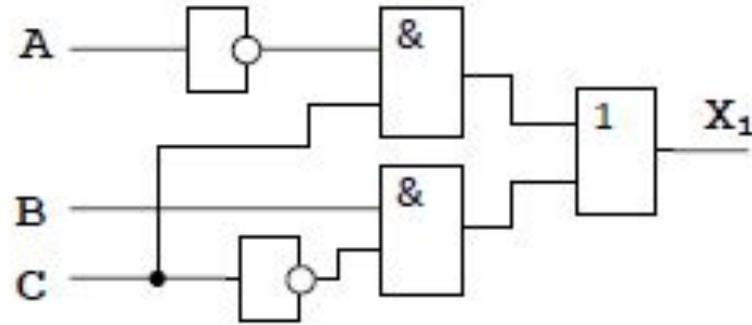
# Составление схем

$$X = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

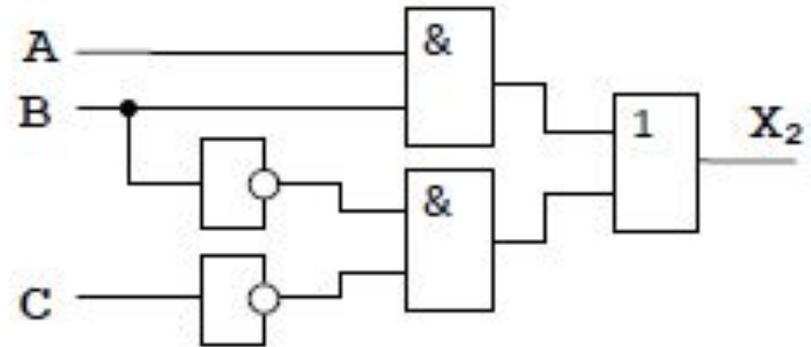


Используя логические элементы, постройте, схемы соответствующие логическим выражениям:

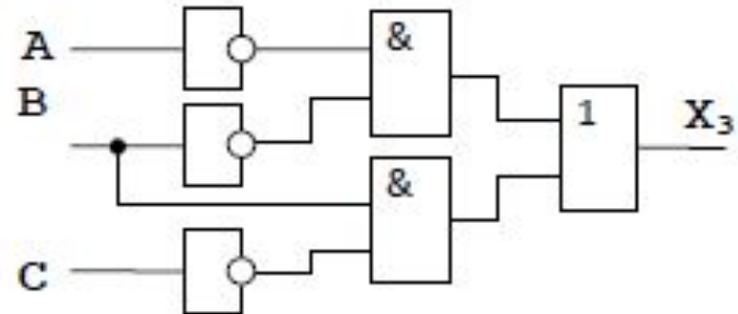
a)  $X_1 = \bar{A} \& C \vee B \& \bar{C}$



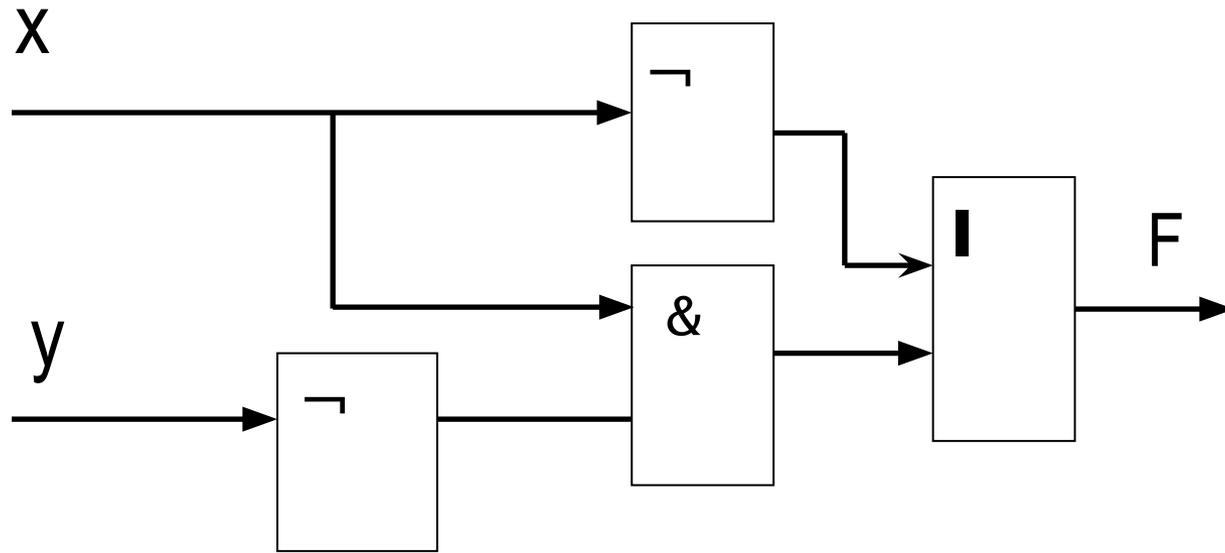
b)  $X_2 = A \& B \vee \bar{B} \& \bar{C}$



c)  $X_3 = \bar{A} \& \bar{B} \vee B \& \bar{C}$

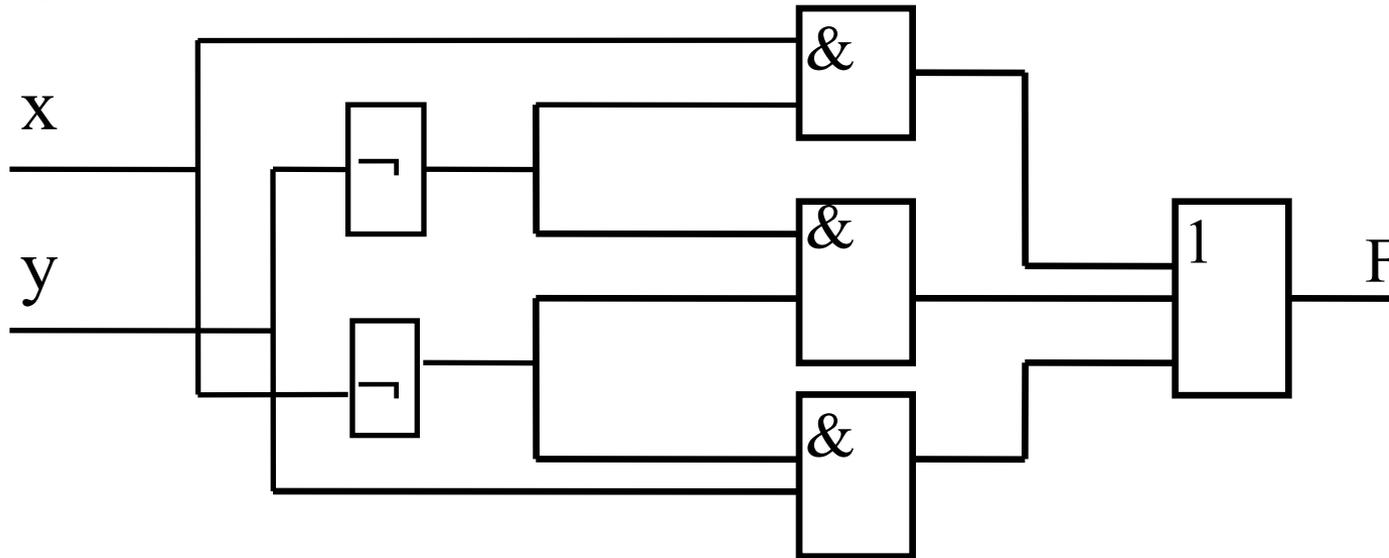


Определите структурную формулу по заданной функциональной схеме



$$F(x, y) = \bar{X} \vee (X \& \bar{Y})$$

Определите структурную формулу по заданной функциональной схеме



$$F = (\overline{X} \wedge \overline{Y}) \vee (\overline{X} \wedge Y) \vee (X \wedge \overline{Y})$$

По заданной таблице истинности записать логическую функцию, упростить ее и построить логическую схему.

1. Запишем **конъюнкцию** для каждой строки, где значение функции равно 1. Переменные, значения которых равны 0, запишем с **отрицанием**.

x	y	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$\bar{x} \wedge \bar{y}$$

$$\bar{x} \wedge y$$

$$x \wedge \bar{y}$$

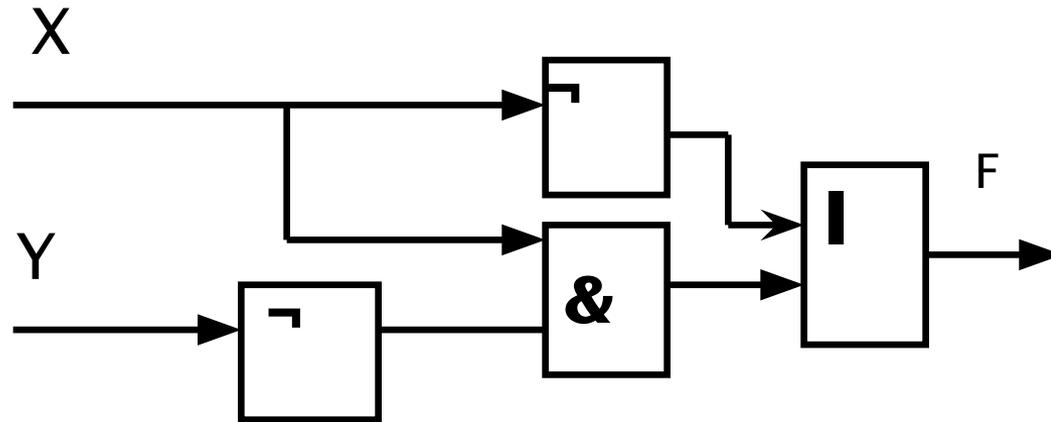
2. Объединив полученные конъюнкции дизъюнкцией, получим следующую логическую функцию.

$$F = (\bar{X} \wedge \bar{Y}) \vee (\bar{X} \wedge Y) \vee (X \wedge \bar{Y})$$

3. Упростим:

$$F = (\bar{X} \wedge \bar{Y}) \vee (\bar{X} \wedge Y) \vee (X \wedge \bar{Y}) = \bar{X} \vee (X \wedge \bar{Y})$$

4. По полученной функции построим логическую схему:



Составить схему, работа которой задана таблицей истинности:

A	B	C	F(A,B,C)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

1. Составим логическую формулу схемы:

$$F = (A \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (A \wedge B \wedge C)$$

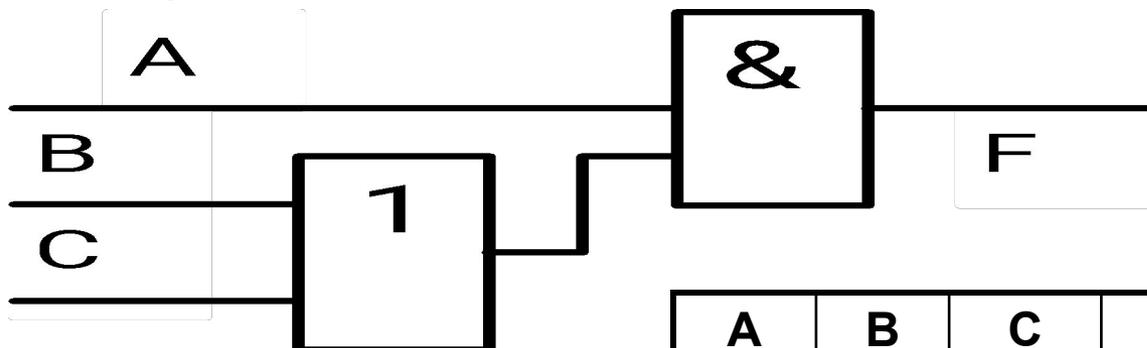
2. Упростим полученную формулу:

$$F = (A \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (A \wedge B \wedge C) =$$

$$(A \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (A \wedge B) \vee (C \wedge \bar{C}) = (A \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (A \wedge B) =$$

$$A \wedge (B \vee (\bar{B} \wedge C)) = A \wedge (B \vee C)$$

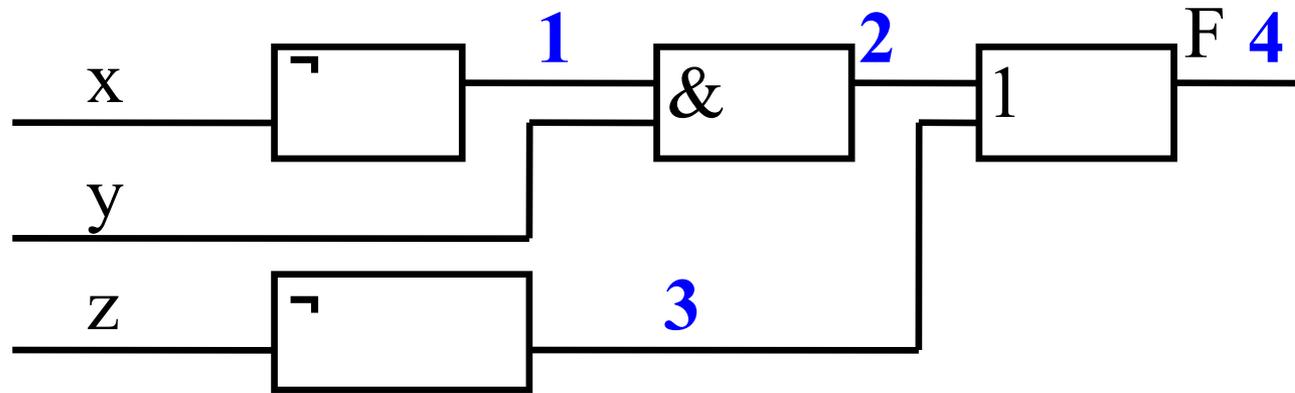
3. по упрощенной (минимизированной) функции составим логическую схему:



4. Правильность полученной формулы можно проверить сопоставлением таблицы истинности по последним столбцам.

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Запишите логическую функцию, описывающую состояние схемы, составьте таблицу истинности:



Для записи функции необходимо записать значения на выходе каждого элемента схемы:

$$1. \bar{X} \quad 2. \bar{X} \& Y \quad 3. \bar{Z} \quad 4. \bar{X} \& Y \vee \bar{Z}$$

Следовательно, получится функция:

$$F = (\bar{x} \wedge y) \vee \bar{z}$$

# ЗАДАНИЕ

1. По заданным таблицам истинности запишите логические функции, составьте логические схемы.

A	B	F(A,B)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$\bar{A} \& B$$

$$A \& \bar{B}$$

A	B	F(A,B)
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$\bar{A} \& \bar{B}$$

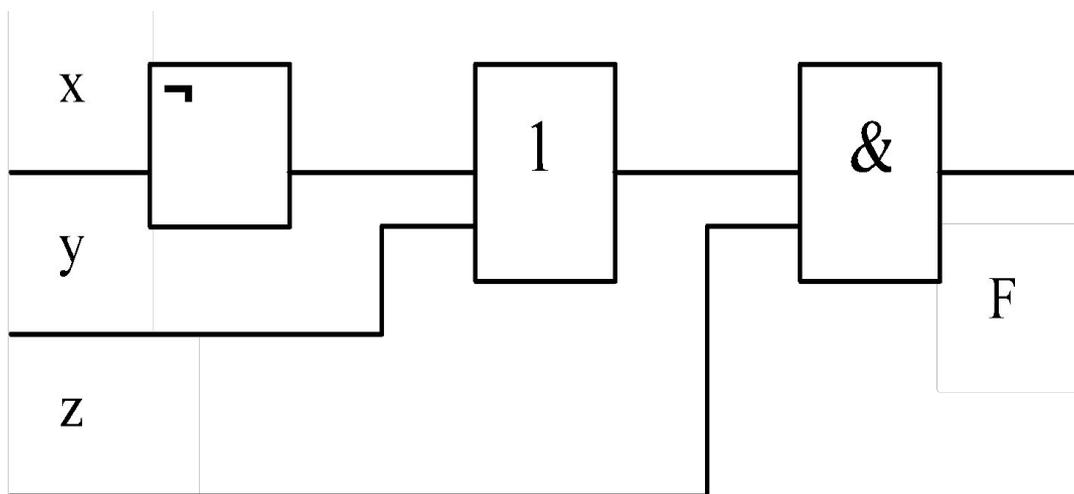
$$\bar{A} \& B$$

$$A \& B$$

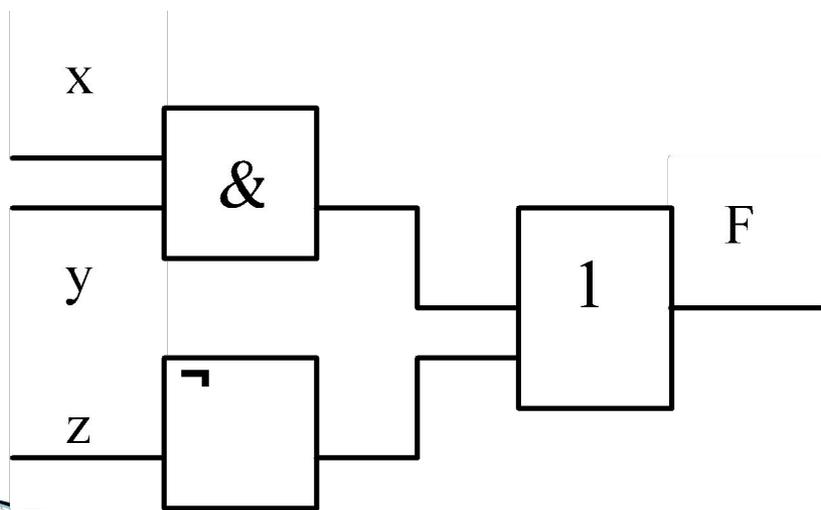
$$F = (\bar{A} \& B) \vee (A \& \bar{B})$$

$$F = (\bar{A} \& \bar{B}) \vee (\bar{A} \& B) \vee (A \& B)$$

2. Запишите логическую функцию, описывающую состояние схемы, постройте таблицу истинности:



$$F = (\bar{X} \vee Y) \& Z$$



$$F = (X \& Y) \vee \bar{Z}$$

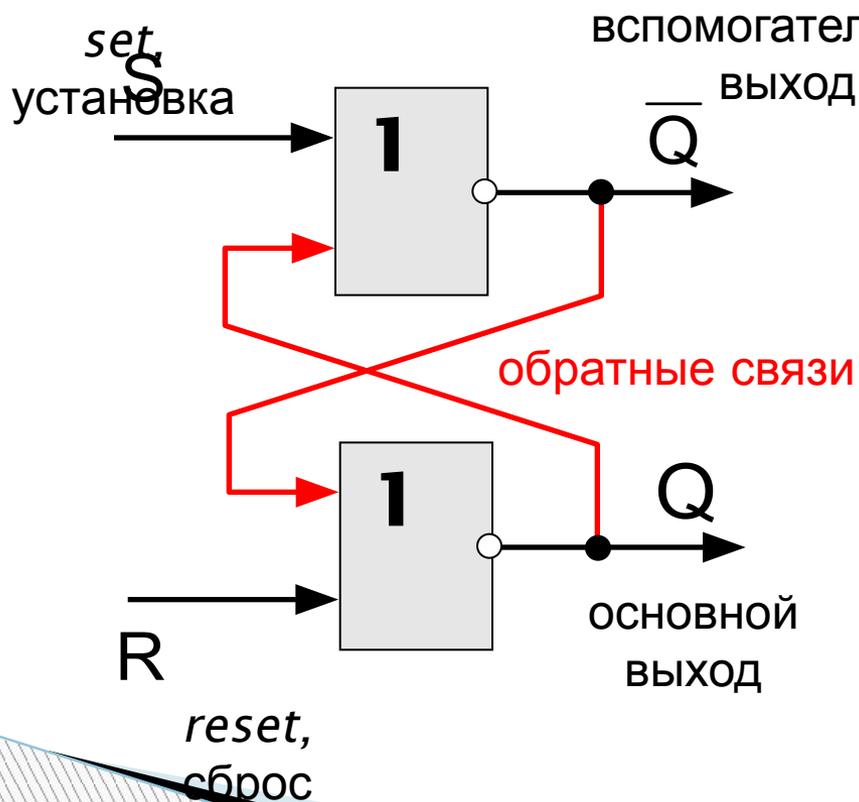
3. Упростите:

$$(A \wedge B \wedge C) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge C)$$

$$(A \vee \bar{B} \vee C) \wedge \overline{(A \vee B \vee C)}$$

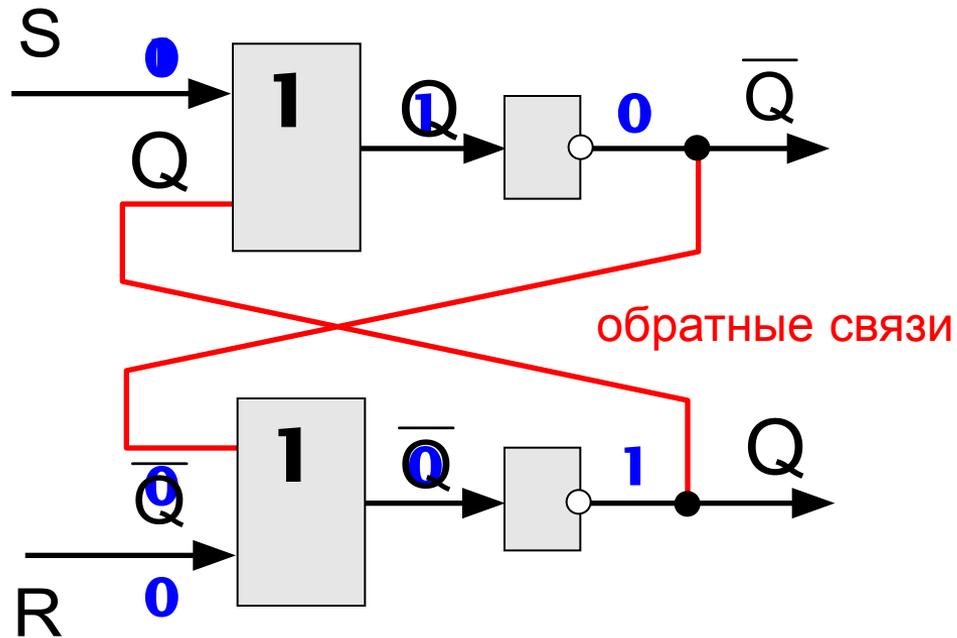
# Триггер (англ. *trigger* – защёлка)

**Триггер** – это логическая схема, способная хранить 1 бит информации (1 или 0). Строится на 2-х элементах **ИЛИ-НЕ** или на 2-х элементах **И-НЕ**.



S	R	Q	$\bar{Q}$	режим
0	0	Q	$\bar{Q}$	хранение
0	1	0	1	сброс
1	0	1	0	установка 1
1	1	0	0	запрещен

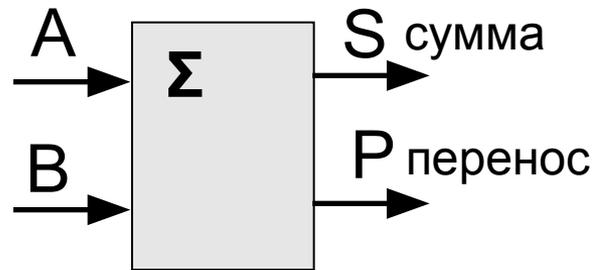
# Триггер – таблица истинности



S	R	Q	$\bar{Q}$	режим
0	0	Q	$\bar{Q}$	хранение
0	1	0	1	сброс
1	0	1	0	установка 1
1	1	0	0	запрещен

# Полусумматор

**Полусумматор** – это логическая схема, способная складывать два одноразрядных двоичных числа.

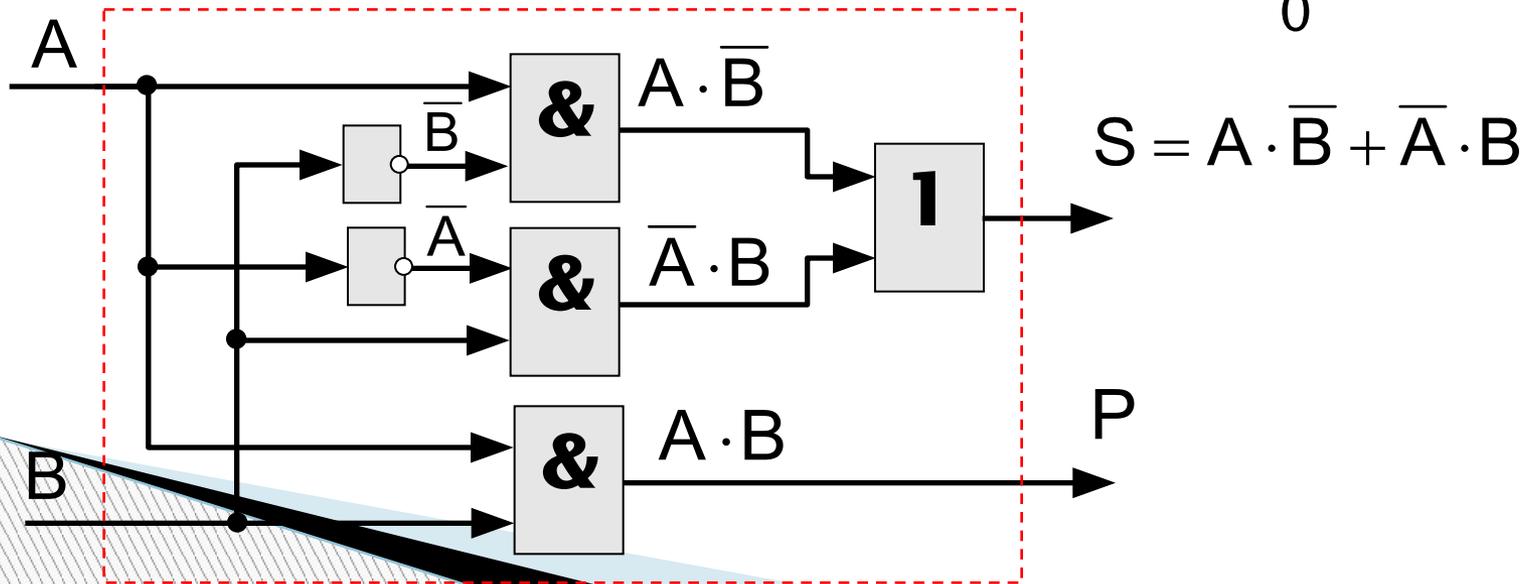


$$P = A \cdot B$$

$$S = A \oplus B = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$$

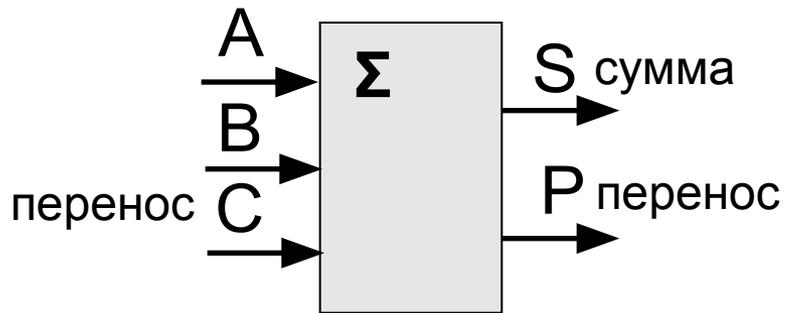
A	B	P	S
0	0	0	
0	1	0	
1	0	0	
1	1	1	

0



# Сумматор

**Сумматор** – это логическая схема, способная складывать два одноразрядных двоичных числа с переносом из предыдущего разряда.

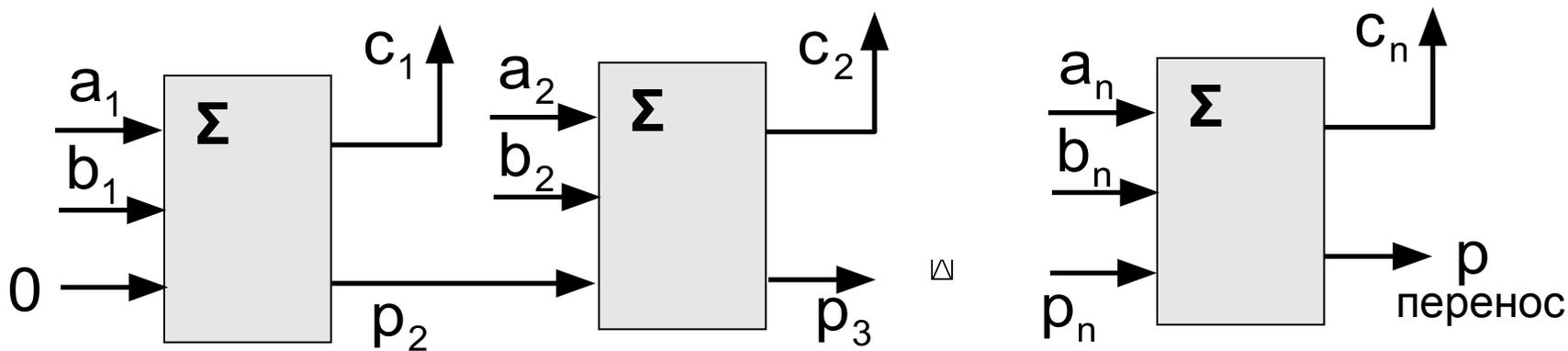


A	B	C	P	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

# Многоразрядный сумматор

это логическая схема, способная складывать два  $n$ -разрядных двоичных числа.

$$\begin{array}{r} A = \quad a_n \quad a_{n-1} \quad \boxtimes \quad a_1 \\ + \quad B = \quad b_n \quad b_{n-1} \quad \boxtimes \quad b_1 \\ \hline C = \quad \mathbf{p} \quad c_n \quad c_{n-1} \quad \boxtimes \quad c_1 \\ \text{перенос} \end{array}$$



## Источники информации:

1. Информатика и ИКТ: Учебно-справочные материалы (Серия «Итоговый контроль: ЕГЭ»)/ С.М. Авдошин, Р.З. Ахметсафина, и др. \_ М.; СПб.: Просвещение, 2012;
2. Информатика. Углублённый уровень: учебник для 10 класса; в 2 ч./К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. \_ М. \_ : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013;
3. <http://kpolyakov.spb.ru/school/ege.htm>