



# ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМОТЕХНИКИ. ЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ И  
АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

10 класс

# Ключевые слова

- схемотехника
- логический элемент
- триггер
- конъюнктор
- сумматор



# Элементы схемотехники



Любое устройство компьютера, выполняющее арифметические или логические операции, может рассматриваться как преобразователь двоичной информации.



**Схемотехника** — научно-техническое направление, занимающееся проектированием, созданием и отладкой электронных схем и электронных устройств различного назначения.

# Логические элементы



**Логический элемент** – это устройство с  $n$  входами и одним выходом, которое преобразует входные двоичные сигналы в двоичный сигнал на выходе.

И	ИЛИ	НЕ	И-НЕ	ИЛИ-НЕ
$F = A \& B$				

Однотипность сигналов на входах и выходах позволяет подавать сигнал, вырабатываемый одним элементом, на вход другого элемента.

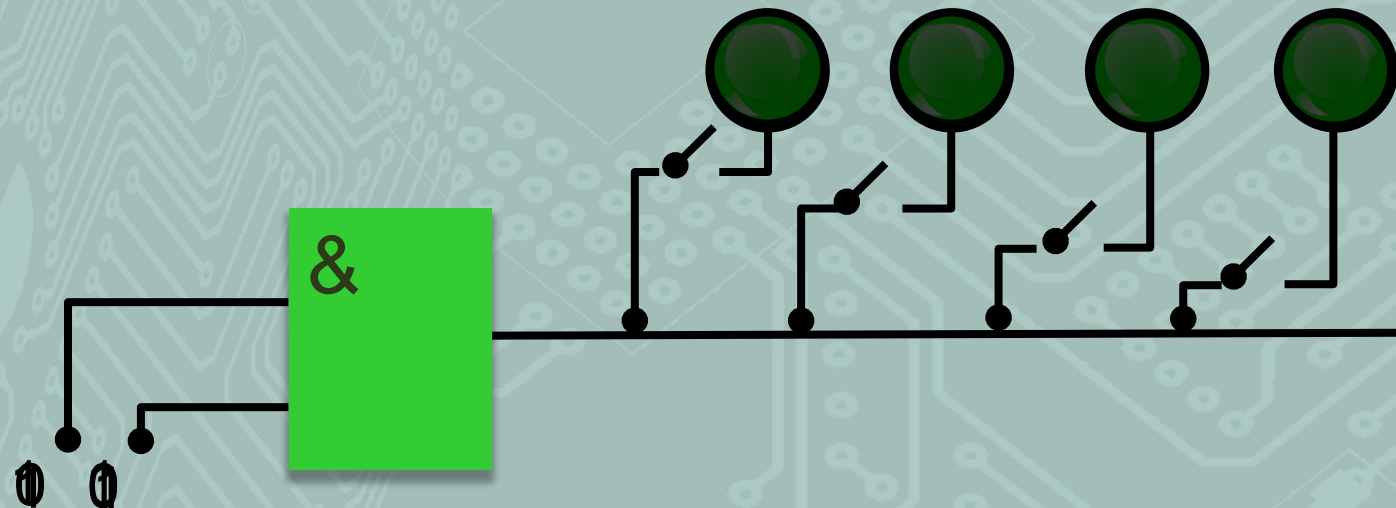
# Логический элемент И



**Конъюнктор** реализует операцию логического умножения. Единица на выходе этого элемента появится тогда и только тогда, когда на всех входах будут единицы.

$$F = A \& B$$

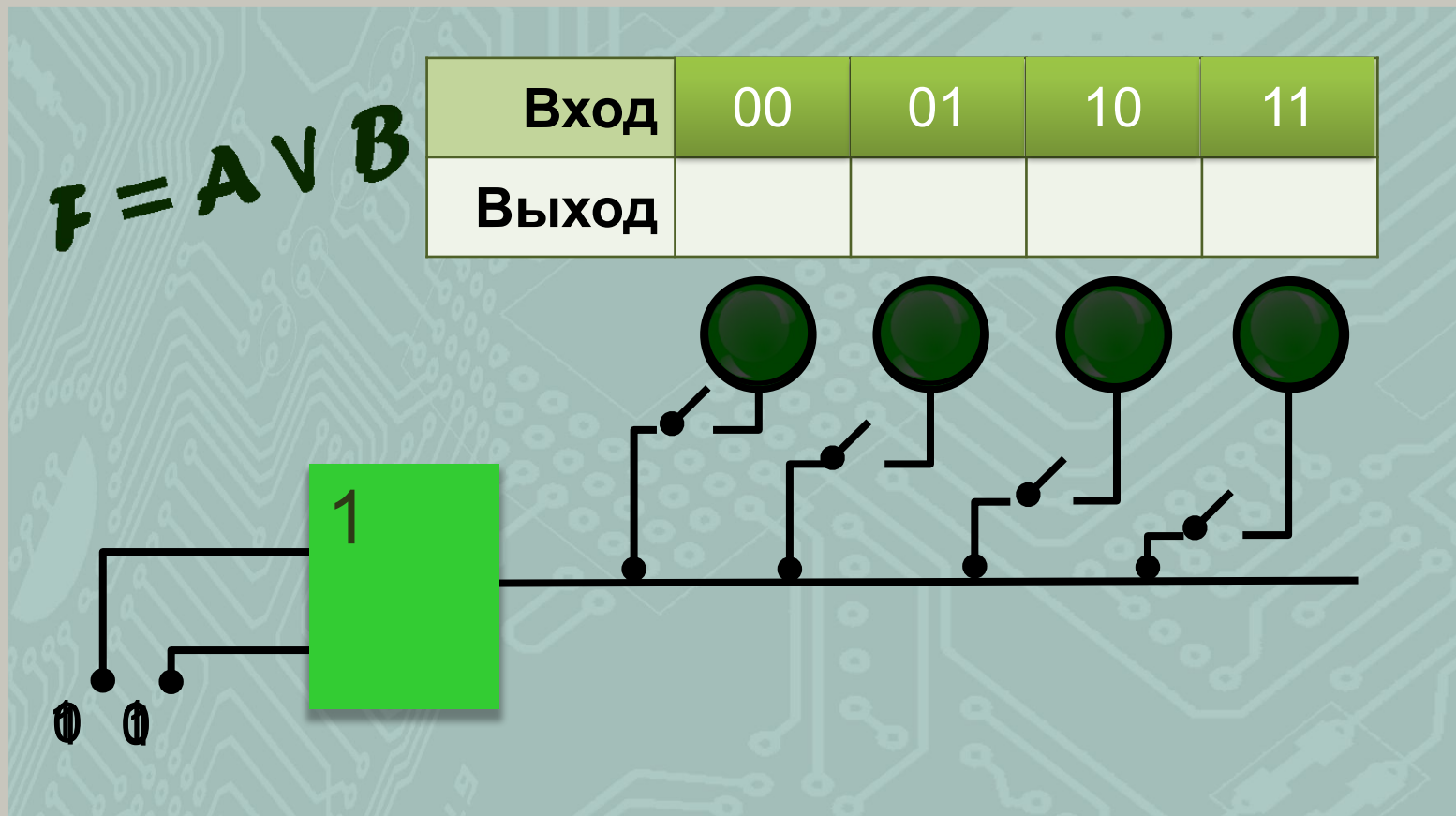
Вход	00	01	10	11
Выход				



# Логический элемент ИЛИ



**Дизъюнктор** реализует операцию логического сложения. Ноль на выходе этого элемента появится тогда и только тогда, когда на всех входах будут нули.



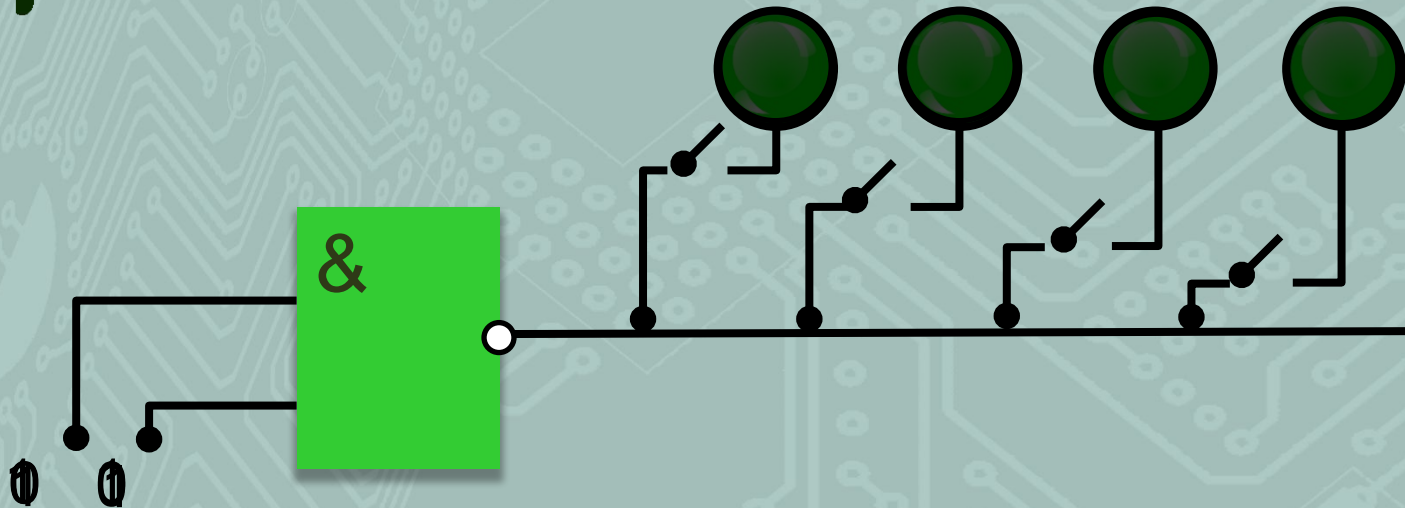
# Логический элемент И-НЕ



**И-НЕ** реализует операцию штрих Шеффера. Ноль на выходе этого элемента появится тогда и только тогда, когда на всех входах будут единицы.

$$F = \overline{A \& B}$$

Вход	00	01	10	11
Выход				





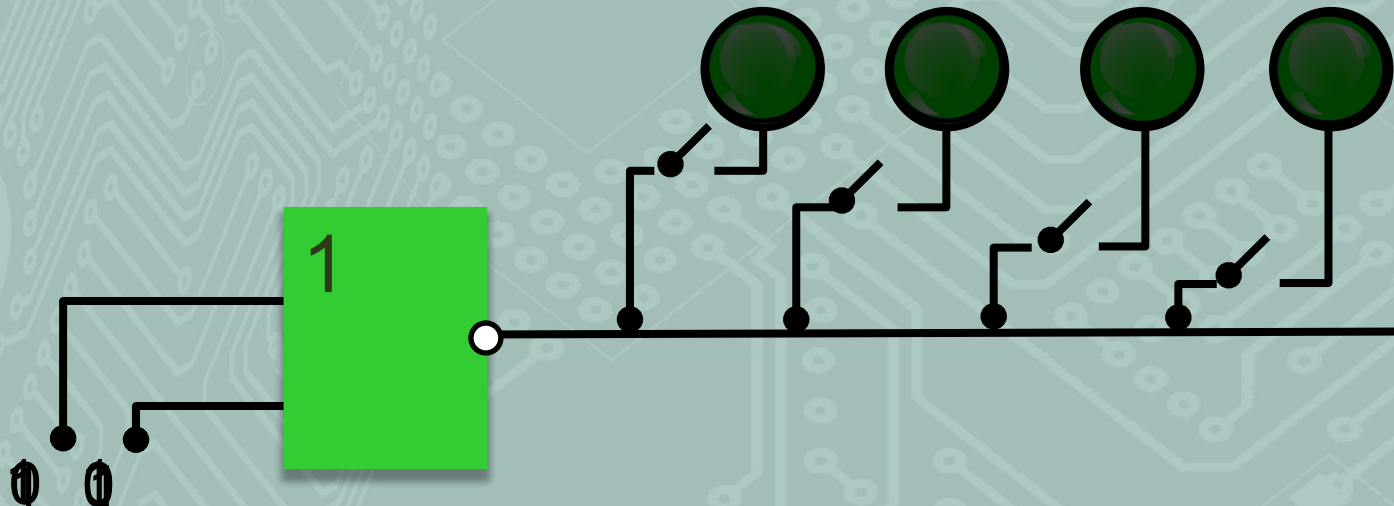
# Логический элемент ИЛИ-НЕ



**ИЛИ-НЕ** реализует операцию стрелка Пирса. Единица на выходе этого элемента появится тогда и только тогда, когда на всех входах будут ноли.

$$F = \overline{A \vee B}$$

Вход	00	01	10	11
Выход				





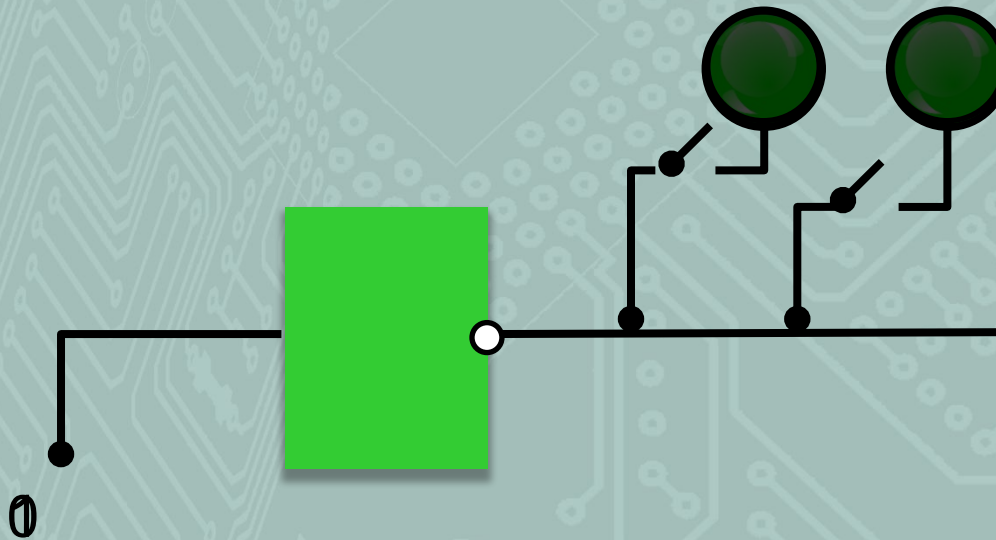
# Логический элемент НЕ



**Инвертор** реализует операцию инверсия. Единица на выходе этого элемента появится тогда, когда на входе будет ноль.

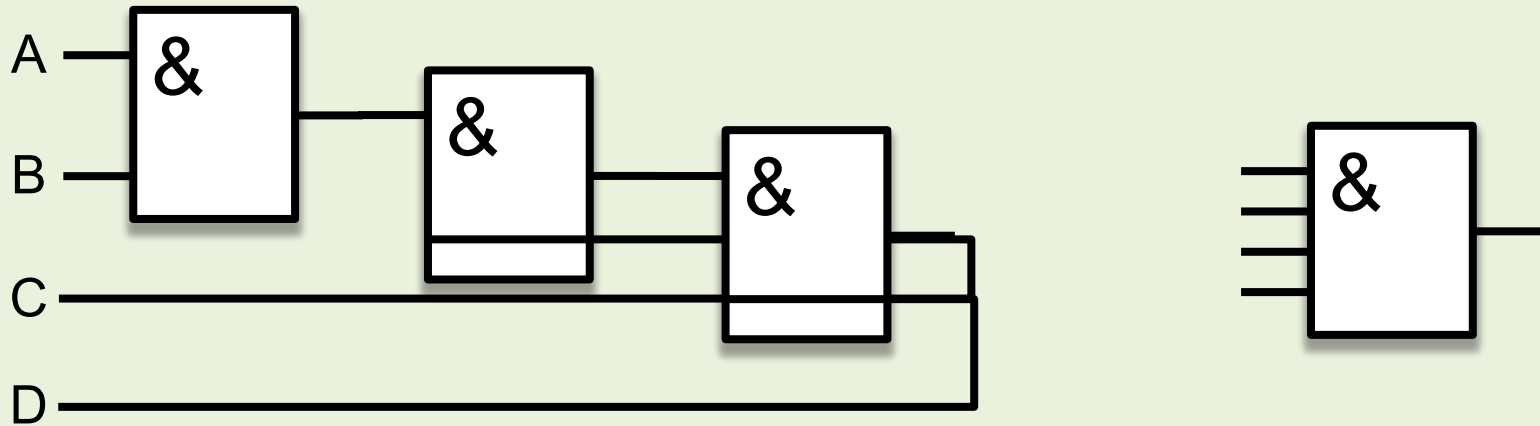
$$F = \overline{A}$$

Вход	0	1
Выход		

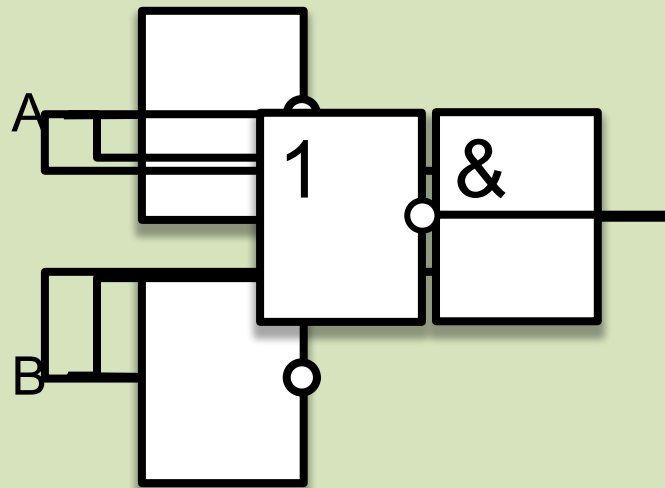


# Логические элементы

Схема и обозначение четырёхвходового конъюнктора



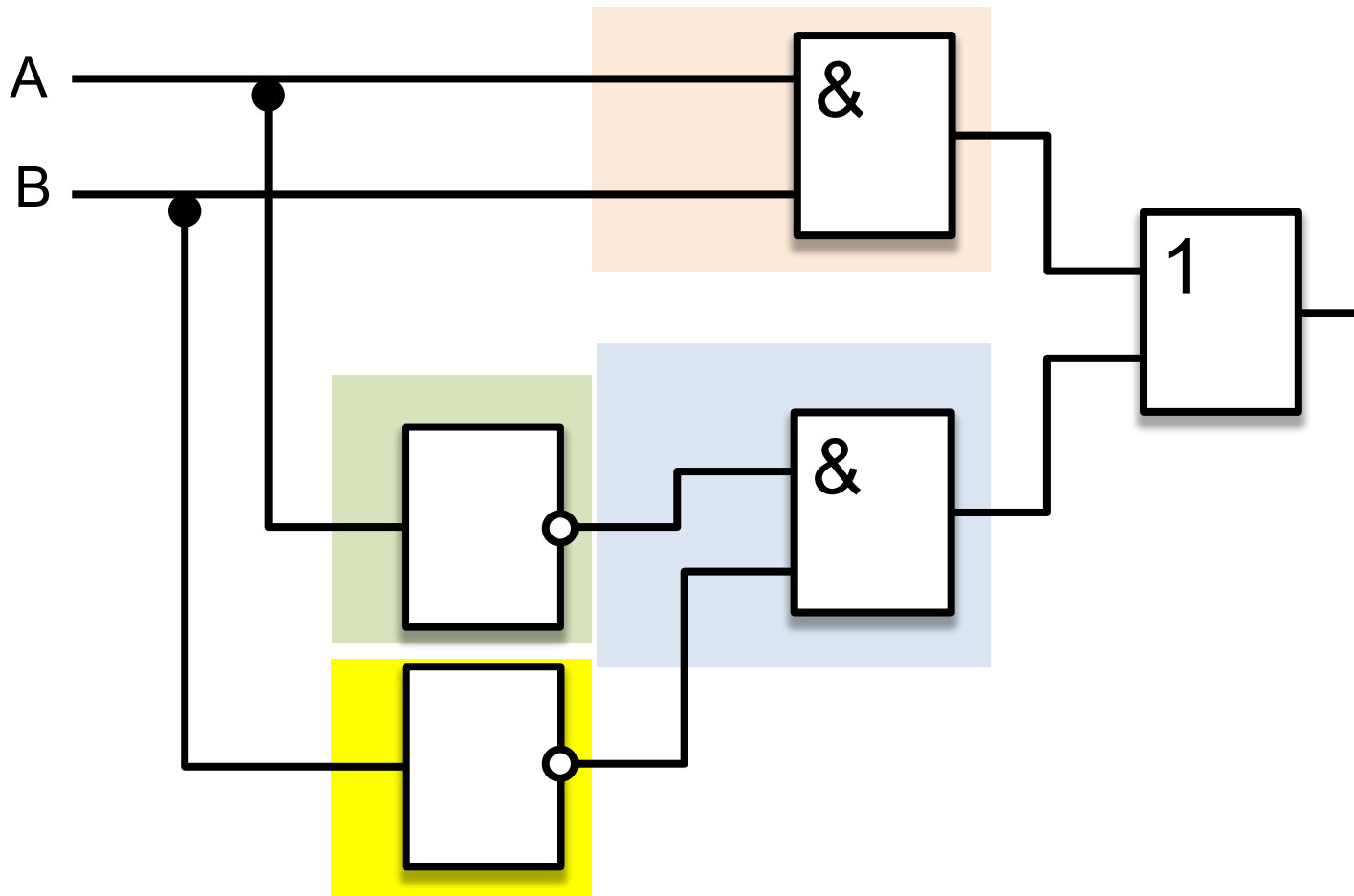
Каким логическим элементом можно заменить данную комбинационную схему?



# Логические элементы

№ 1. Построить комбинационную схему по функции:

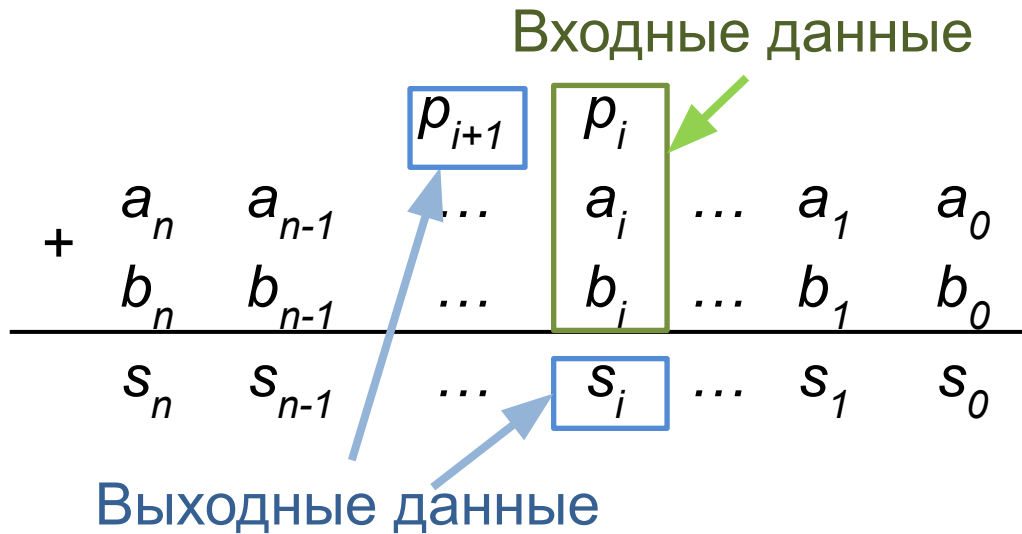
$$F(A, B) = \bar{A} \& \bar{B} \vee A \& B$$



# Сумматор



Электронная логическая схема, выполняющая суммирование двоичных чисел, называется **сумматором**.



Вход			Выход	
$a_i$	$b_i$	$p_i$	$s_i$	$p_{i+1}$
0	0	0		0
0	0	1		0
0	1	0		0
0	1	1		1
1	0	0		0
1	0	1		1
1	1	0		1
1	1	1		1

$$s_i = a_i \oplus b_i \oplus p_i$$

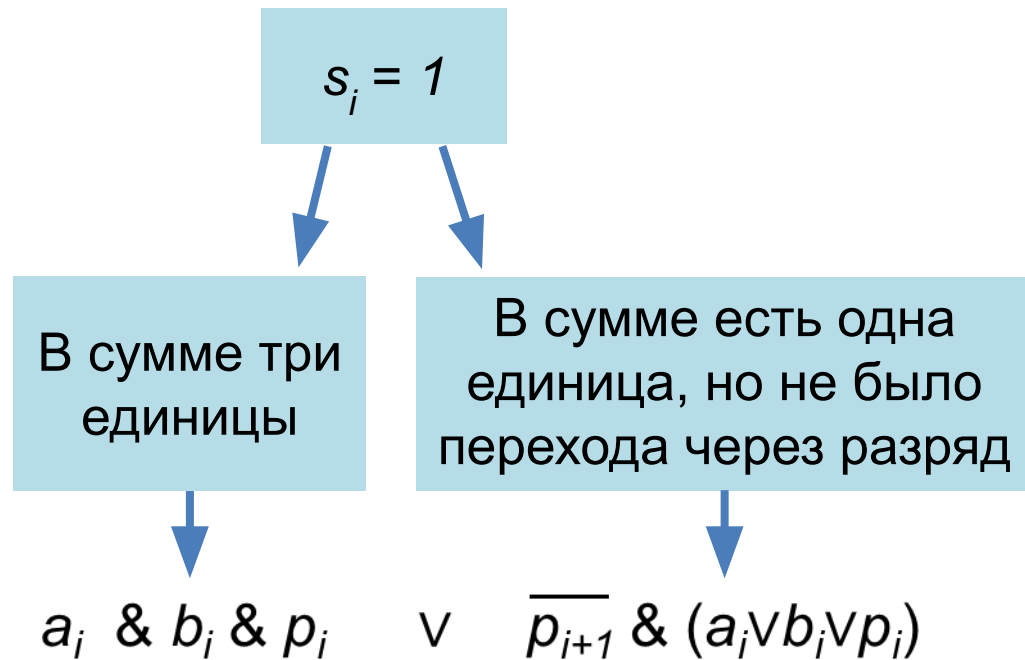
$$p_{i+1} = (a_i \wedge b_i) \vee (a_i \wedge p_i) \vee (b_i \wedge p_i)$$

# Сумматор



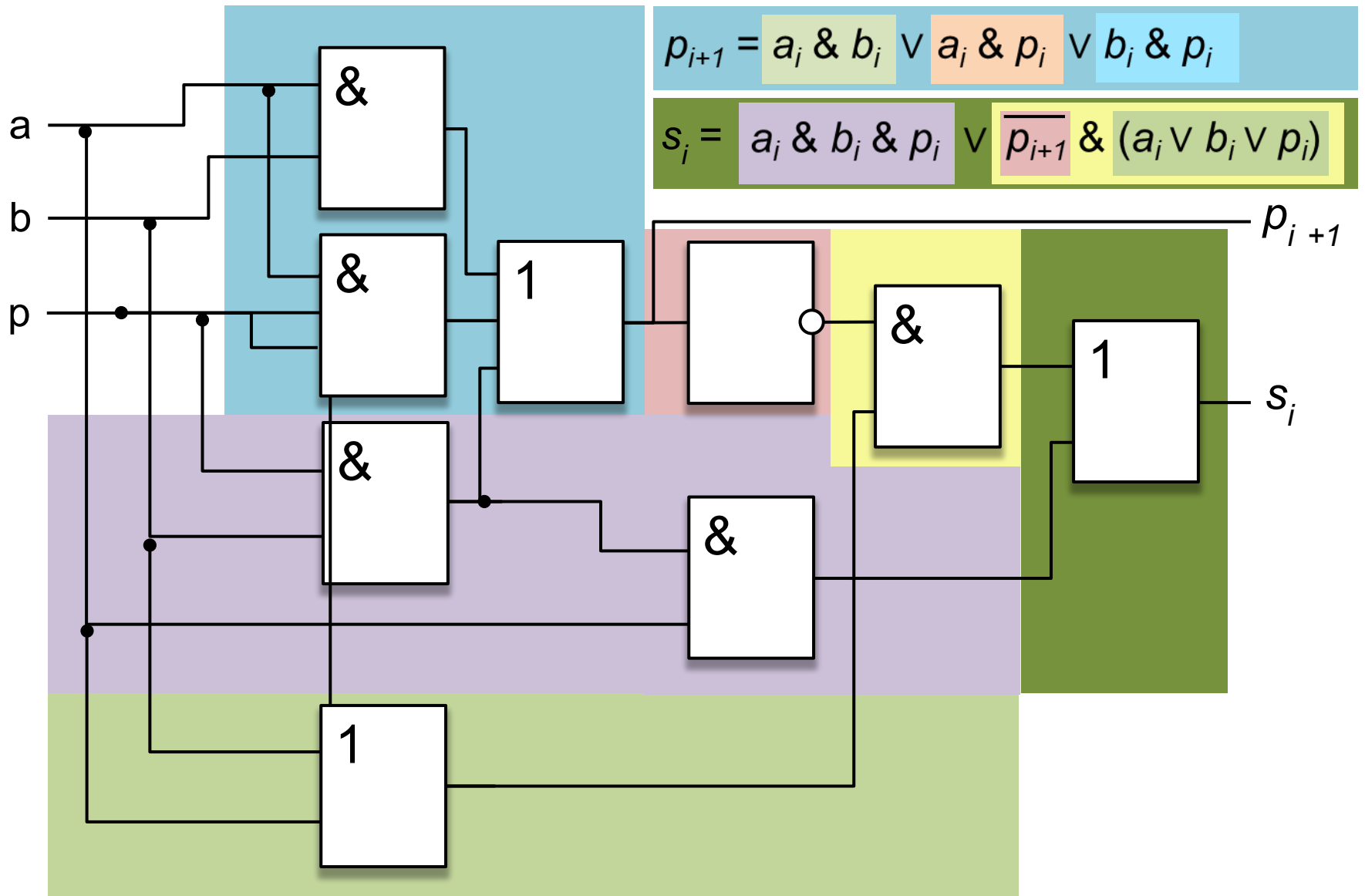
Электронная логическая схема, выполняющая суммирование двоичных чисел, называется **сумматором**.

$$p_{i+1} = b_i \& p_i \vee a_i \& p_i \vee a_i \& b_i$$



Вход			Выход	
$a_i$	$b_i$	$p_i$	$s_i$	$p_{i+1}$
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

# Сумматор



# Триггер

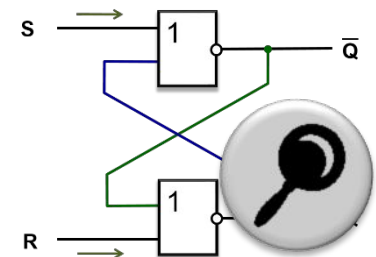


**Триггер** (от англ. *trigger* — защёлка) – логический элемент, способный хранить один разряд двоичного числа.



**Михаил Александрович Бонч-Бруевич** (1888–1940) – русский и советский радиотехник, основатель отечественной радиоламповой промышленности.

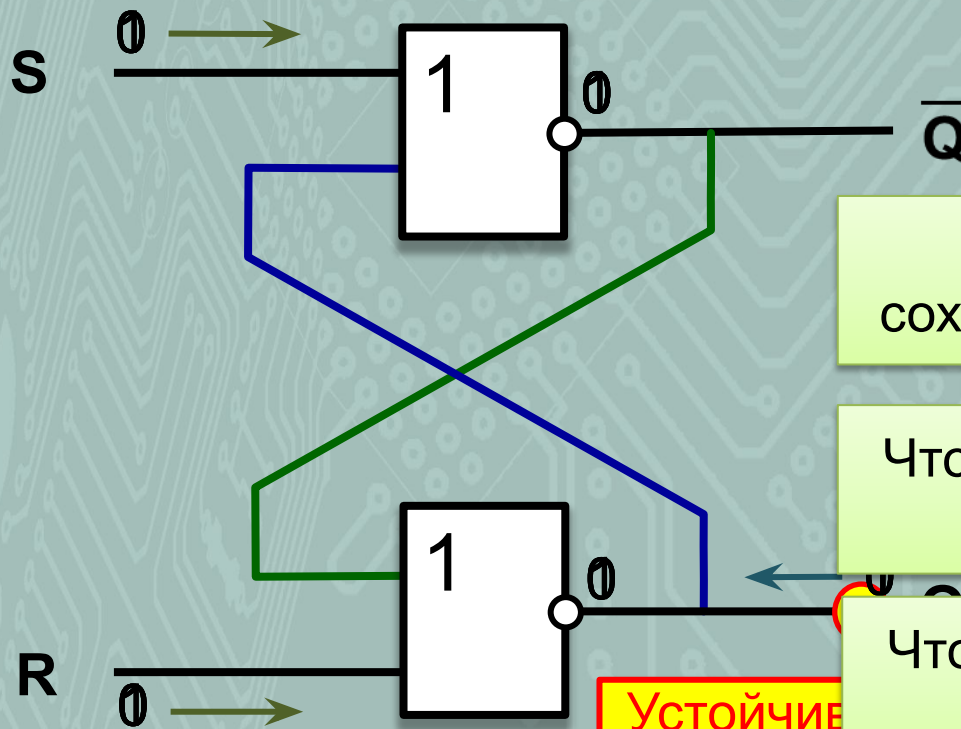
Работал в области радиовещания и дальней связи на коротких волнах. В 1918 году предложил схему переключающего устройства, имеющего два устойчивых рабочих состояния, под названием «катодное реле». Это устройство впоследствии было названо триггером.





# RS-триггер

Схема хранения разряда  
двоичного числа



Устойчивое  
НЕВОЗМОЖНО

Новое состояние  
триггера

Q	R	Q
0	0	0
1	0	1
0	1	0
1	1	1

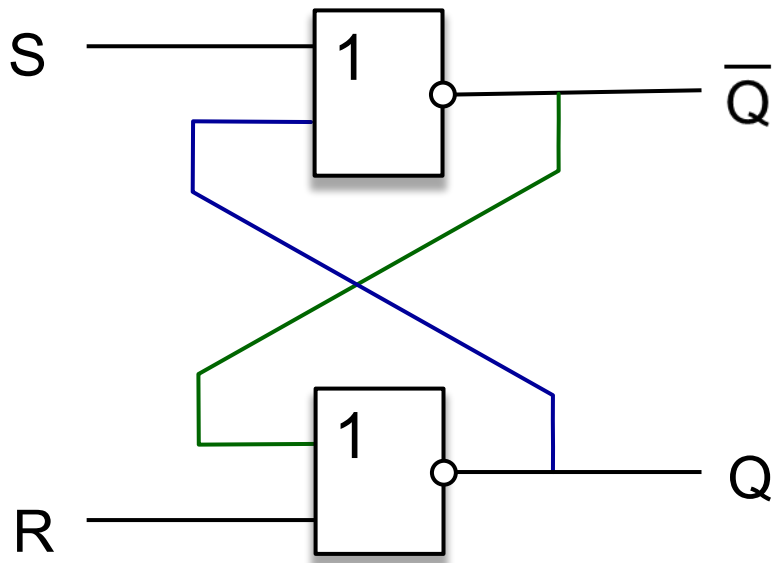
При  $R=0$  и  $S=0$ , триггер  
сохраняет исходное состояние

Что происходит при значениях  
 $R=0$  и  $S=1$ ?

Что происходит при значениях  
 $R=1$  и  $S=0$ ?

# Триггер

Режим работы триггера	Вход R (сброс)	Вход S (установка)	Состояние триггера Q
Хранение предыдущего состояния	0	0	Q
Установка триггера в 0	1	0	0
Установка триггера в 1	0	1	1
Запрещенное состояние	1	1	Недопустимо



Триггер используется для хранения информации в оперативной памяти и внутренних регистрах компьютера. Память содержит миллионы триггеров.

# Самое главное

Преобразования информации в блоках компьютера производятся логическими устройствами двух типов: комбинационными схемами и цифровыми автоматами с памятью.

Дискретный преобразователь, который выдает после обработки двоичных сигналов значение одной из логических операций, называется логическим элементом. Схема, выполняющая суммирование двоичных чисел, называется сумматором. В цифровых автоматах с памятью набор выходных сигналов зависит от набора входных сигналов и от внутреннего состояния устройства.

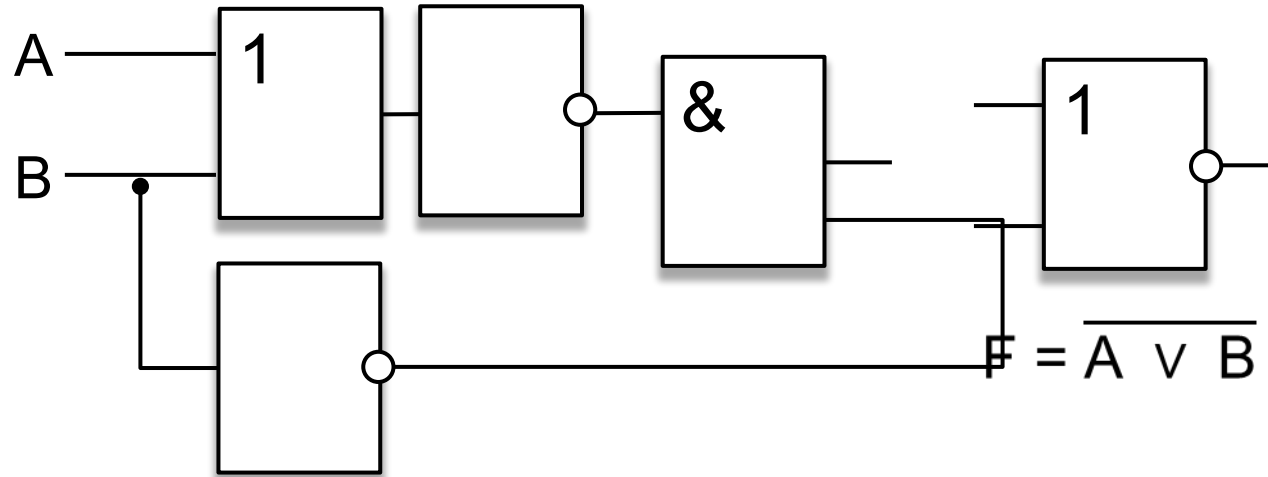
Триггер – логический элемент, способный хранить один разряд двоичного числа. Оперативная память современных компьютеров содержит миллионы триггеров. Компьютер состоит из огромного числа логических устройств, образующих все его узлы и память.



# Вопросы и задания

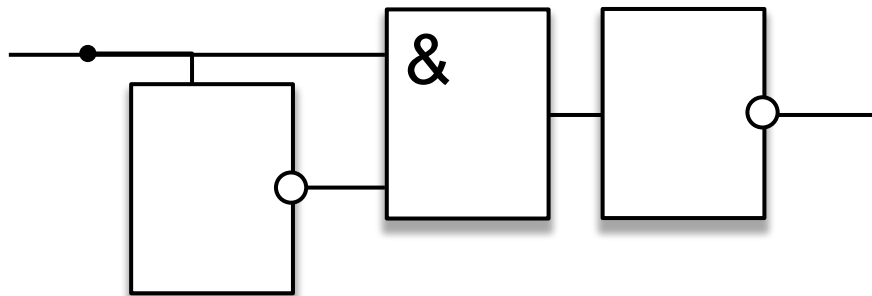


1. Запишите логическую функцию соответствующую схеме и определите каким элементом ее можно заменить.



Ответ

2. Используя элементы И, НЕ составьте преобразователь любого сигнала в 1.

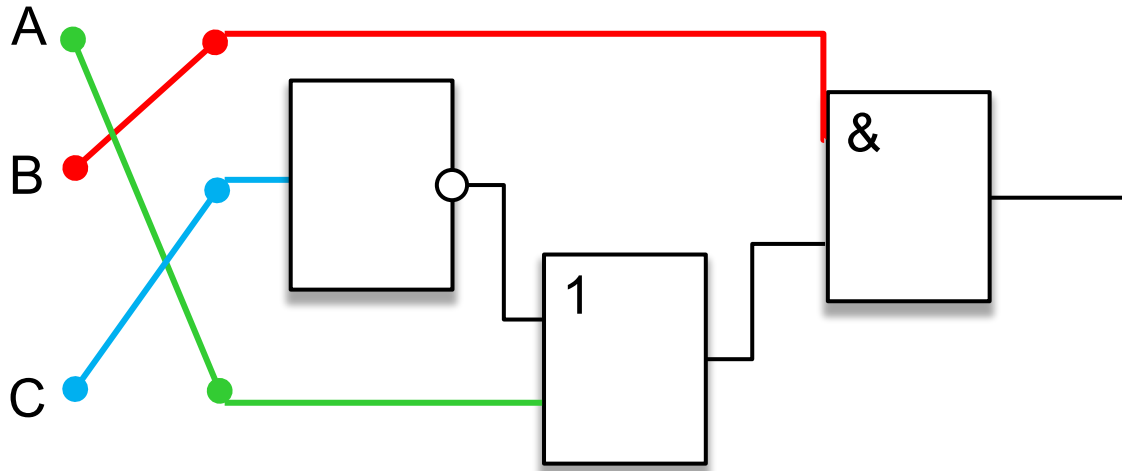


Ответ

# Вопросы и задания



3. Приведенная схема должна реализовывать функцию, заданную таблицей истинности. Как правильно подключить схему?



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

Подсказка I  
Ноль на красном проводе должен гарантировать значение 0 на выходе.

Подсказка II  
Найдем значение 0 на выходе при 1 на красном проводе (B).

Ответ

# Информационные источники

- <http://www.kartinkijane.ru/download.php?file=201305/1440x900/kartinkijane.ru-37073.jpg>
- [http://www.sut.ru/news/data/textimages4/.thumbs/97f479dc9da2d305a148df3cfdd4f682\\_0\\_500\\_0.jpg](http://www.sut.ru/news/data/textimages4/.thumbs/97f479dc9da2d305a148df3cfdd4f682_0_500_0.jpg)