



ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРА

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ И
АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

10 класс



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

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.

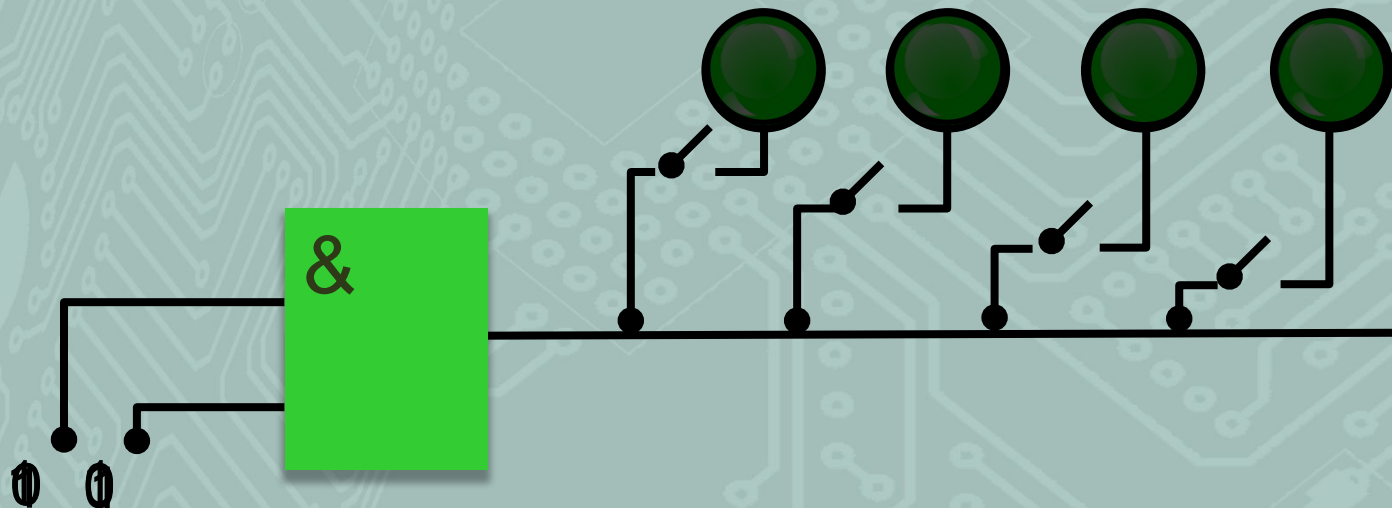
Логический элемент И



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				



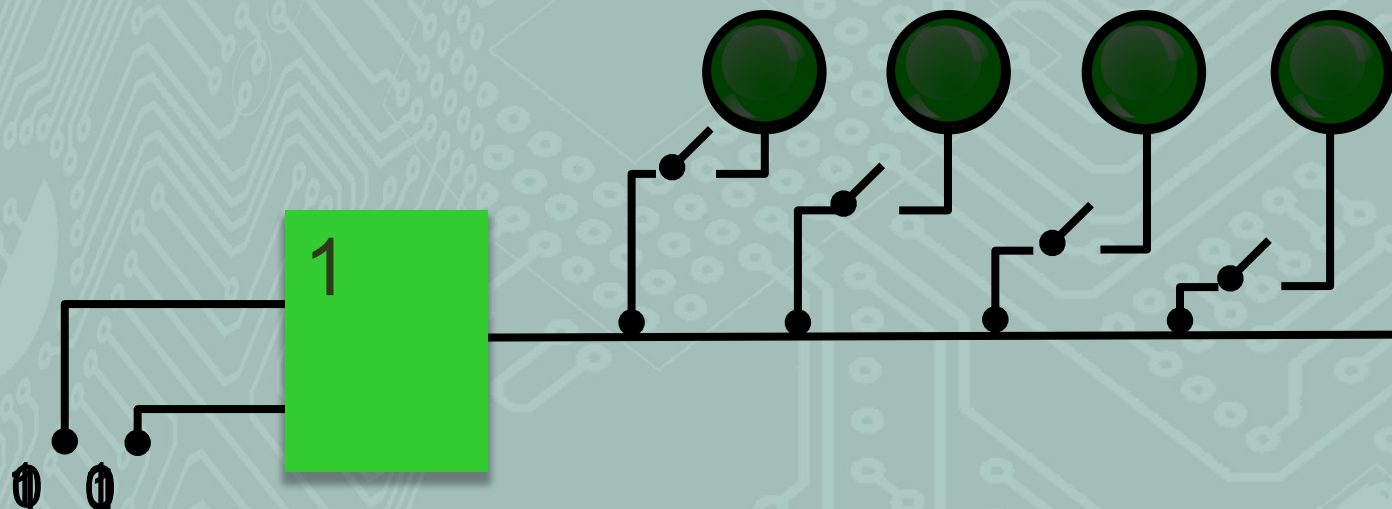
Логический элемент ИЛИ



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

$$F = A \vee B$$

Вход	00	01	10	11
Выход				



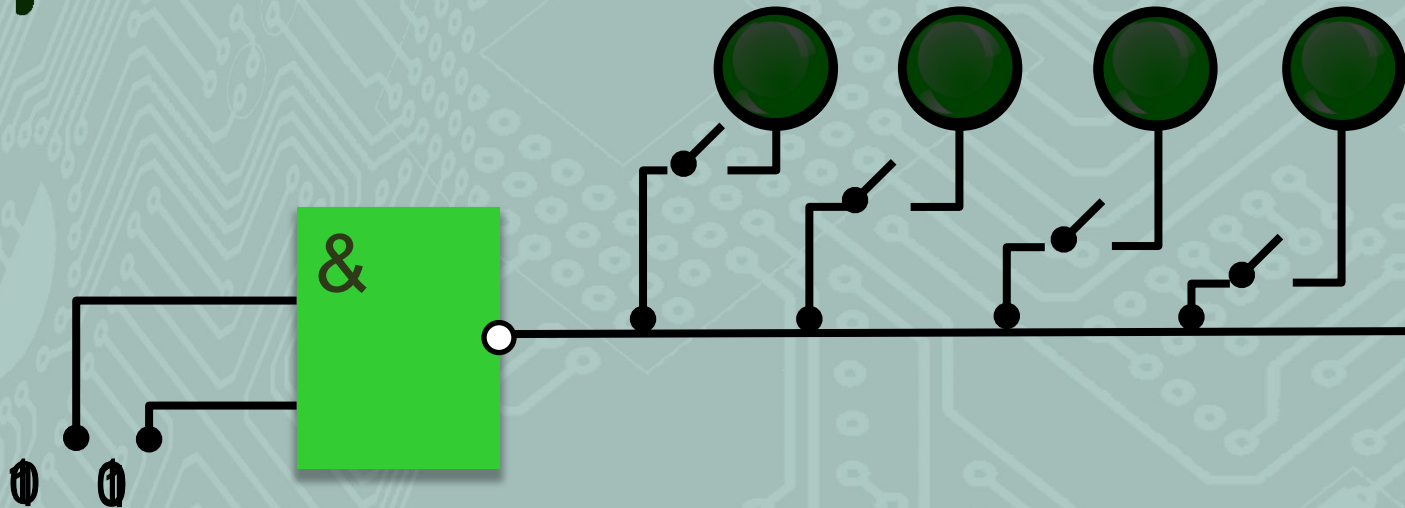
Логический элемент И-НЕ



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				



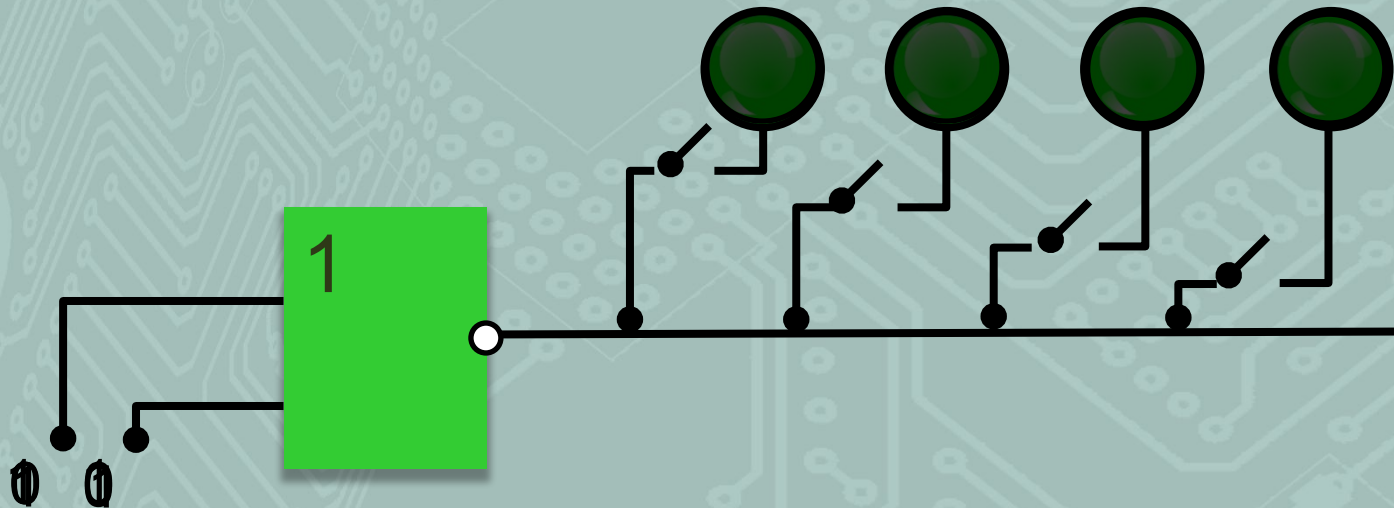
Логический элемент ИЛИ-НЕ



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				



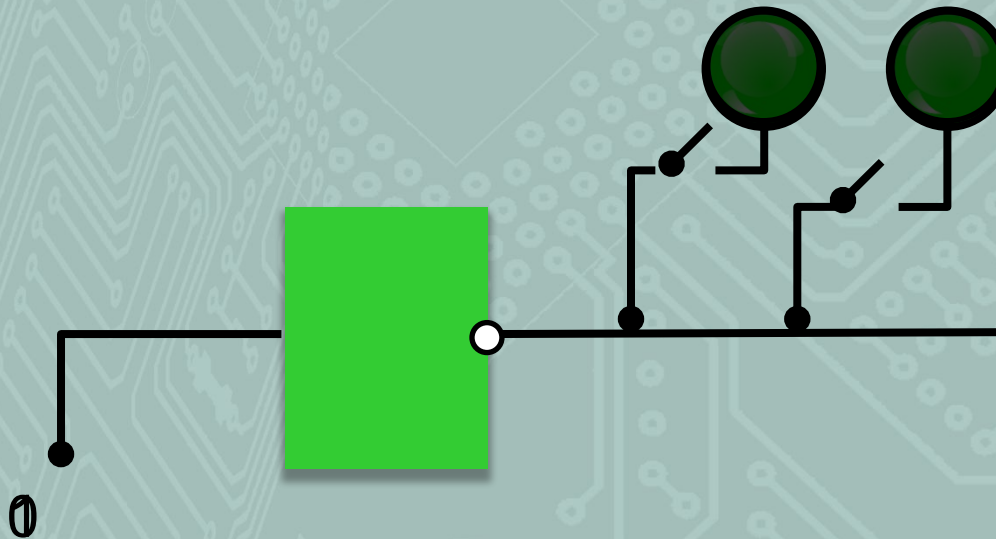
Логический элемент НЕ



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

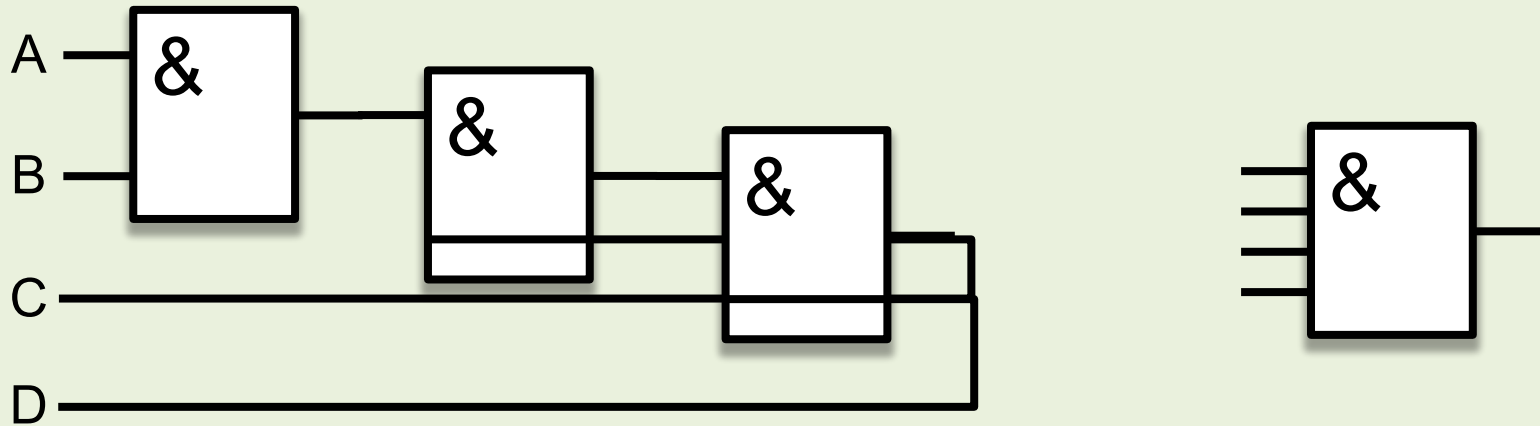
$$F = \overline{A}$$

Вход	0	1
Выход		

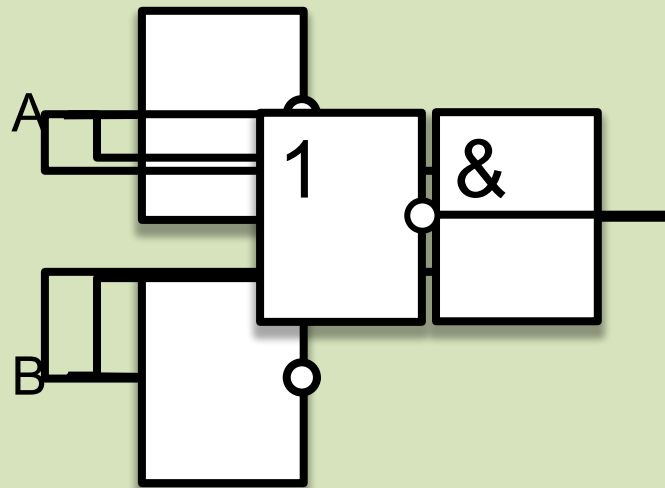


Логические элементы

Схема и обозначение четырёхвходового конъюнктора



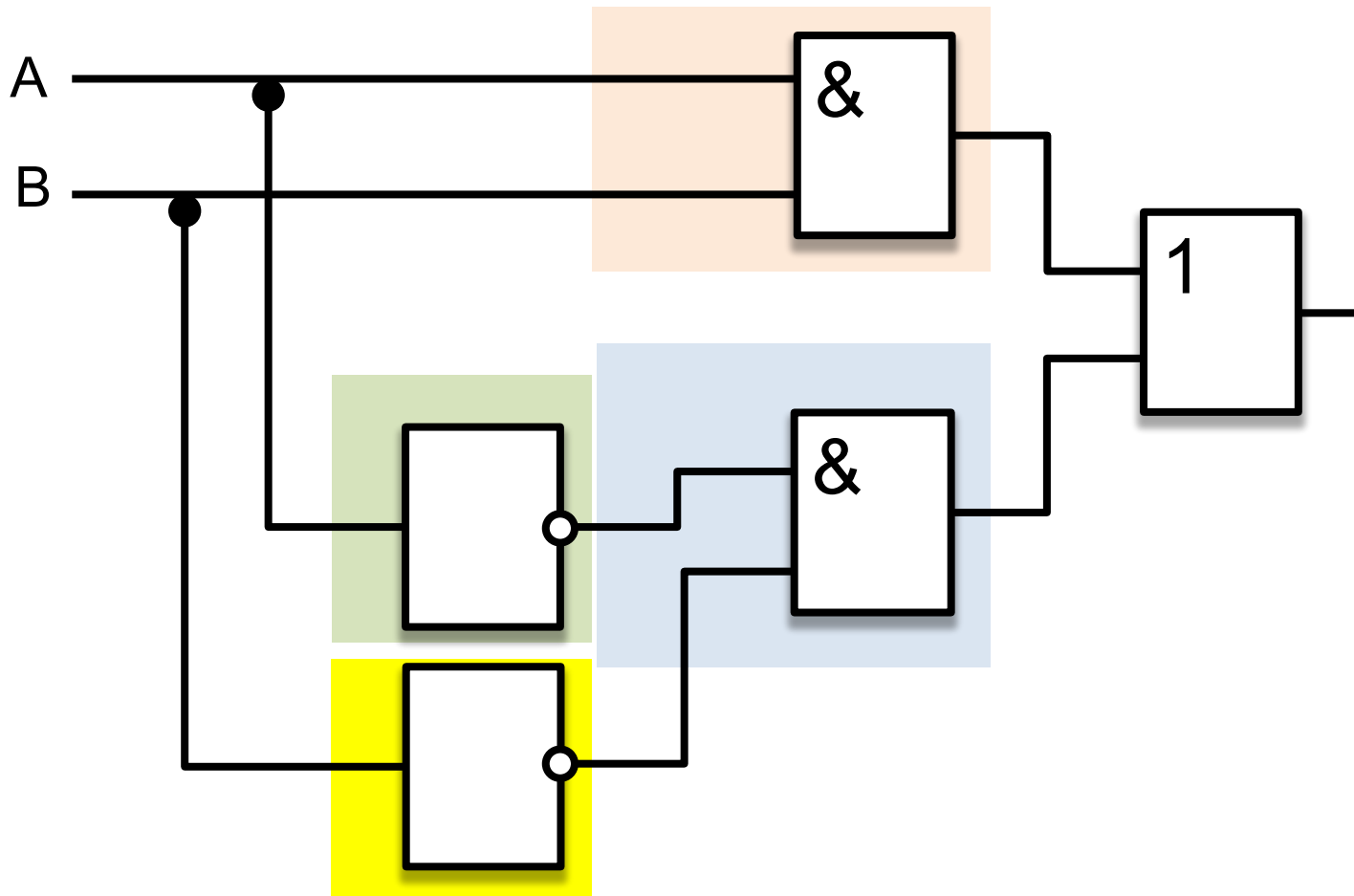
Каким логическим элементом можно заменить данную комбинационную схему?



Логические элементы

№ 1. Построить комбинационную схему по функции:

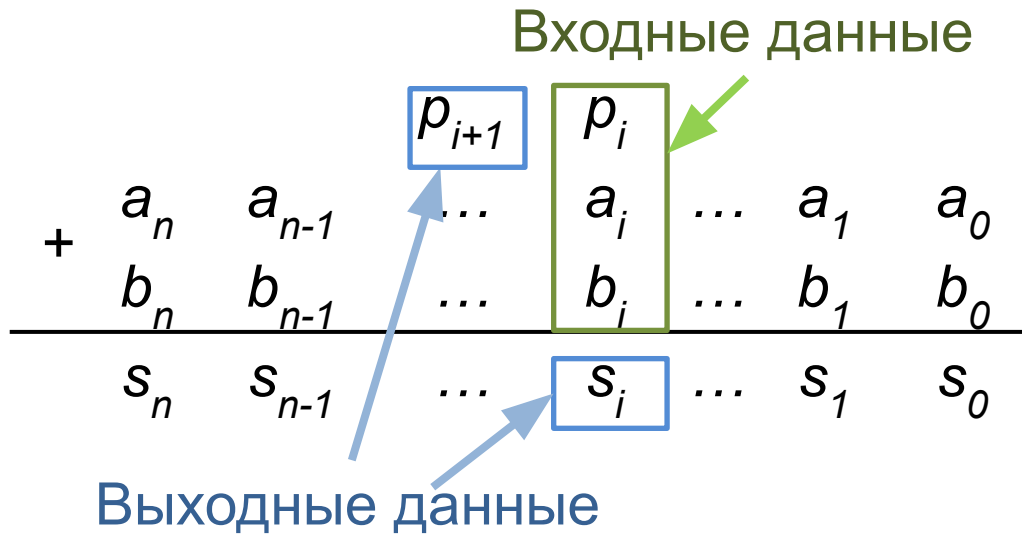
$$F(A, B) = \bar{A} \& \bar{B} \vee A \& B$$



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

$$s_i = a_i \oplus b_i \oplus p_i \quad p_{i+1} = (a_i \& b_i) \vee (a_i \& p_i) \vee (b_i \& p_i)$$

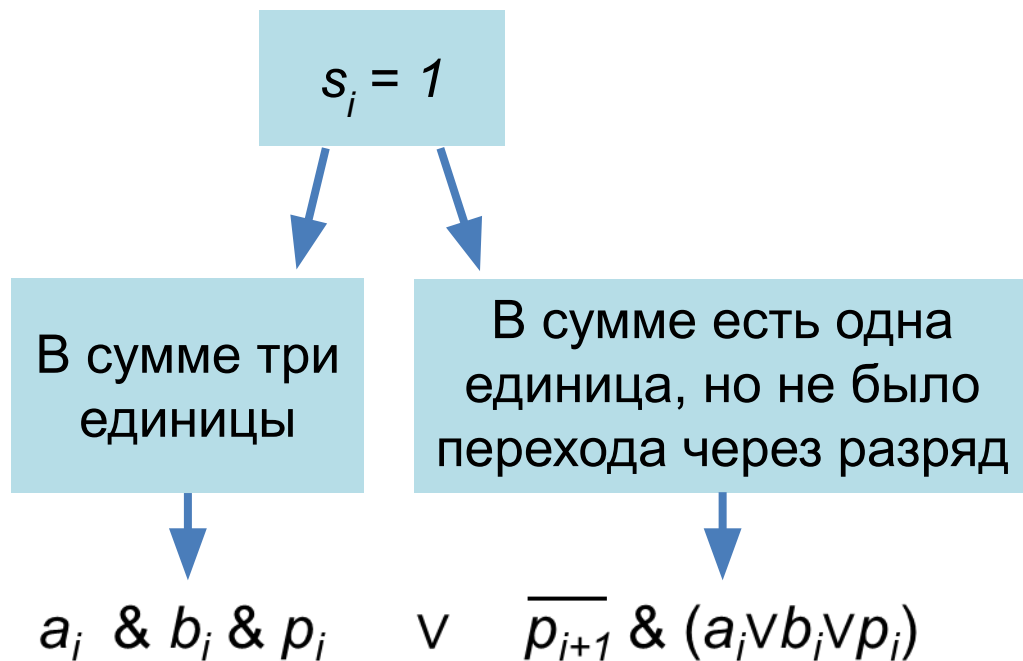
$$p_{i+1} = (a_i \& b_i) \vee (a_i \& p_i) \vee (b_i \& p_i)$$

Сумматор



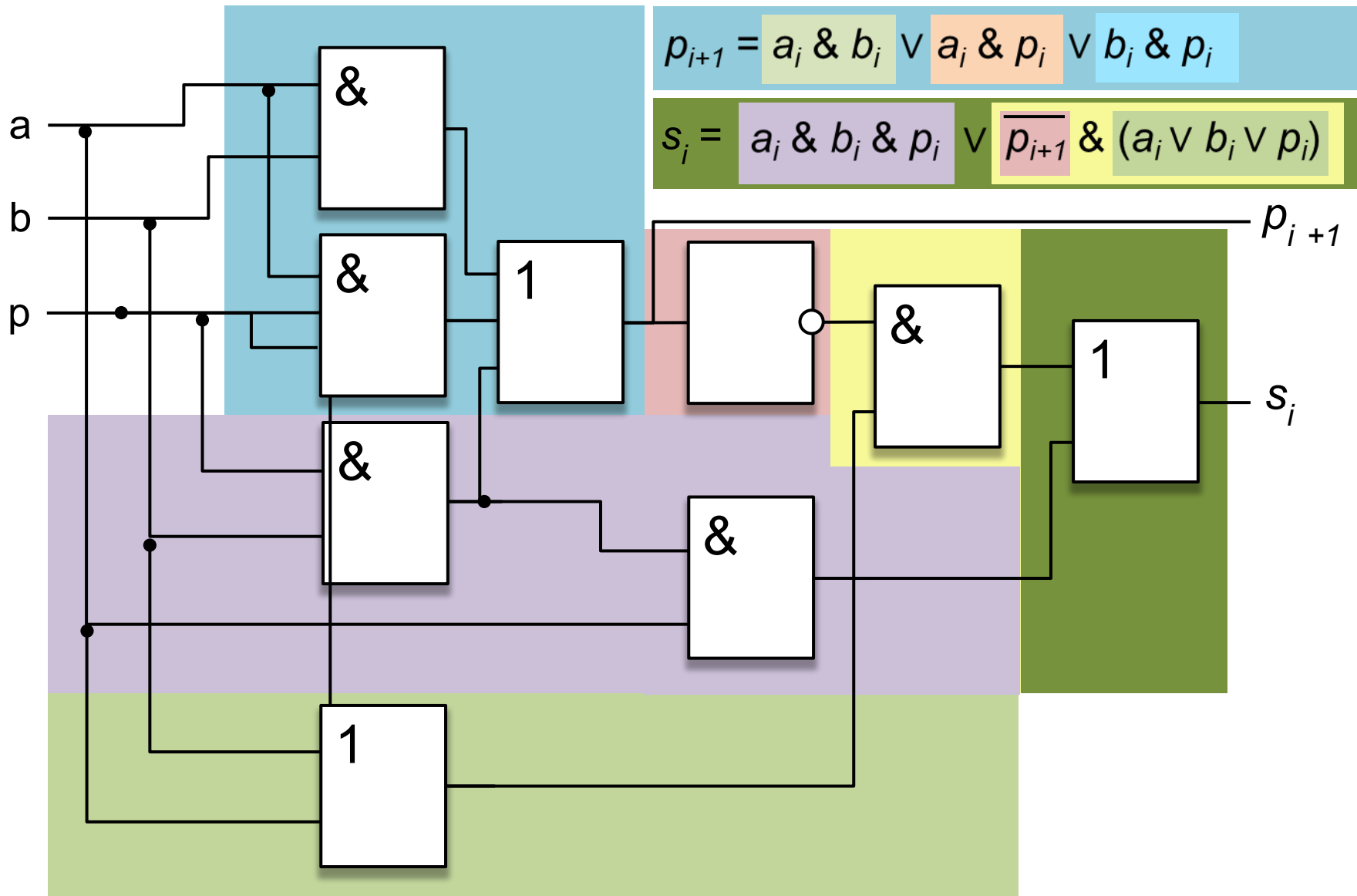
Электронная логическая схема, выполняющая суммирование двоичных чисел, называется **сумматором**.

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



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

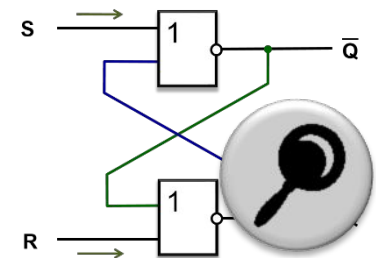


Триггер (от англ. *trigger* — защёлка) – логический элемент, способный хранить один разряд двоичного числа.



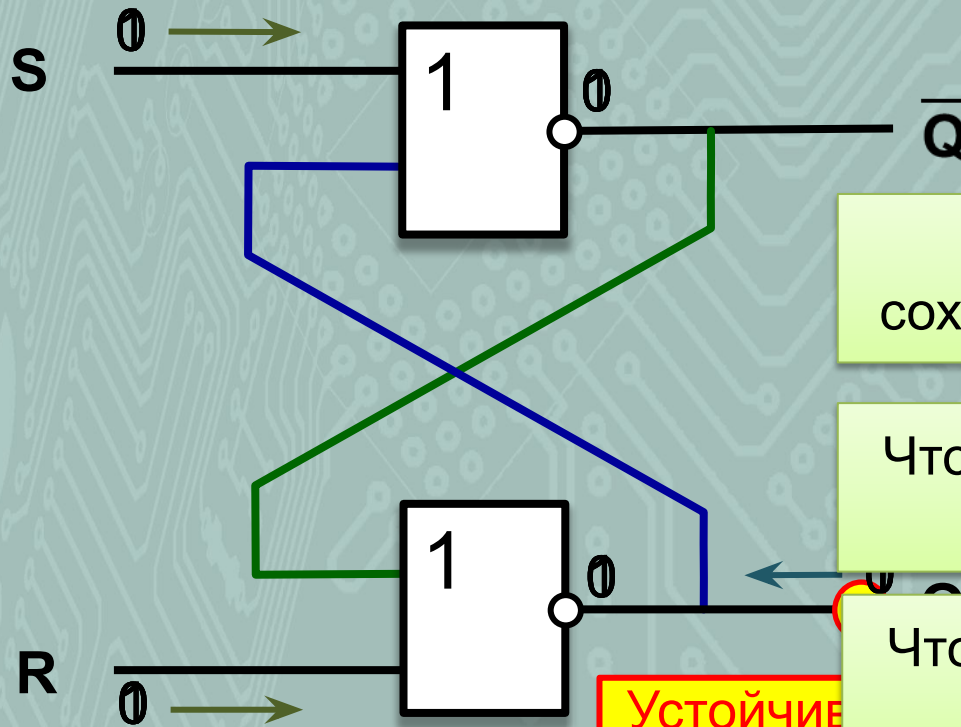
Михаил Александрович Бонч-Бруевич (1888–1940) – русский и советский радиотехник, основатель отечественной радиоламповой промышленности.

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



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

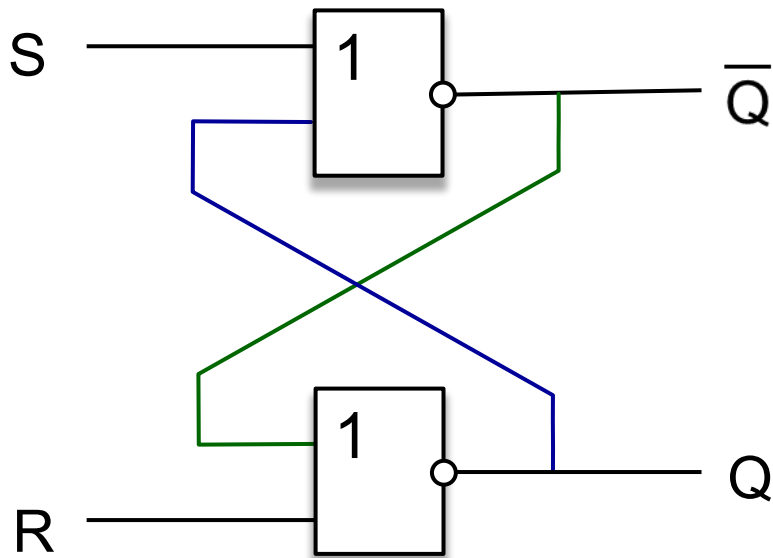
Что происходит при значениях
 $R=0$ и $S=1$?

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

Устойчивое
НЕВОЗМОЖНО

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.

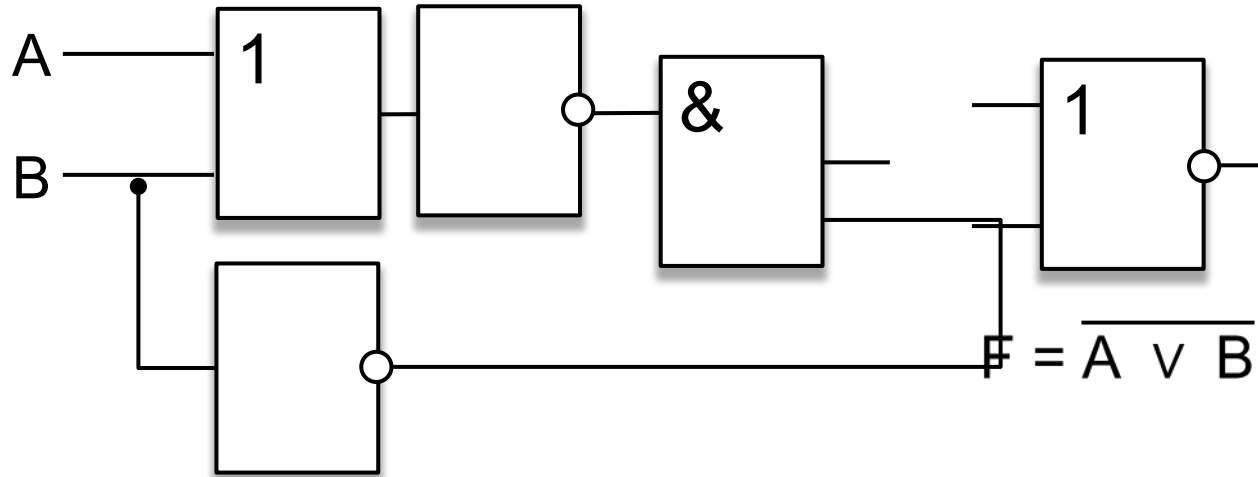
Триггер – логический элемент, способный хранить один разряд двоичного числа. Оперативная память современных компьютеров содержит миллионы триггеров. Компьютер состоит из огромного числа логических устройств, образующих все его узлы и память.



Вопросы и задания

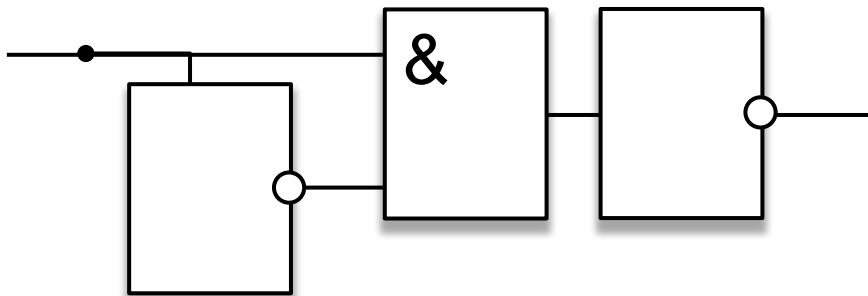


1. Запишите логическую функцию соответствующую схеме и определите каким элементом ее можно заменить.



Ответ

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

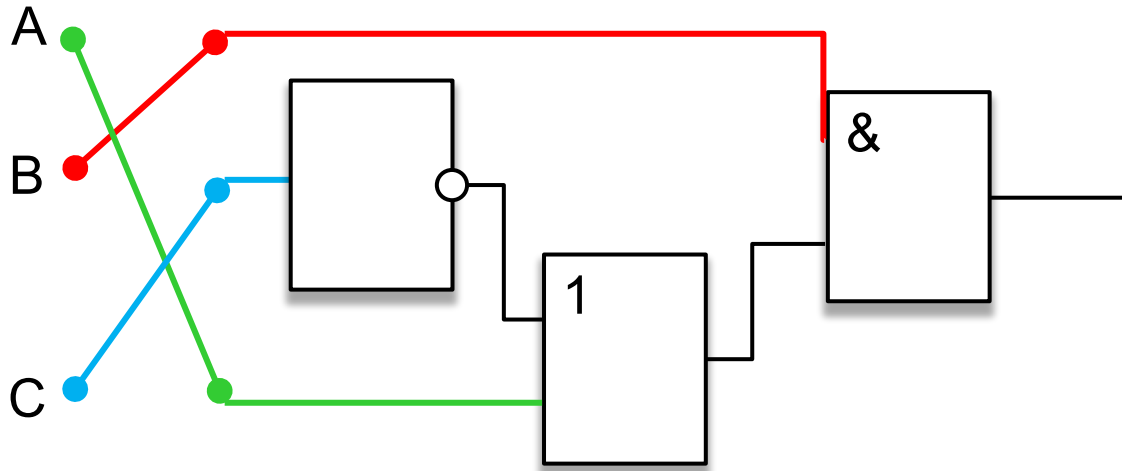


Ответ

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