

**Учебный курс**  
**Принципы построения и**  
**функционирования ЭВМ**

**Лекция 5**

**Синтез цифровых устройств**

профессор ГУ-ВШЭ, доктор технических наук  
**Геннадий Михайлович Алакоз**

# Роль и место булевой алгебры

**Последовательность действий синтеза вычислительных устройств:**

1. Словесное описание функции
2. Таблица истинности
3. Алгебраическое выражение
4. Логическая схема

**Булева алгебра рассматривается как абстрактная модель аппарата, описывающая его работу.**

# Последовательность действий в аппаратной среде

1. Физико-технический процесс
2. Транзистор
3. Вентиль
4. Узел
5. Блок
6. Устройство

# **Минимизация алгебраического выражения**

**Минимизация алгебраического выражения проводится по двум критериям:**

- 1. Минимум аппаратных затрат (вентилей)**
- 2. Минимум времени задержки (в узле, блоке или устройстве)**

**В современной микроэлектронике доминирует второй критерий, т.е. время задержки в системе стараются снизить в ущерб количеству вентилей**

# Законы Булевой алгебры

## Законы эквивалентности

$$X + 1 = 1$$

$$X + 0 = X$$

$$X * 1 = X$$

$$X * 0 = 0$$

$$X = \overline{\overline{X}}$$

$$X * X = X$$

$$X + X = X$$

# Применение и физический смысл

- **Сочетательный (ассоциативный) закон:**

$$X_3 + (X_2 + X_1) = (X_3 + X_2) + X_1$$

$$X_3 * (X_2 * X_1) = (X_3 * X_2) * X_1$$

- **Переместительный (коммутативный) закон:**

$$X_3 + X_2 + X_1 = X_3 + X_2 + X_1$$

$$X_3 * X_2 * X_1 = X_3 * X_2 * X_1$$

- **Распределительный (дистрибутивный) закон:**

1 рода :  $X_3 * (X_2 + X_1) = X_3 * X_2 + X_3 * X_1$

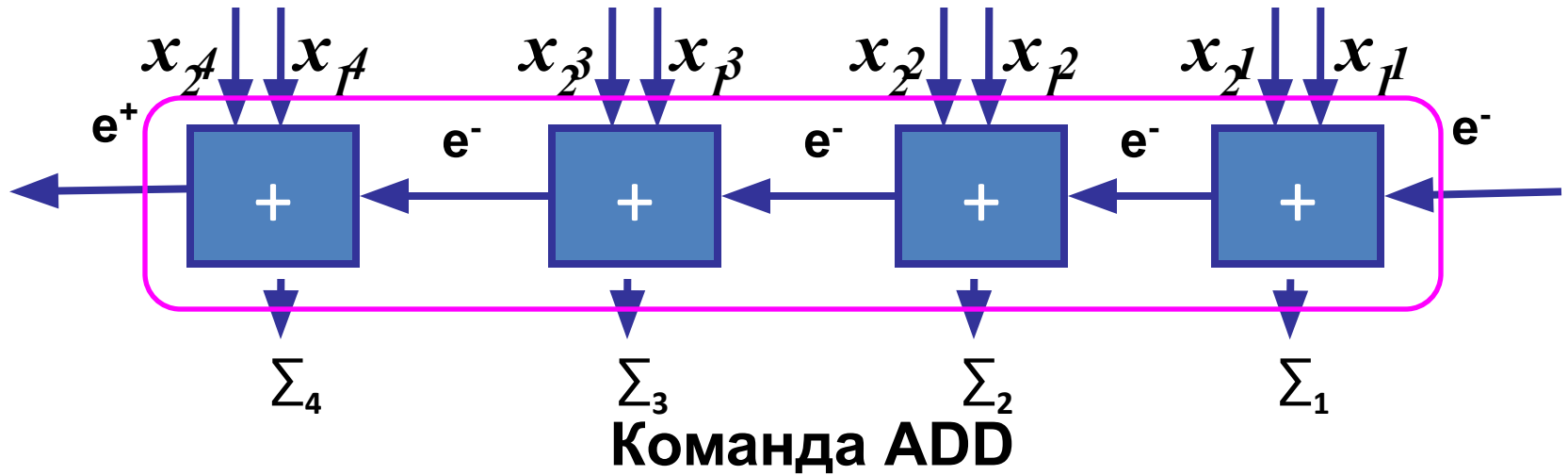
2 рода :  $X_3 + (X_2 * X_1) = (X_3 + X_2) * (X_3 + X_1)$

# Правила Де-Моргана

$$X_2 * X_1 = \overline{\overline{X_2} + \overline{X_1}}$$

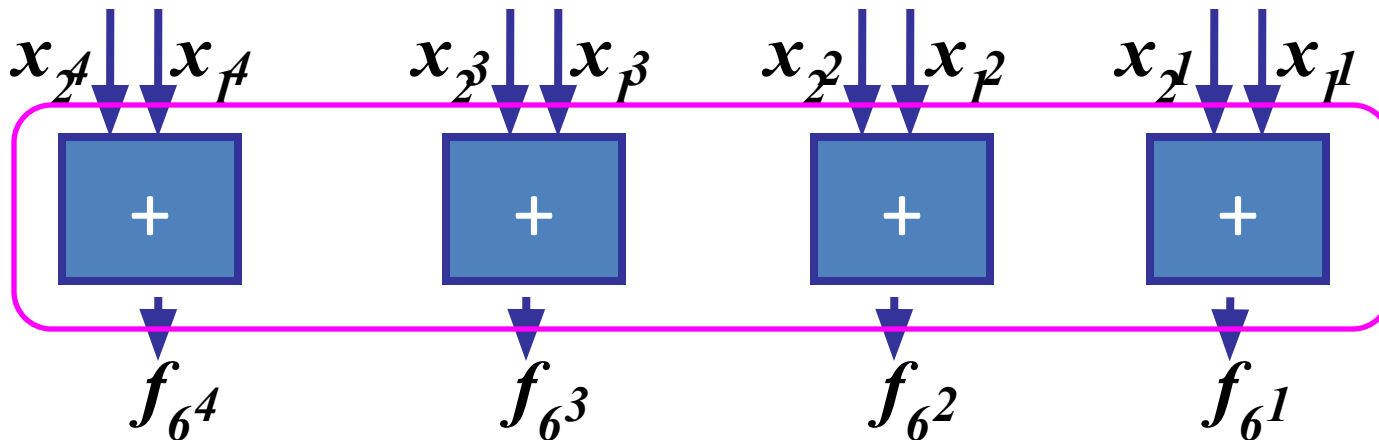
$$X_1 + X_2 = \overline{\overline{X_1} * \overline{X_2}}$$

# Многоразрядный сумматор

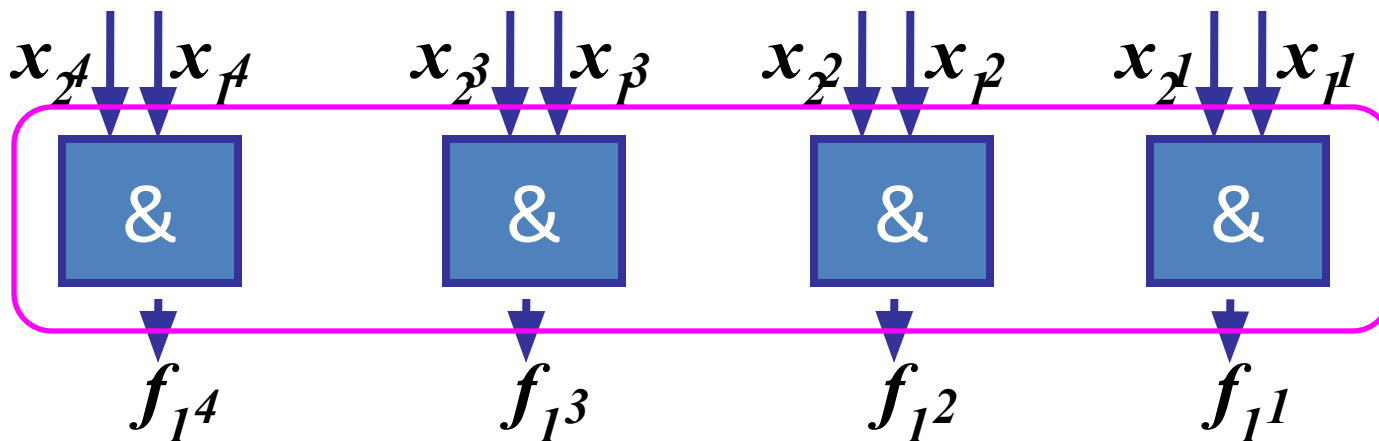




# Сравнение поразрядно



Команда XOR



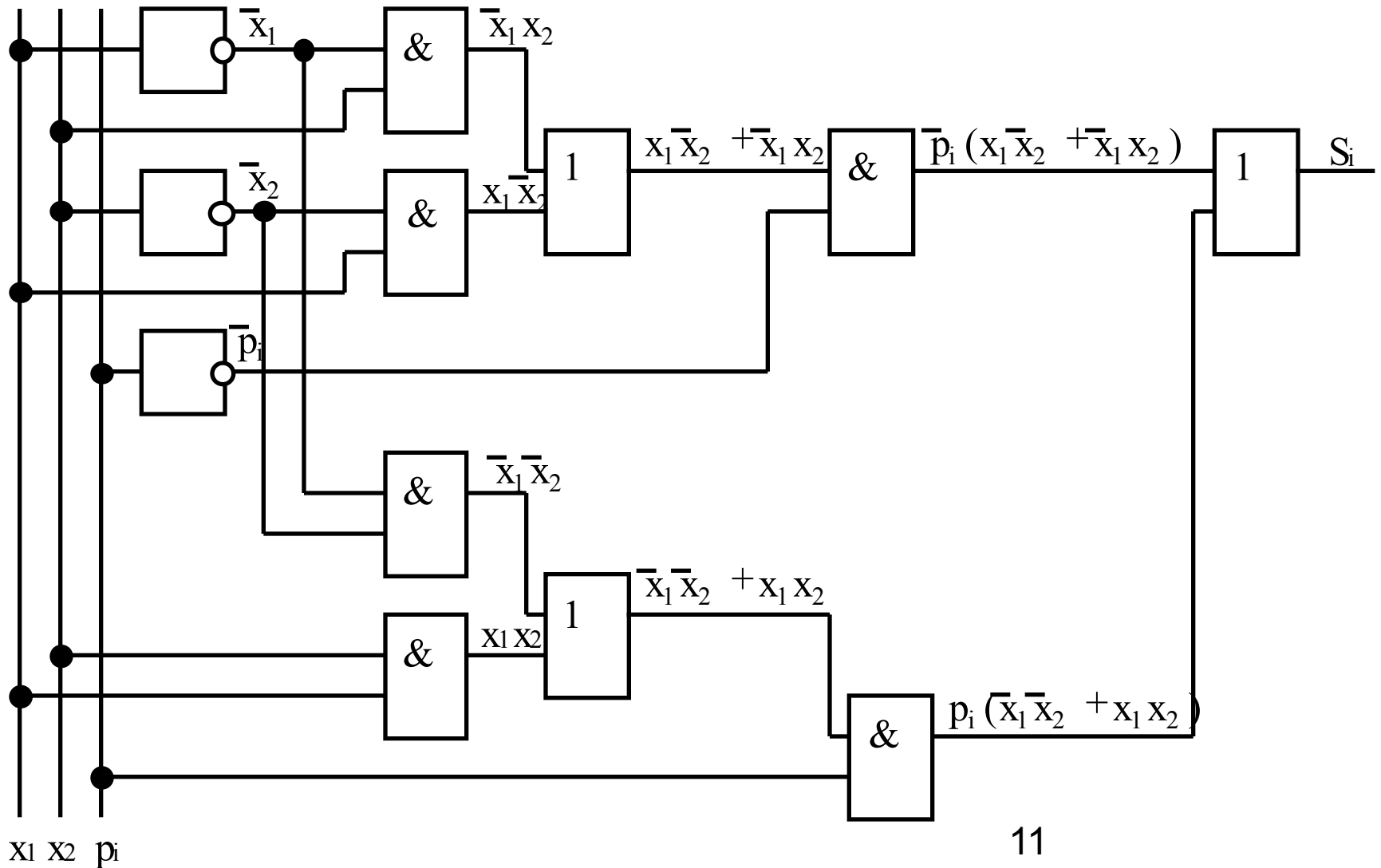
Команда AND

# Таблица истинности для функции одноразрядного сумматора

$e^-$	$x_2$	$x_1$	$\Sigma$	$e^+$
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

$$\Sigma = \begin{cases} x_1 \oplus x_2, & \text{если } e^- = 0 \\ x_1 \oplus x_2, & \text{если } e^- = 1 \end{cases}$$

# Функциональная схема полного одноразрядного сумматора



# Устройства коммутации

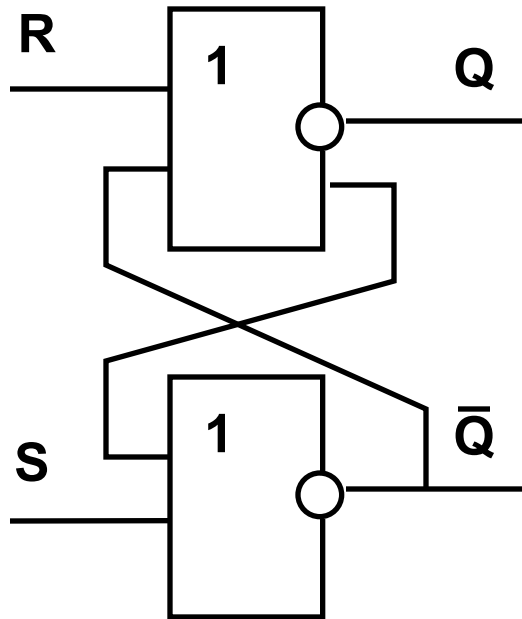


**Все рассмотренные узлы являются:**

- Комбинационные автоматами, если в них реакция зависит только от содержимого входных переменных.
- Конечными автоматами, если реакция зависит от содержимого входных переменных и внутреннего состояния.

# Триггеры

## Асинхронный R-S триггер



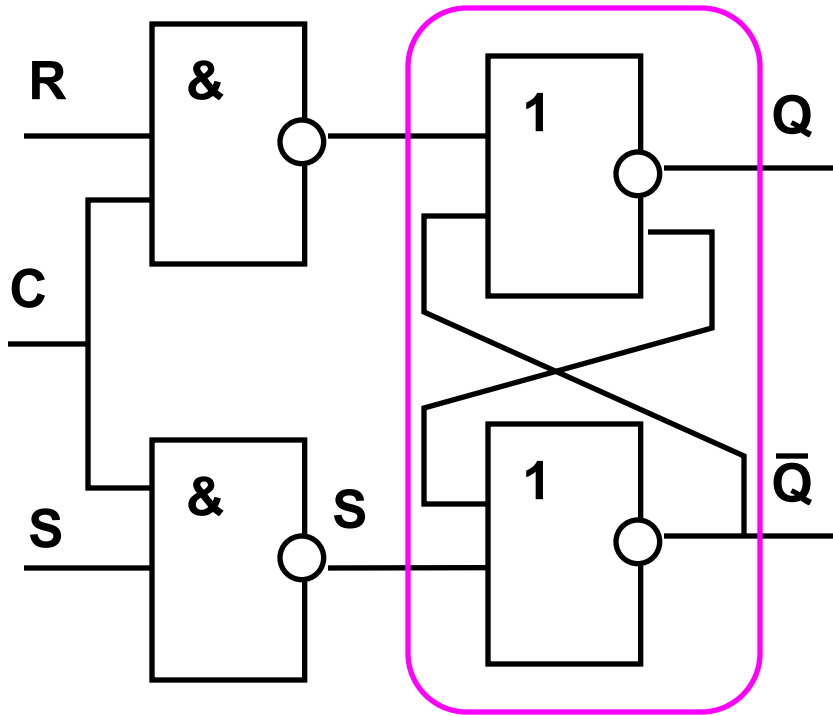
**S** – set (установить)

**R** – reset (сбросить)

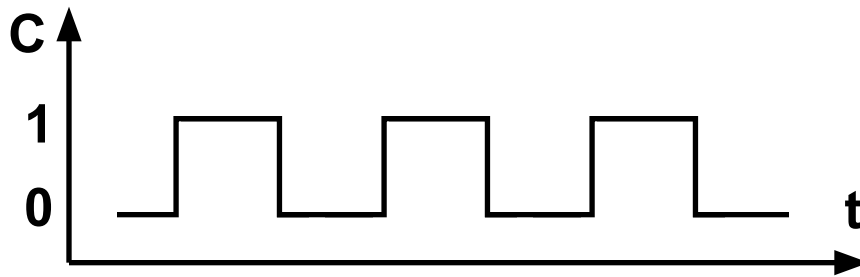
## Функция R-S триггера

S	R	Q(t+1)
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	*

# Синхронный R-S триггер



Сигнал «C»  
определяет, в какой  
момент времени можно  
изменить состояние  
триггера



Временная  
диаграмма

# Двухполупериодный RS-триггер

