

## **ЛЕКЦИЯ 2-1**

# **ОПЕРАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА (ОУ)**

Для выполнения операций над информацией используются ОУ (процессоры, контроллеры), функцией которых является выполнение заданного множества операций  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_G\}$  над входными словами  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$  с целью получения необходимых результатов  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_Q\}$ :

$$R = f_g(D)$$

Функциональная и структурная организация ОУ, определяющая порядок его функционирования, базируется на принципе микропрограммного управления.

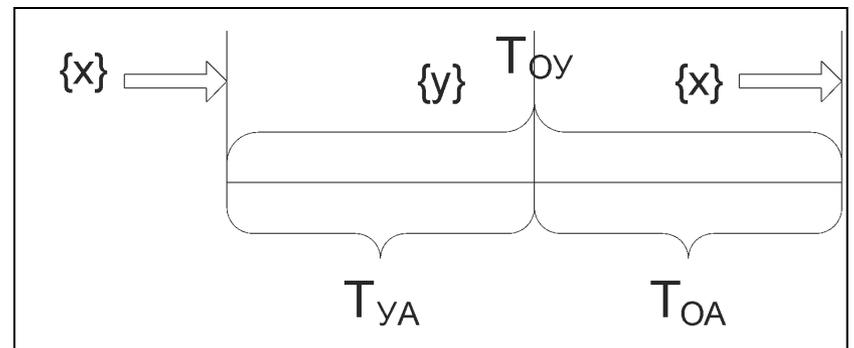
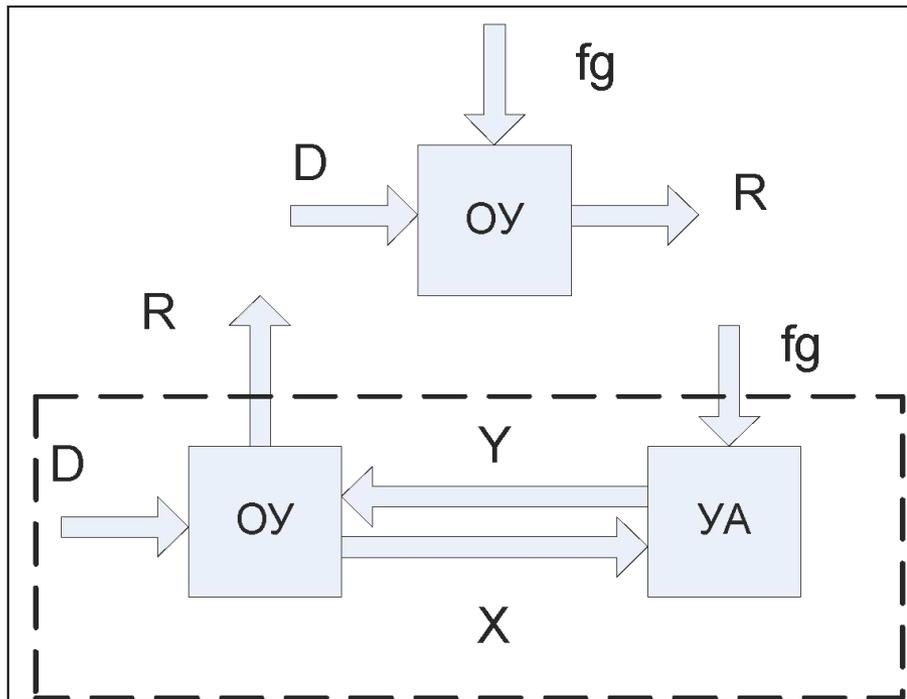
# **Принцип микропрограммного управления**

## **Состоит в следующем:**

1. Любая операция, реализуемая устройством, рассматривается как сложное действие, которое разделяется на последовательность элементарных действий над словами информации, называемых **микрооперациями**.
2. Для управления порядком следования микроопераций используются **логические условия**, которые, в зависимости от значений слов, преобразуемых микрооперациями, принимают значения 0 или 1.
3. Процесс выполнения операций в операционном устройстве описывается в форме алгоритма, представляемого в терминах микроопераций и логических условий и называется **микропрограммой**.  
**Микропрограмма** определяет порядок проверки значений логических условий и выполнения микроопераций с целью получения требуемого результата.
4. **Микропрограмма** используется как форма представления функции ОУ, на основе которой определяется структура и порядок функционирования ОУ во времени.

В функциональном и структурном отношении ОУ  
разделяется на две части:

- операционный автомат (ОА);
- управляющий автомат (УА).



Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
ОА служит для приема входной информации (исходных данных), хранения, преобразования и выдачи результатов.

УА задает порядок выполнения действий в ОА, который определяется принятым алгоритмом (микропрограммой) выполнения операций.

Функция времени не присуща ОА, а присуща только УА.

ОУ работает такт за тактом. В соответствии со значениями логических условий  $\{x_i\}$ , поступающими из ОА, УА в каждом такте формирует необходимый набор управляющих сигналов  $\{y_j\}$ , каждый из которых соответствует выполняемой микрооперации.

Каждой микрооперации соответствует свой управляющий сигнал.

### **Основными характеристиками ОУ являются:**

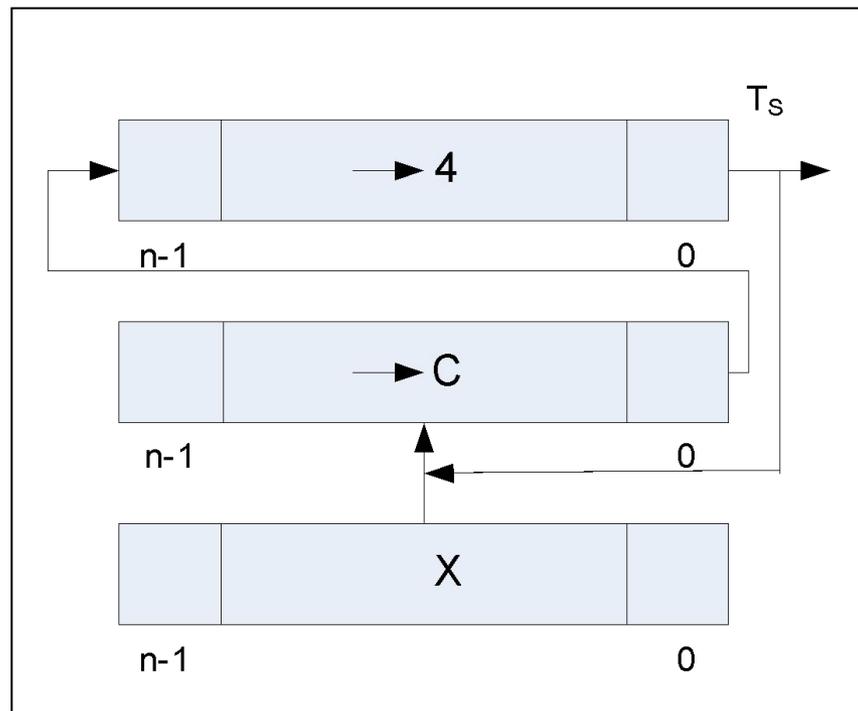
- производительность (количество микроопераций, выполняемых за такт);
- быстродействие (интервал времени на 1 такт; чем меньше интервал, тем выше быстродействие);
- затраты оборудования.

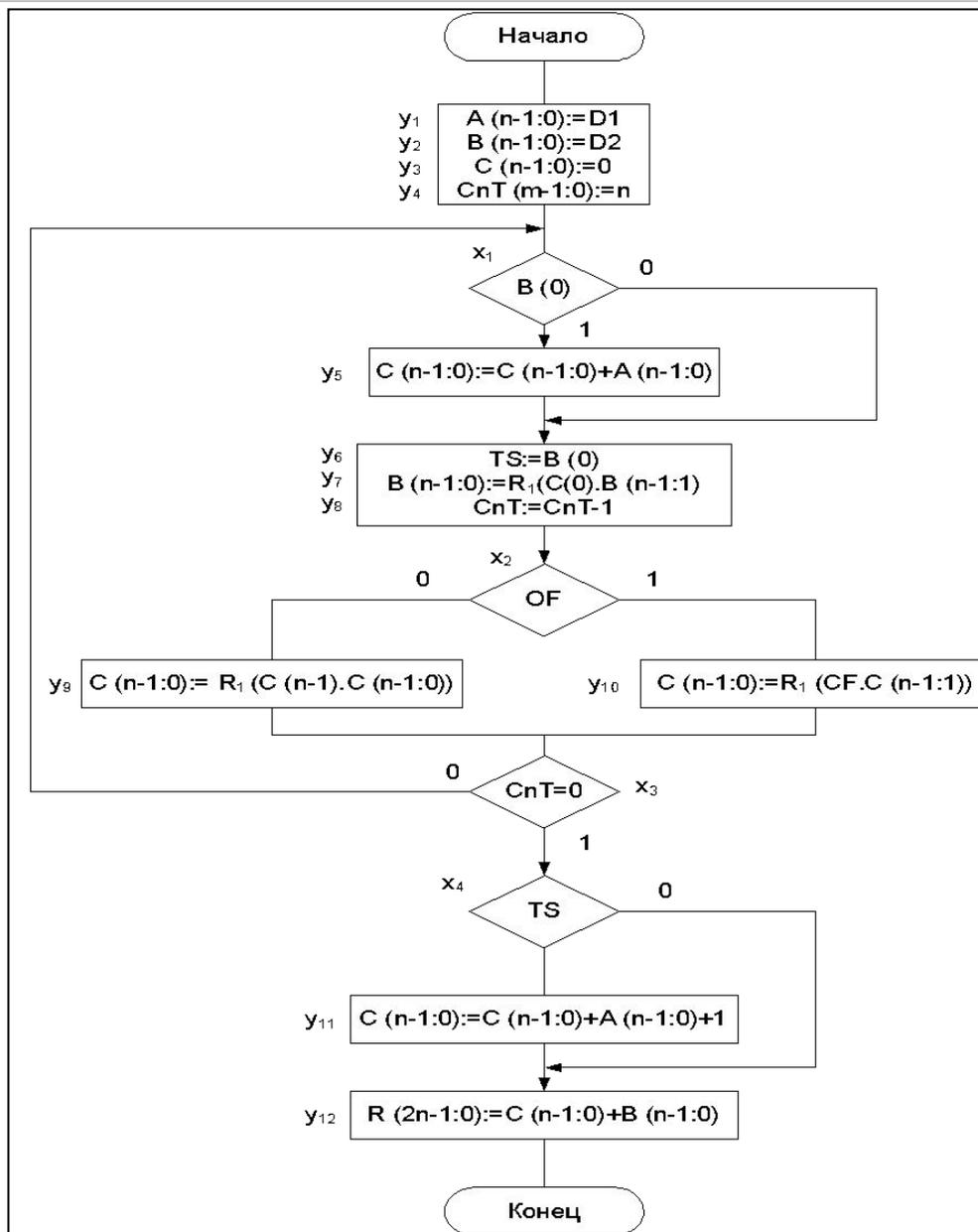
В качестве примера рассмотрим ГСА выполнения операции умножения целых двоичных знаковых чисел:

$$A = -6 = 1.010$$

$$B = -5 = 1.011$$

$b_i$	C	CnT
	0.0000000	4
1	1010	
AC →	10100000	CF=0, SF=1, OF=0
	1.1010000	3
1	1010	
1	01110000	CF=1, SF=0, OF=1
AC →	1.0111000	2
0 →	1.1011100	1
1	1.010	
1	0.1111100	CF=1
AC →	1.0111110	SF=0, OF=1
	+	коррекция
	0.110	
	0.0011110	
	C=30	





## **ОПЕРАЦИОННЫЕ АВТОМАТЫ**

### ***Общие вопросы функционирования ОА***

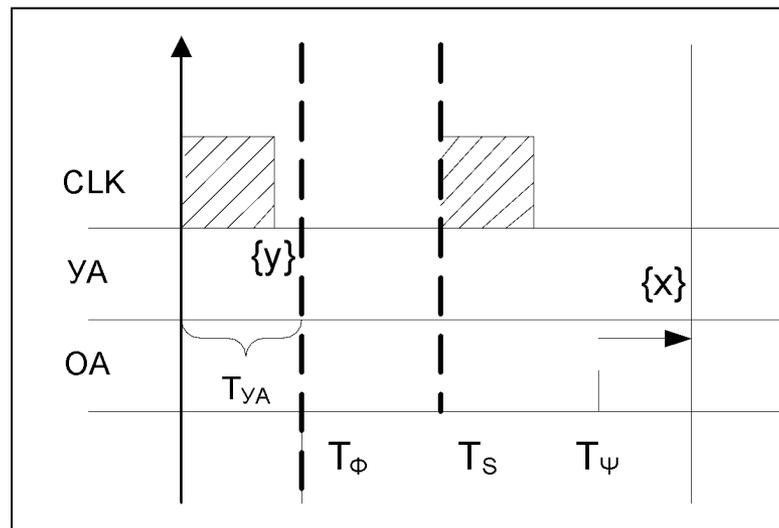
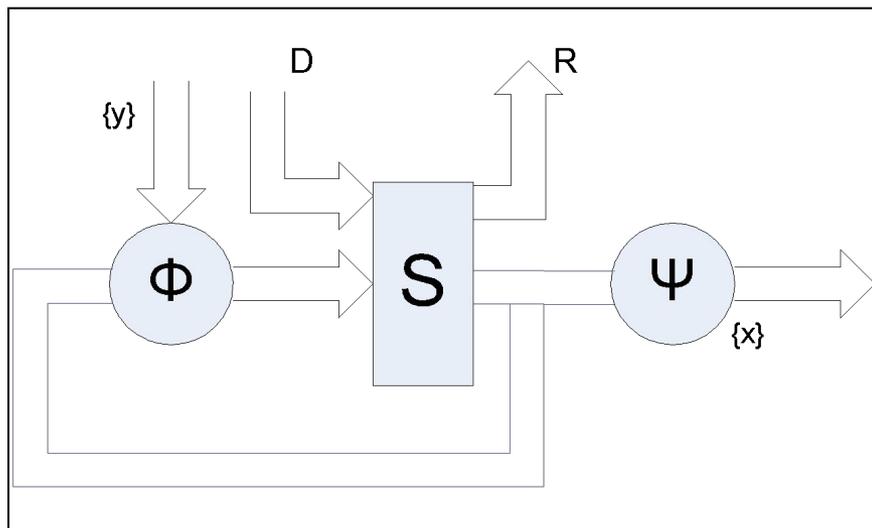
Функции ОА сводятся к вводу-выводу и хранению слов информации, выполнению микроопераций и вычислению логических условий.

Чтобы реализовать эти действия, необходим набор элементов, достаточный для построения структур с заданными функциями. Такой набор элементов называется ***структурным базисом ОА.***

Основными операционными элементами, используемыми в ОА, являются:

1. Шины, обеспечивающие передачу информации, являются управляемыми.
2. Регистры.
3. Комбинационные схемы, используемые для выполнения, преобразования и формирования логических условий.

В общем виде структура ОА может быть представлена следующим образом:



$\Phi$  – комбинационные схемы, выполняющие преобразование;

$S$  – память;

$\Psi$  – комбинационные схемы, формирующие осведомительные сигналы.

Основными характеристиками ОА, как и УА, являются:

1. Производительность.
2. Быстродействие.
3. Затраты оборудования.

Производительность ОА зависит от степени обобщения комбинационных схем, т.е. чем выше степень обобщения, тем ниже производительность.

Самой общей структурой ОА является каноническая структура, в которой отсутствует степень обобщения.

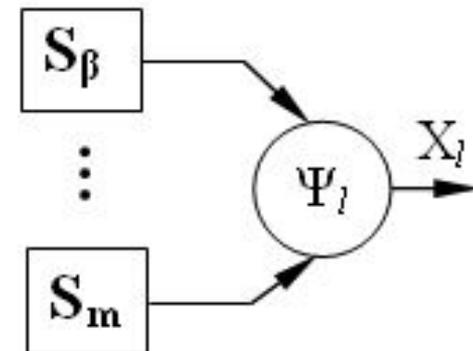
# КАНОНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОПЕРАЦИОННЫХ АВТОМАТОВ

Структура ОА, полученная путём замены каждого элемента функции (слова, микрооперации, логического условия) соответствующими элементами структурного базиса (шины, регистры, комбинационные схемы) называется ОА с канонической структурой.

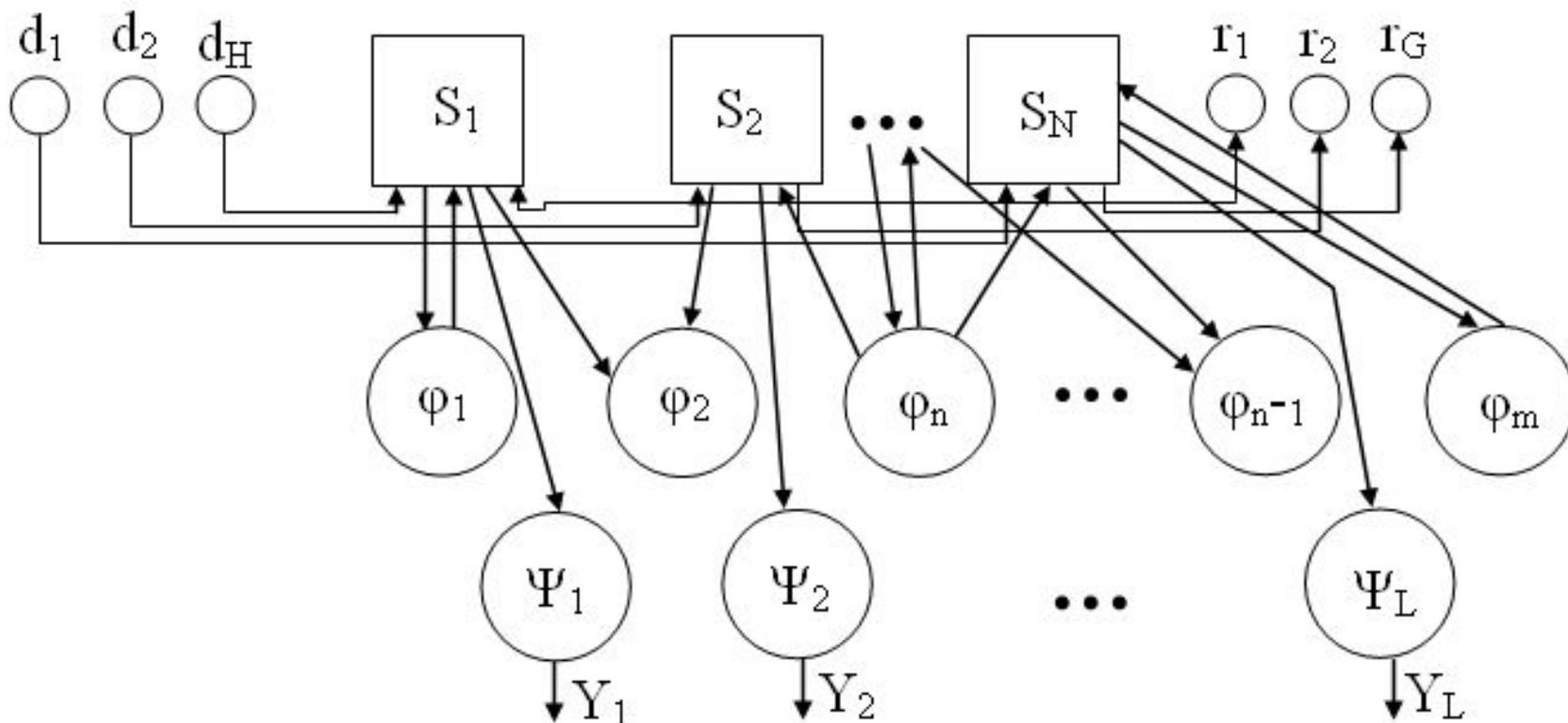
## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОА С КАНОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Производится следующим образом:

1. Словам  $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \dots, \mathbf{s}_N$ , описанным в качестве внутренних, ставятся в соответствие регистры  $\mathbf{S}_1, \mathbf{S}_2, \dots, \mathbf{S}_N$  разрядностью  $\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2, \dots, \mathbf{n}_N$ .
2. Словам  $\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_H$ , описанным в качестве входных, ставятся в соответствие входные полосы  $\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_H$ . Эти входные полосы соединяются с входами соответствующих регистров.
3. Словам  $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_Q$ , описанным в качестве выходных, ставятся в соответствие выходные полосы. Выходные регистры соединяются в соответствии с выходными шинами.
4. Каждой микрооперации, описываемой оператором присваивания  $S_2 := Y_m(s)$ , ставится в соответствие комбинационная схема, на вход которой поступает содержимое соответствующих регистров.
5. Каждому логическому условию  $X_l = Y_l(s)$  ставится в соответствие комбинационная схема



Обобщённая структура ОА с канонической структурой выглядит следующим образом:



**Производительность:** самая высокая;  
**Быстродействие:** самый быстрый;  
**Затраты оборудования:** самые большие.

Кроме указанных характеристик есть:

- регулярность (структура состоит из однотипных частей, связанных между собой одинаковым образом);
- универсальность (проявляется в том, возможна или невозможна реализация различных классов функций одной и той же структурой)

ОА канонического типа имеет наименьшую степень обобщения реализуемых функций. Для того, чтобы сократить затраты оборудования, необходимо объединить эквивалентные микрооперации, реализуемые одной схемой.

В зависимости от степени обобщения комбинационных схем различают следующие типы ОА:

- I-автоматы;
- M-автоматы;
- IM-автоматы.

## Контрольные вопросы

1. Принцип микропрограммного управления.
2. Понятие микрооперации, логического условия и микропрограммы.
3. Структурная организация операционных устройств.
4. Основные характеристики операционных устройств.
5. Функции, реализуемые операционным автоматом.
6. Функции, реализуемые управляющим автоматом.
7. Структурная организация и основные операционные элементы операционных автоматов.
8. Основные типы операционных автоматов.
9. Операционные автоматы канонического типа и порядок их проектирования.
10. Обобщённая структура операционного автомата с канонической структурой и его основные характеристики.