

## ТЕМА 5

# ПРАВИЛА И МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ САУ

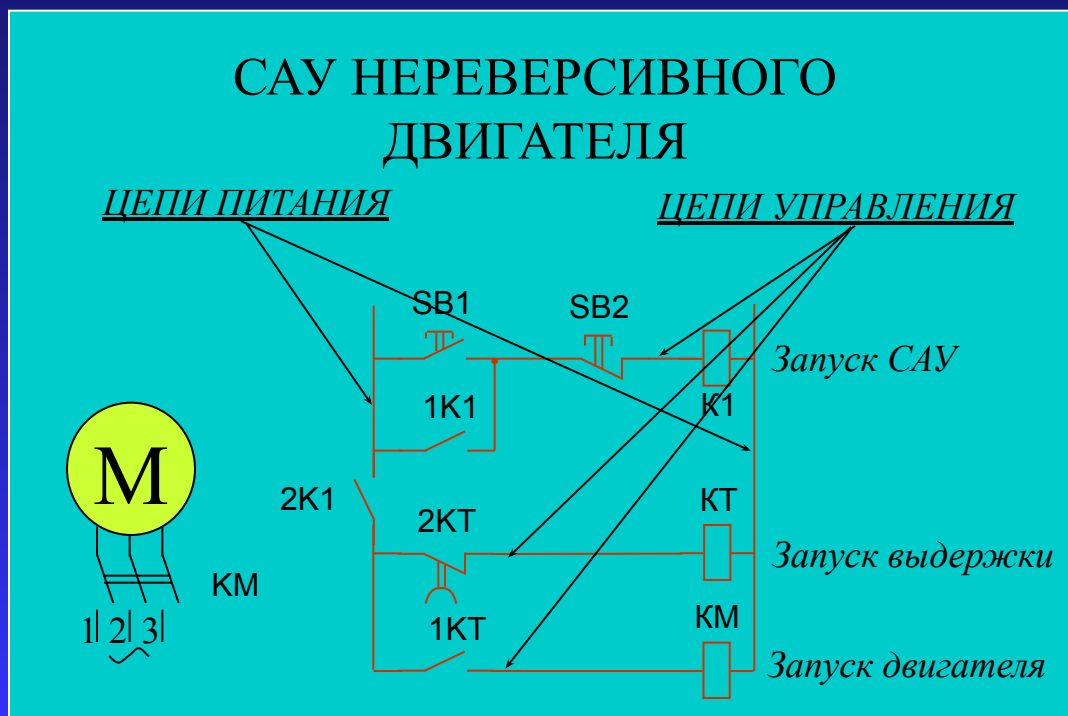
# Электрическая схема

показывает взаимодействие всех элементов

автоматики и принцип действия САУ

Для выполнения схем используют:

**строчный метод** (цепи управления - горизонтально, параллельно друг другу, цепи питания - вертикально)



**разнесенный метод**  
(для разомкнутых систем, когда для удобства элементы одного и того же аппарата размещаются в различных частях схемы)

**совмещенный метод**  
(для выполнения замкнутых систем)

## ПРАВИЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ СХЕМ

### СХЕМА САУ

1. ВЫЧЕРЧИВАЮТ БЕЗ МАСШТАБА
2. РАЗМЕРЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СООТВЕТСТВУЮТ ГОСТ
3. ЭЛЕМЕНТЫ ПОКАЗЫВАЮТ В ОТКЛЮЧЕННОМ СОСТОЯНИИ (НЕ ПРОХОДИТ ТОК И НЕ ДЕЙСТВУЮТ СИЛЫ)
4. ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИКИ РАЗМЕЩАЮТ СО СТОРОНЫ НЕЙТРАЛЬНОГО ПРОВОДА (СПРАВА): *МАГНИТНЫЕ ПУСКАТЕЛИ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ, РЕЛЕ ВРЕМЕНИ, УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ*
5. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗМЕЩАЮТ СО СТОРОНЫ ФАЗОВОГО ПРОВОДА (СЛЕВА): *ВКЛЮЧАТЕЛИ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, КОНТАКТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ И ДР. РЕЛЕ, КОНТАКТЫ КОМАНДОАППАРАТА И Т.П.*
6. ДЛЯ КОНТАКТОВ ИЛИ КНОПОК СИЛА ИХ ЗАМЫКАНИЯ ДОЛЖНА ДЕЙСТВОВАТЬ СВЕРХУ-ВНИЗ – ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ И СЛЕВА-НАПРАВО ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ
7. ВСЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ БУКВЕННО-ЦИФРОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ

# ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА СХЕМЕ

Кнопка с самовозвратом

*замыкающая*

SB1



SB1



*размыкающая*

SB1



Промежуточное реле

K1



Контакты промежуточного реле  
*нормально разомкнутые*

1K1

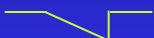


2K1



*нормально замкнутые*

3K1



4K1



Устройство автоматики

(для гидро-воздухораспределителей)

YA1



Реле времени

KT1



Контакты реле времени

*нормально разомкнутые*

1KT1



2KT1



*нормально замкнутые*

3KE1



4KT1

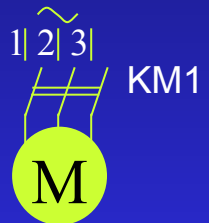


Катушка магнитного  
пускателя двигателя

KM1

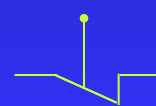


Контакты магнитного  
пускателя

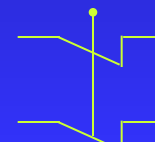


Конечный выключатель/включатель

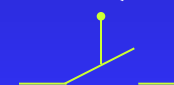
SQ1



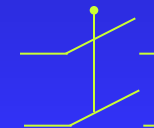
SQ1



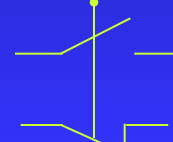
SQ1



SQ1



SQ1



## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ

ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИСПОЛЬЗУЮТ ДВА  
МЕТОДА

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ,  
основанный на теории алгебры логики

ПРАКТИЧЕСКИЙ,  
основанный на простой логической  
последовательности

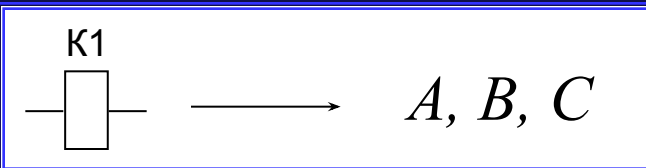
# ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

1. ЛЮБОЙ ЭЛЕМЕНТ АВТОМАТИКИ МОЖЕТ  
НАХОДИТЬСЯ В ОДНОМ ИЗ ДВУХ СОСТОЯНИЙ:

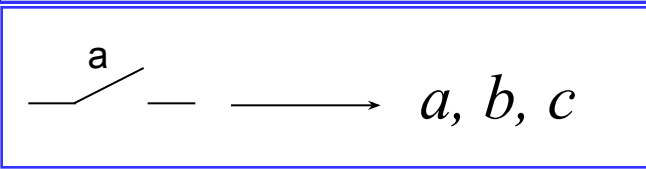
ДА	→	1
НЕТ	→	0

2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СИМВОЛЬНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

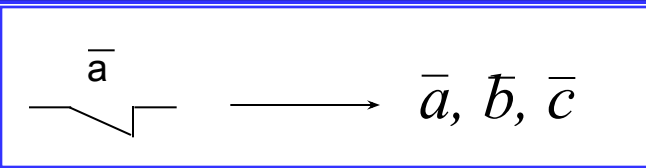
ИСПОНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО:



ЗАМЫКАЮЩИЕСЯ КОНТАКТЫ:



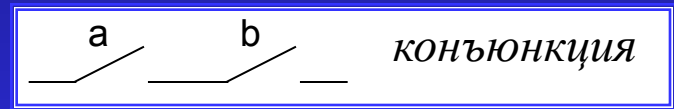
РАЗМЫКАЮЩИЕСЯ КОНТАКТЫ:



3. ЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ:

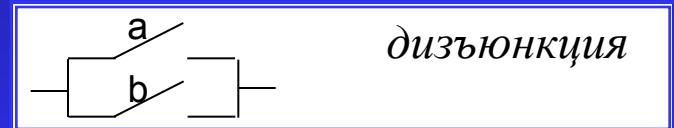
УМНОЖЕНИЕ:

$$y = a \cap b = [a \text{ и } b] = a \cdot b$$



СЛОЖЕНИЕ:

$$y = a \cup b = [a \text{ или } b] = a + b$$



ОТРИЦАНИЕ:

$$y = \bar{a} = [\text{не } a] \quad y = 1, \text{ если не } a$$



## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

### 4. ЗАКОНЫ БУЛЕВОЙ АЛГЕБРЫ:

$$a \cdot b = b \cdot a$$

*переместительный*

$$(a \cdot b) \cdot c = (b \cdot c) \cdot a$$

*сочетательный*

$$(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$$

*распределительный*

### 5. ФОРМУЛЫ УПРАВЛЕНИЯ:

$$a \cdot \bar{a} = 0$$

$$a + \bar{a} = 1$$

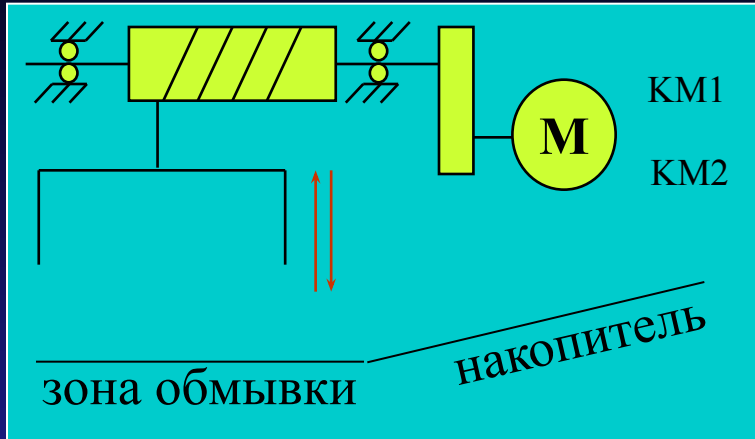
$$a \cdot 1 = a$$

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

1. Анализ всех возможных состояний объекта
2. С помощью символьных знаков описывают состояние системы
3. С помощью логических операций составляют строчную формулу схемы
4. С помощью законов управления осуществляют оптимизацию строчной формулы
5. С помощью геометрических аналогов составляют условную электрическую схему
6. Условная схема заменяется реальной с помощью граничных условий и стандартных обозначений



## ПРИМЕР ДЛЯ РЕВЕРСИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ



Дано:

Кожух поднимается, если объект

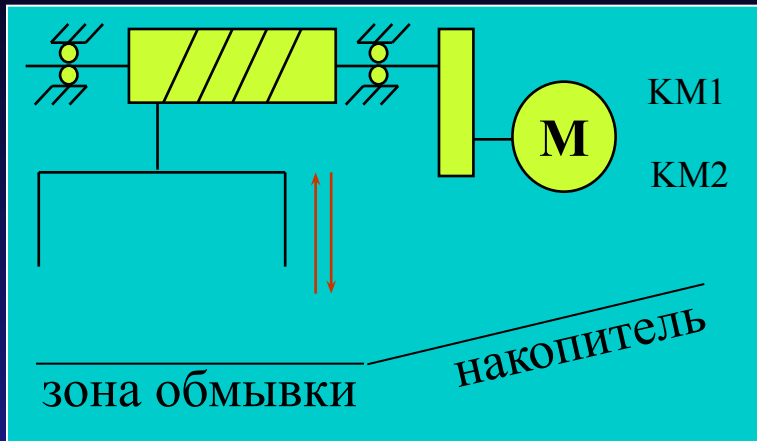
1. в накопителе - есть, в зоне обмывки - есть
2. в накопителе - есть, в зоне обмывки - нет
3. в накопителе - нет, в зоне обмывки - есть

УСЛОВИЕ	1	2	3
КП на накопителе	a	a	$\overline{a}$
КП в зоне обмывки	b	$\overline{b}$	b
СТРОЧНАЯ ФОРМУЛА СХЕМЫ	$y = a \cdot b + a \cdot \overline{b} + \overline{a} \cdot b$		

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОЧНОЙ ФОРМУЛЫ

$$y = a \cdot (b + \overline{b}) + \overline{a} \cdot b = a \cdot 1 + \overline{a} \cdot b = a + \overline{a} \cdot b$$

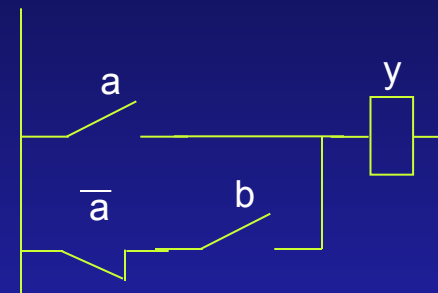
## ПРИМЕР ДЛЯ РЕВЕРСИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ



$$y = a + \bar{a} \cdot b$$

- (+) - значит параллельно 2 цепи  
 (·) - значит параллельно 2 контакта

### УСЛОВНАЯ СХЕМА

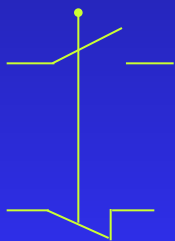


$y=1$ , т.е. двигатель включается, когда:

$a$  – замкнут или  
 $a, b$  – замкнут

### РЕАЛЬНАЯ СХЕМА

SQ1

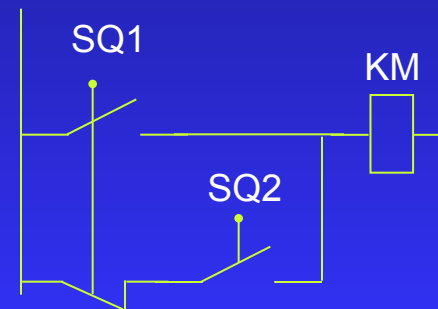


в зоне накопителя

SQ2



в зоне обмывки

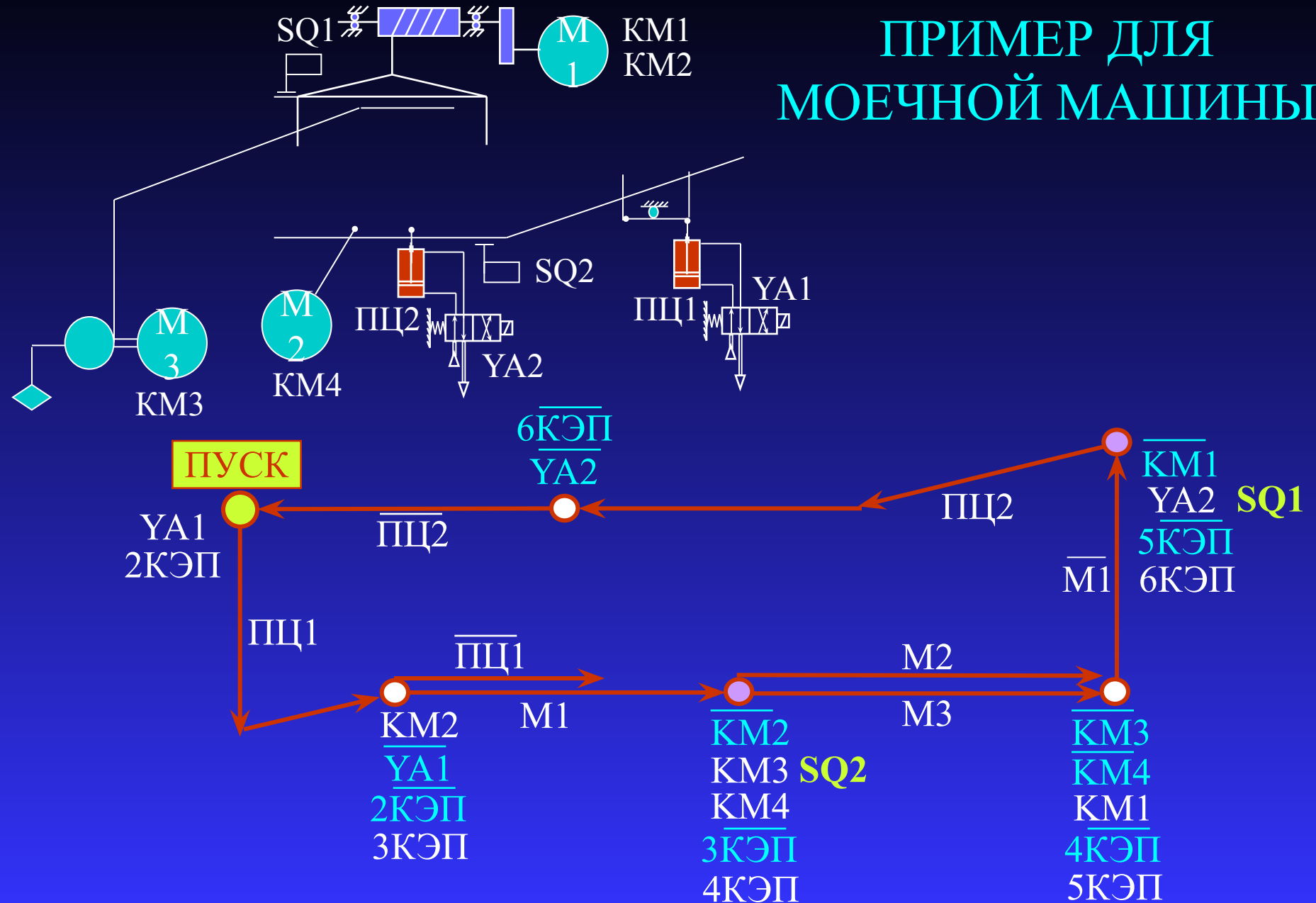


## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

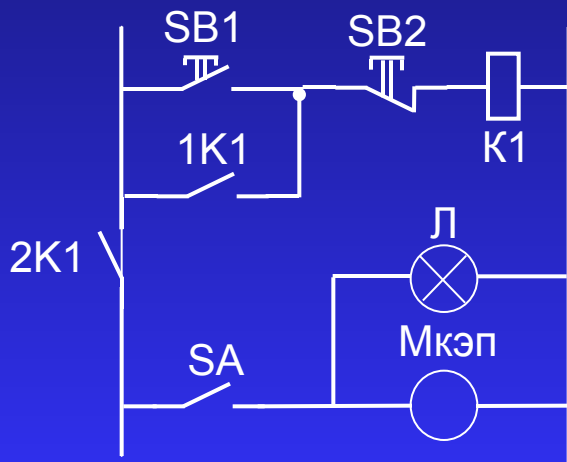
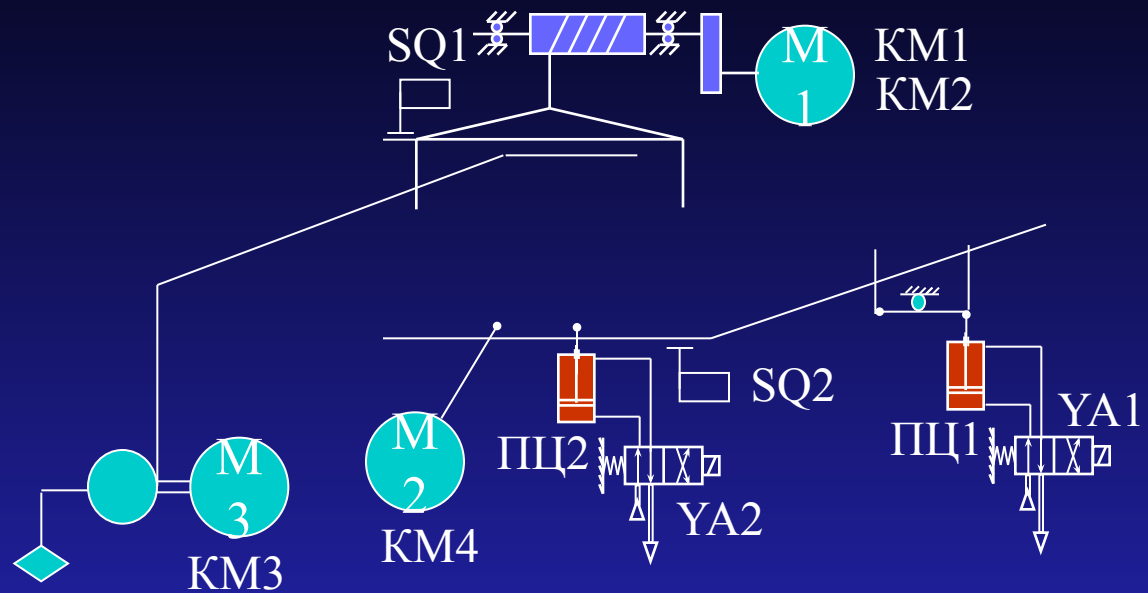
1. Составить конструктивную схему машины
2. Для децентрализованных и смешанных САУ на конструктивной схеме расставить датчики (конечные выключатели)
3. Составить циклограмму работы машины
4. Вычерчивают по строчному методу «скелет» схемы (цепи питания и пусковую цепь)
5. Со стороны нейтрального провода в соответствии с циклограммой в порядке включения вычерчивают исполнительные элементы
6. Со стороны фазового провода вычерчивают управляющие элементы
7. Вводится корректировка схемы в соответствии с циклограммой

Тема 5. «Правила и методы построения электрических схем САУ»

ПРИМЕР ДЛЯ  
МОЕЧНОЙ МАШИНЫ

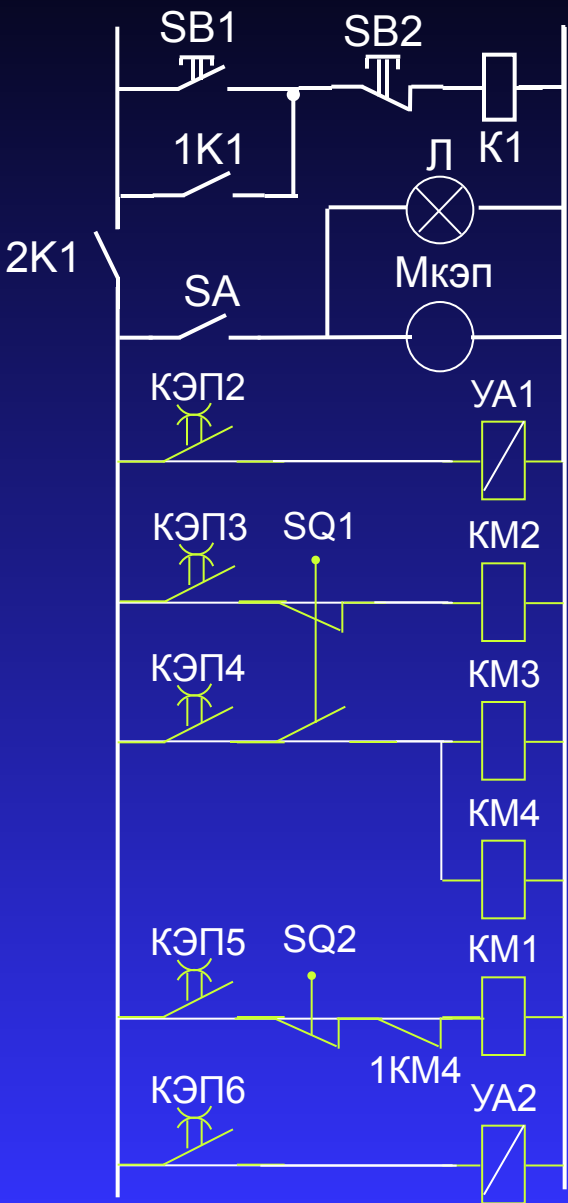


## ПРИМЕР ДЛЯ МОЕЧНОЙ МАШИНЫ



Цепи питания и  
пусковая цепь

# ПРИМЕР ДЛЯ МОЕЧНОЙ МАШИНЫ



*пуск САУ*

*пуск КЭП*

*подача в зону обмывки*

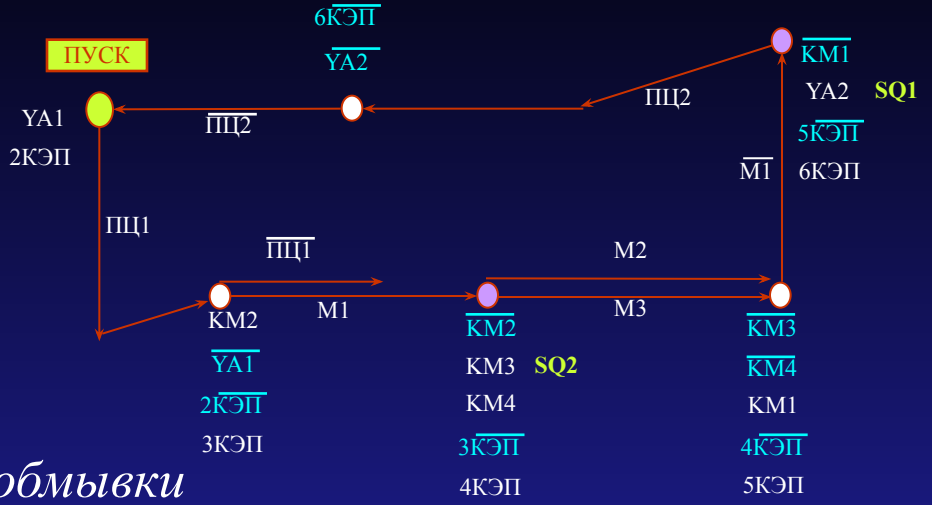
*опустить кожух*

*включение насоса*

*вращать деталь*

*поднять кожух*

*выкатить из зоны обмывки*



*ИСПОЛЬЗОВАЛИ КЭП-12у*

*описание и правила  
настройки смотри  
по учебнику*

## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ САУ

Допущения:

ВБР элементов САУ – подчиняется экспоненциальному закону.

$$ВБР(t) = p(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

Все элементы САУ в смысле надёжности соединены последовательно.

$$ВБР_M(t) = p_M(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i t}$$

$p_i$  – ВБР  $i$ -го элемента САУ

$n$  – число элементов в САУ

$\lambda_i$  – интенсивность отказов  $i$ -го элемента САУ

## УКРУПНЕННЫЙ РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ САУ

Элемент САУ обозн.	$n_i$	$\lambda_i \cdot 10^{-6}, \text{час.}$	$n_i \lambda_i \cdot 10^{-6}, \text{час.}$
Кнопка	SB 2	0,06	0,12
Реле промежуточн.	К 1	0,3	0,3
Командоаппарат КЭП	5конт.	0,6	$0,6 \cdot 5=3$
Электромагниты УА	2	0,6	1,2
Пускатели магнитн.	КМ 4	12	48
Конечные выключ.	SQ 2	0,06	0,12
	ВСЕГО	52,74	

$$P_{САУ} = \text{EXP}\left(-\left(\sum_{i=1}^n n_i \lambda_i\right)t\right)$$

$$P_{САУ}(t = 2000 \text{час.}) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n n_i \lambda_i t\right) = \exp(-52,74 \cdot 10^{-6} \cdot 2000) = 0,900$$