



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)**

Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы»

**Методические указания по выполнению контрольной работы**  
по дисциплине «Автоматизированные системы контроля  
и диагностики технологических комплексов»  
для студентов заочной формы обучения по направлению  
«Инноватика»

Ростов-на-Дону

2022

Автор: доц. каф. «Г, ГПА и ТП», к.т.н., Дымочкин Д.Д.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<a href="#"><u>ВВЕДЕНИЕ</u></a>	3
<a href="#"><u>1. Краткая теория</u></a>	4
<a href="#"><u>2. Пример</u></a>	9
<a href="#"><u>3. Задание</u></a>	11
<a href="#"><u>4. Порядок выполнения</u></a>	13

Современные гидравлические и пневматические системы в подавляющем большинстве случаев управляются электрическими или электронными системами управления.

Простые системы управления создаются на основе электромеханических реле и простых электронных модулей – таймеров, счётчиков, регуляторов. Сложные системы управления основаны на использовании программируемых реле, программируемых логических контроллеров, микроконтроллеров, промышленных компьютеров и позволяют реализовывать программное управление гидропневматическими системами.

При этом методы математического описания систем управления очень часто одинаковы. Отличается только их аппаратная реализация. В контрольной работе рассматривается один из таких методов, позволяющий разрабатывать системы управления автоматическим циклом пневматических и гидравлических приводов как на основе электромеханических реле, так и на основе программируемых реле и контроллеров. Метод применим в том случае, если используются бистабильные распределители, и если исполнительные двигатели срабатывают последовательно друг за другом.

## 1. Краткая теория.

[в содержание](#)

Рассмотрим пневматический привод (рисунок 1), включающий три пневматических магнитных цилиндра Ц1-Ц3, управляемых бистабильными распределителями P1 – P3. Крайние положения штоков каждого цилиндра контролируются герконовыми конечными выключателями SQ1.1 – SQ3.2.

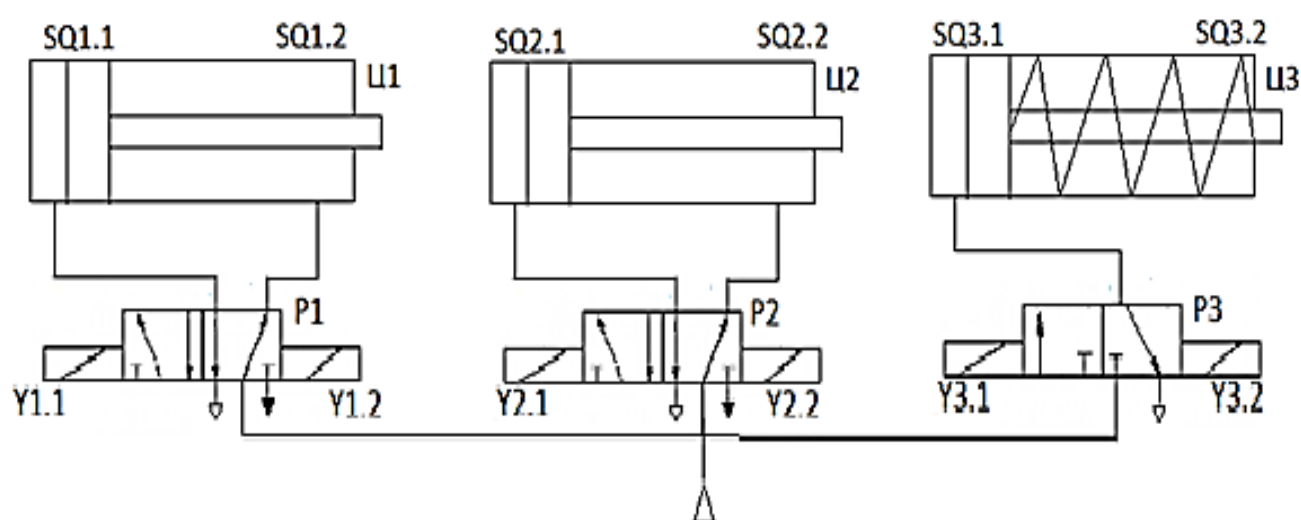


Рисунок 1 – Схема пневматическая циклового привода

Необходимо разработать систему управления, обеспечивающую при нажатии кнопки «Пуск» однократное выполнение автоматического цикла в следующей последовательности:

Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц1-, Ц2-, Ц3-.

где «+» - выдвижение штока цилиндра; «-» - втягивание штока цилиндра.

В данном случае задача решается очень просто. При выдвижении или втягивании штока цилиндра срабатывает соответствующий конечный выключатель. Подключая выключатель к электромагниту, который должен срабатывать на следующем этапе цикла, получаем электрическую схему, показанную на рисунке 2 и реализующую заданный алгоритм работы.

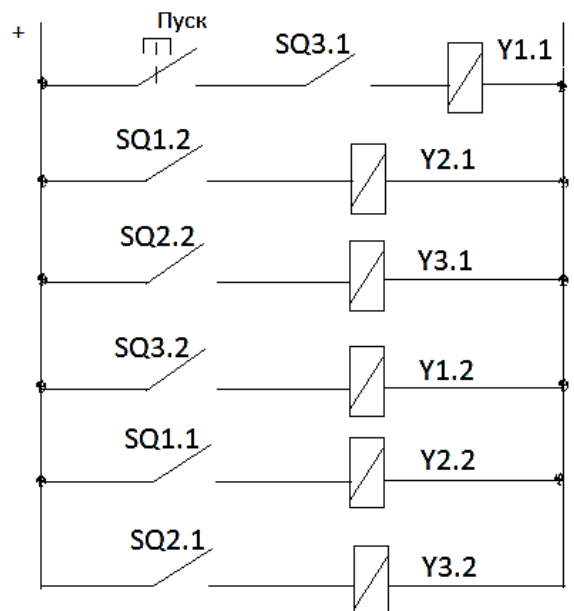


Рисунок 2 – Электрическая схема, реализующая алгоритм работы Ц1+, Ц2 +, Ц3+, Ц1-, Ц2-, Ц3-

В исходном состоянии штоки цилиндров втянуты и включены конечные выключатели SQ1.1, SQ2.1, SQ3.1 (их контакты замкнуты).

1-й этап цикла. При нажатии кнопки «Пуск» через её замкнутый контакт и через контакт SQ3.1 подаётся напряжение на электромагнит Y1.1. При этом включается левая позиция распределителя P1 и шток цилиндра Ц1 будет выдвигаться (этап Ц1+).

2-й этап цикла. Когда шток цилиндра Ц1 выдвинется, сработает конечный выключатель SQ1.2 и через его контакт подаётся напряжение на электромагнит Y2.1. Включается левая позиция распределителя P2 и выдвигается шток цилиндра Ц2 (этап Ц2+).

3-й этап цикла. Когда шток цилиндра Ц2 выдвинется, сработает конечный выключатель SQ2.2 и через его контакт подаётся напряжение на электромагнит Y3.1. Включается левая позиция распределителя P3 и выдвигается шток цилиндра Ц3 (этап Ц3+).

4-й этап цикла. Когда шток цилиндра Ц3 выдвинется, сработает конечный выключатель SQ3.2 и через его контакт подаётся напряжение на электромагнит Y1.2. Включается правая позиция распределителя P1 и втягивается шток цилиндра Ц1 (этап Ц1-).

5-й этап цикла. Когда шток цилиндра Ц1 втянется, сработает конечный выключатель SQ1.1 и через его контакт подаётся напряжение на электромагнит У2.2. Включается правая позиция распределителя Р2 и втягивается шток цилиндра Ц2 (этап Ц2-).

6-й этап цикла. Когда шток цилиндра Ц2 втянется, сработает конечный выключатель SQ2.1 и через его контакт подаётся напряжение на электромагнит У3.2. Включается правая позиция распределителя Р3 и втягивается шток цилиндра Ц3 (этап Ц3-).

Но таким простым способом задача может быть решена лишь в ограниченном количестве случаев из-за наличия блокирующих сигналов. Блокирующим называется сигнал, который, вызвав переключение распределителя на своем этапе, препятствует переключению распределителя на другом этапе. Например, рассмотрим цикл:

Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц2-, Ц3-, Ц1-.

Для выявления блокирующих сигналов представим циклограмму работы привода в виде диаграммы «шаг – перемещение». Если, как в предыдущем случае, соединить конечные выключатели с соответствующими электромагнитами, то получим, что электромагнит У1.1 соединён последовательно с кнопкой «Пуск» и конечным выключателем SQ1.1; электромагнит У1.2 - с SQ3.1; У2.1 – с SQ1.2; У2.2 - с SQ3.2; У3.1 – с SQ2.2; У3.2 – с SQ2.1. Диаграмма «шаг – перемещение» показана на рисунке 3.

В данном случае блокирующими являются сигналы датчиков SQ3.1 и SQ1.2. Сигнал датчика SQ3.1, присутствующий на электромагните У1.2, не даст распределителю Р1 переключиться на выдвижение штока цилиндра Ц1 в начале цикла при нажатии кнопки «Пуск». Сигнал датчика SQ1.2, присутствующий на электромагните У2.1, не даст распределителю Р2 переключиться на втягивание штока цилиндра Ц2 на 4-м этапе цикла (Ц2-).

Таким образом, для обеспечения автоматической работы цикла необходимо исключить блокирующие сигналы. Существует несколько способов исключения блокирующих сигналов, один из которых рассмотрим далее.

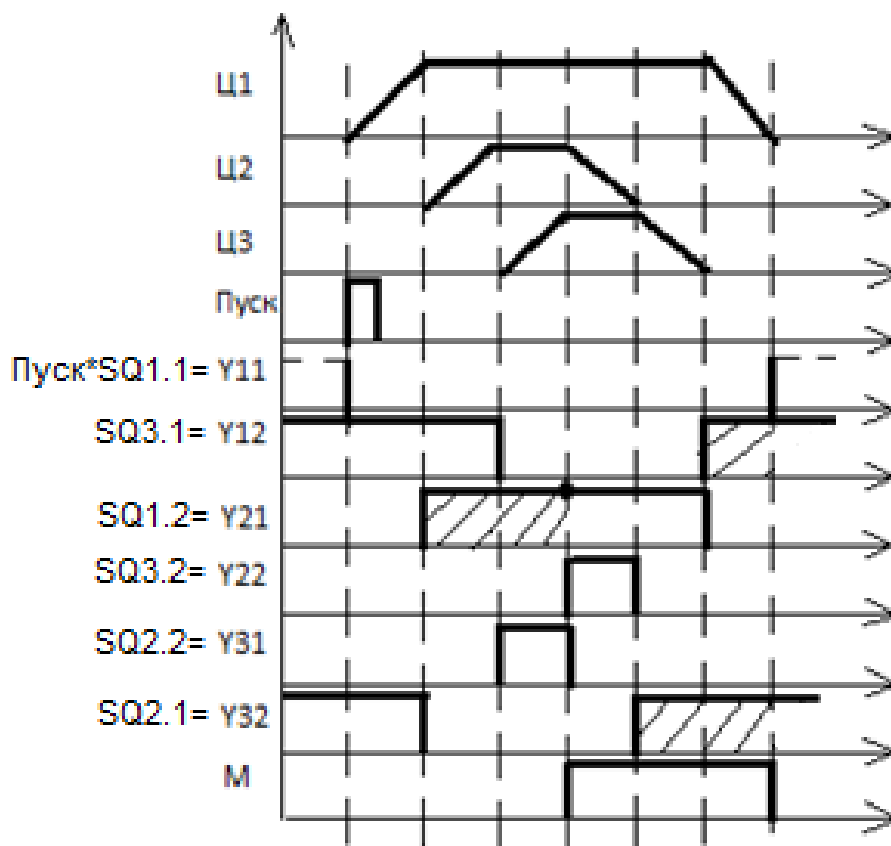


Рисунок 3 – диаграмма «шаг – перемещение» для пневмопривода, реализующего цикл работы Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц2-, Ц3-, Ц1-.

Одним из способов исключения блокирующих сигналов является метод «память в каскаде», основанный на использовании элементов памяти. В системах электроавтоматики в качестве элемента памяти может использоваться схема самоблокировки (рисунок 4).

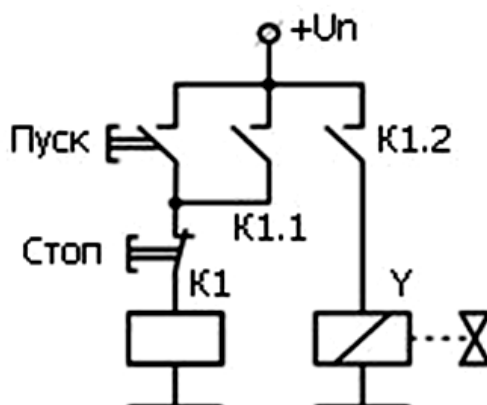


Рисунок 4 – Схема самоблокировки.

При нажатии кнопки «Пуск» (с нормально-разомкнутым контактом) её контакт замыкается, и через рабочую обмотку реле K1 проходит ток по цепи:

+Un – «Пуск» – «Стоп» – K1 – общий провод.

При этом контакты реле K1.1 и K1.2 замыкаются.

Контакт K1.1 включён параллельно кнопке «Пуск», поэтому при отпускании кнопки (когда её контакт разомкнётся) ток всё равно будет проходить через рабочую обмотку реле по цепи: +Un – K1.1 – «Стоп» – K1 – общий провод, т.е. само удерживает себя во включённом состоянии своим контактом K1.1. Отсюда и название – схема «самоудержания» или «самоблокировки».

Остальные контакты реле могут быть использованы для включения нагрузки или подачи сигналов управления. Например, при замыкании контакта K1.2 ток проходит через электромагнит Y по цепи: +Un – K1.2 – Y – общий провод. При этом распределитель, управляемый электромагнитом, переключается из одной позиции в другую.

При нажатии кнопки «Стоп» (с нормально-замкнутым контактом) её контакт размыкается, цепь для прохождения тока через рабочую обмотку реле K1 разрывается, контакты K1.1 и K1.2 размыкаются. Соответственно, прекращается прохождение тока через электромагнит Y.

Работа приведённой схемы самоблокировки может быть описана логическим выражением:

$$K1_i = (Пуск + K1_{i-1}) \cdot \overline{Стоп} \quad (1)$$

или в общем случае:

$$K1_i = (BKЛ + K1_{i-1}) \cdot \overline{BЫКЛ} \quad (2)$$

где  $K1_i$  – состояние реле K1 в текущий момент времени;

$K1_{i-1}$  – состояние реле K1 в предыдущий момент времени;

$BKЛ$  – условие включения реле;

$BЫКЛ$  – условие выключения реле.

В схеме на рисунке 4 условием включения является нажатие кнопки «Пуск», условием выключения – «Стоп», но условия могут быть и более сложными.



Для исключения блокирующих сигналов цикл разбивается на части, в каждой из которых любой цилиндр совершает только одно движение. Количество необходимых элементов памяти – на единицу меньше, чем количество таких частей. В первой части все элементы памяти выключены, во второй включается первый элемент, в третьей – второй и т.д. В конце цикла (или в начале) все элементы памяти выключаются. Датчики, срабатывающие в первой части цикла, включаются последовательно с нормально-замкнутым контактом первого реле (элемента памяти), во второй части – с нормально-разомкнутым контактом первого реле, в третьей - с нормально-разомкнутым контактом второго реле и т.д.

## 2. Пример.

[в содержание](#)

Рассматриваемый цикл Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц2-, Ц3-, Ц1- можно разбить на две части:

1-я часть: Ц1+, Ц2+, Ц3+;

2-я часть; Ц2-, Ц3-, Ц1-.

Тогда для исключения блокирующих сигналов необходим один элемент памяти М, сигнал которого показан на рисунке 3.

В соответствии с диаграммой элемент памяти должен устанавливаться при срабатывании датчика SQ3.2, а сбрасываться – при срабатывании SQ1.1. Соответственно, логическое выражение для реле будет иметь вид:

$$K_i = (SQ3.2 + K_{i-1}) \cdot \overline{SQ1.1} \quad (3)$$

Конечные выключатели SQ1.2, SQ2.2, SQ3.2 должны включаться последовательно с нормально-замкнутым контактом реле K1, а SQ2.1, SQ3.1, SQ1.1 – последовательно с нормально-разомкнутым. Т.е. логические выражения для электромагнитов будут иметь вид:

$$Y1.1 = (Пуск + SQ1.1) \cdot \overline{K} \quad (5)$$

$$Y2.1 = SQ1.2 \cdot \bar{K} \quad (6)$$

$$Y3.1 = SQ2.2 \cdot \bar{K} \quad (7)$$

$$Y2.2 = SQ3.2 \cdot K \quad (8)$$

$$Y3.2 = SQ2.1 \cdot K \quad (9)$$

$$Y1.2 = SQ3.1 \cdot K \quad (10)$$

Датчики SQ3.2 и SQ1.1 встречаются в выражениях два раза. Для увеличения количества контактов они подключаются к обмоткам управления реле, а контакты реле подключаются в нужные участки схемы. В окончательном виде получим следующую систему логических выражений, описывающих работу системы управления:

$$SQ1.1 = K1 \quad (11)$$

$$SQ3.2 = K2 \quad (12)$$

$$K3 (M) = (K2 + K3) \cdot \bar{K1} \quad (13)$$

$$Y1.1 = \bar{K3} \cdot (\text{Пуск} + K1) \quad (14)$$

$$Y2.1 = \bar{K3} \cdot SQ1.2 \quad (15)$$

$$Y3.1 = \bar{K3} \cdot SQ2.2 \quad (16)$$

$$Y2.2 = K3 \cdot K2 \quad (17)$$

$$Y3.2 = K3 \cdot SQ2.1 \quad (18)$$

$$Y1.2 = K3 \cdot SQ3.1 \quad (19)$$

Схема электрическая системы управления, разработанная на основе этих логических выражений, представлена на рисунке 5.

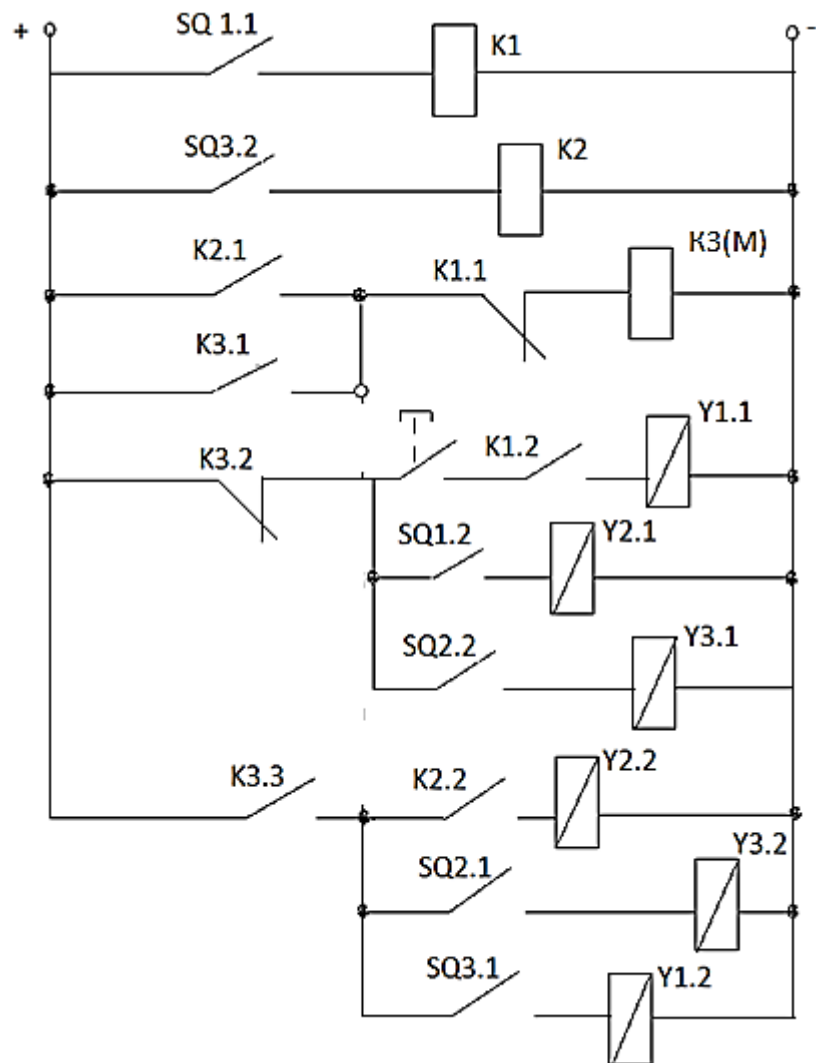


Рисунок 5 – Схема электрическая системы управления на основе уравнений (11) – (19)

### 3. Задание.

[в содержание](#)

Разработать схему электрическую принципиальную системы управления, реализующую заданную последовательность работы в автоматическом цикле при нажатии кнопки «Пуск». Варианты последовательностей приведены в таблице 1. Номер варианта – последние две цифры номера зачётной книжки. Все цилиндры управляются бистабильными распределителями.

Таблица 1 – Варианты заданий

Вар.	Последовательность цикла	Вар.	Последовательность цикла
00	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц3-, Ц4-, Ц1-	50	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц3-, Ц4-, Ц1-
01	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц3-, Ц1-	51	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц4-, Ц3-, Ц1-
02	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц2-, Ц4-, Ц1-	52	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц2-, Ц4-, Ц1-
03	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц2-, Ц1-	53	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц4-, Ц2-, Ц1-
04	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц4-, Ц1-, Ц2-, Ц3-	54	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц4-, Ц1-, Ц2-, Ц3-
05	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц4-, Ц1-, Ц3-, Ц2-	55	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц4-, Ц1-, Ц3-, Ц2-
06	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц4-, Ц2-, Ц1-, Ц3-	56	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц4-, Ц2-, Ц1-, Ц3-
07	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц4-, Ц3-, Ц1-, Ц2-	57	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц4-, Ц3-, Ц1-, Ц2-
08	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	58	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
09	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц1-, Ц4-, Ц2-	59	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц1-, Ц4-, Ц2-
10	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц3-, Ц4-, Ц1-	60	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц3-, Ц4-, Ц1-
11	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц3-, Ц1-	61	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц4-, Ц3-, Ц1-
12	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц2-, Ц4-, Ц1-	62	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц2-, Ц4-, Ц1-
13	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц2-, Ц1-	63	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц4-, Ц2-, Ц1-
14	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц4-, Ц1-, Ц2-, Ц3-	64	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц4-, Ц1-, Ц2-, Ц3-
15	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц4-, Ц1-, Ц3-, Ц2-	65	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц4-, Ц1-, Ц3-, Ц2-
16	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц4-, Ц2-, Ц1-, Ц3-	66	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц4-, Ц2-, Ц1-, Ц3-
17	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц4-, Ц3-, Ц1-, Ц2-	67	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц4-, Ц3-, Ц1-, Ц2-
18	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	68	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
19	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц1-, Ц4-, Ц2-	69	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц1-, Ц4-, Ц2-
20	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц2-, Ц3-, Ц4-, Ц1-	70	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц2-, Ц3-, Ц4-, Ц1-
21	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц2-, Ц4-, Ц3-, Ц1-	71	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц2-, Ц4-, Ц3-, Ц1-
22	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц3-, Ц2-, Ц4-, Ц1-	72	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц3-, Ц2-, Ц4-, Ц1-
23	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц3-, Ц4-, Ц2-, Ц1-	73	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц3-, Ц4-, Ц2-, Ц1-
24	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц4-, Ц1-, Ц2-, Ц3-	74	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц4-, Ц1-, Ц2-, Ц3-
25	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц4-, Ц1-, Ц3-, Ц2-	75	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц4-, Ц1-, Ц3-, Ц2-
26	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц4-, Ц2-, Ц1-, Ц3-	76	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц4-, Ц2-, Ц1-, Ц3-
27	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц4-, Ц3-, Ц1-, Ц2-	77	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц4-, Ц3-, Ц1-, Ц2-
28	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	78	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
29	Ц1+, Ц4+, Ц2+, Ц3+, Ц3-, Ц1-, Ц4-, Ц2-	79	Ц1+, Ц4+, Ц3+, Ц2+, Ц3-, Ц1-, Ц4-, Ц2-
30	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц3-, Ц1-, Ц4-	80	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц3-, Ц1-, Ц4-
31	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	81	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
32	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц2-, Ц1-, Ц4-	82	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц2-, Ц1-, Ц4-
33	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-	83	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-
34	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц1-, Ц4-, Ц2-, Ц3-	84	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц1-, Ц4-, Ц2-, Ц3-
35	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц1-, Ц4-, Ц3-, Ц2-	85	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц1-, Ц4-, Ц3-, Ц2-
36	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	86	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
37	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-	87	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-
38	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-	88	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-
39	Ц1+, Ц2+, Ц3+, Ц4+, Ц2-, Ц1-, Ц4-, Ц3-	89	Ц1+, Ц2+, Ц4+, Ц3+, Ц2-, Ц1-, Ц4-, Ц3-
40	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц3-, Ц1-, Ц4-	90	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц3-, Ц1-, Ц4-
41	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	91	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
42	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц2-, Ц1-, Ц4-	92	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц2-, Ц1-, Ц4-
43	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-	93	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-
44	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц1-, Ц4-, Ц2-, Ц3-	94	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц1-, Ц4-, Ц2-, Ц3-
45	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц1-, Ц4-, Ц3-, Ц2-	95	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц1-, Ц4-, Ц3-, Ц2-
46	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-	96	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц4-, Ц1-, Ц3-
47	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-	97	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-
48	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-	98	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц3-, Ц4-, Ц1-, Ц2-
49	Ц1+, Ц3+, Ц2+, Ц4+, Ц2-, Ц1-, Ц4-, Ц3-	99	Ц1+, Ц3+, Ц4+, Ц2+, Ц2-, Ц1-, Ц4-, Ц3-

#### **4. Порядок выполнения.**

[в содержание](#)

- 4.1. Запишите номер варианта, задание и заданную последовательность цикла.
- 4.2. Начертите пневматическую принципиальную схему привода (по аналогии с рисунком 1).
- 4.3. Составьте циклограмму работы привода (по аналогии с рисунком 3).
- 4.4. Составьте систему логических выражений, описывающих работу системы управления (по аналогии с системой (11) – (19)).
- 4.5. Начертите схему электрическую принципиальную системы управления (по аналогии с рисунком 5).