

# Введение в профессиональную деятельность (ЭП) 2 семестр

## Структура цифровой системы автоматизации Теория

**Управление объектом** – это процесс воздействия на него *с целью*:

- 1) обеспечения требуемого течения процессов в нем, либо
- 2) требуемого изменения его состояния

*на основе* переработки информации о состоянии объекта *в соответствии* с целью управления.

**Объект управления** может принадлежать:

- 1) к неживой природе, в частности, быть техническим устройством;
- 2) к живой природе (коллектив людей, животное).

**Управление** может быть:

- 1) **ручным**, т.е. осуществляться самим человеком;
- 2) **автоматическим**, т.е. осуществляться без непосредственного воздействия человека.

**Система автоматического управления**, или система автоматизации – это совокупность объекта управления и устройства управления (рис. 1).

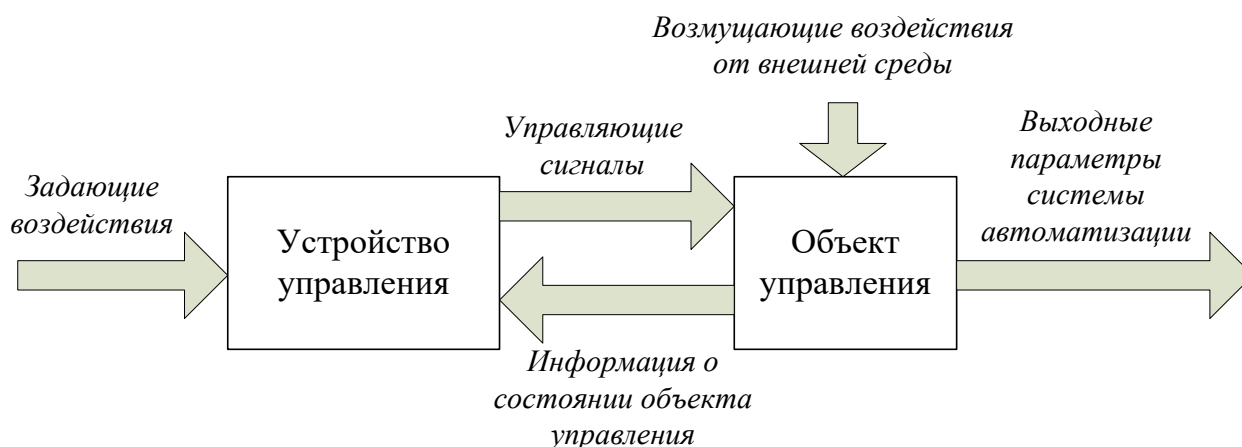


Рис.1 Структурная схема системы автоматизации

Устройство управления перерабатывает получаемую информацию об объекте управления по определенному заложенному в нем **алгоритму (закону)**. В результате на его выходе возникает совокупность **управляющих сигналов**.

На **функциональной схеме** системы автоматизации (рис. 2) показаны основные составные части управляющего устройства. Здесь:

**АЦП - аналого-цифровой преобразователь** – преобразует аналоговые сигналы с датчиков (о величине температуры, давления, скорости, тока, напряжения и др. параметров объекта управления) в цифровую форму (двоичный код);

ЦАП - **цифро-аналоговый преобразователь** – преобразует цифровой код управляющих сигналов, полученный в вычислительном устройстве, в аналоговые управляющие сигналы.

ПЛК – промышленный логический контроллер – специализированная ЭВМ, предназначенная для задач автоматизации.

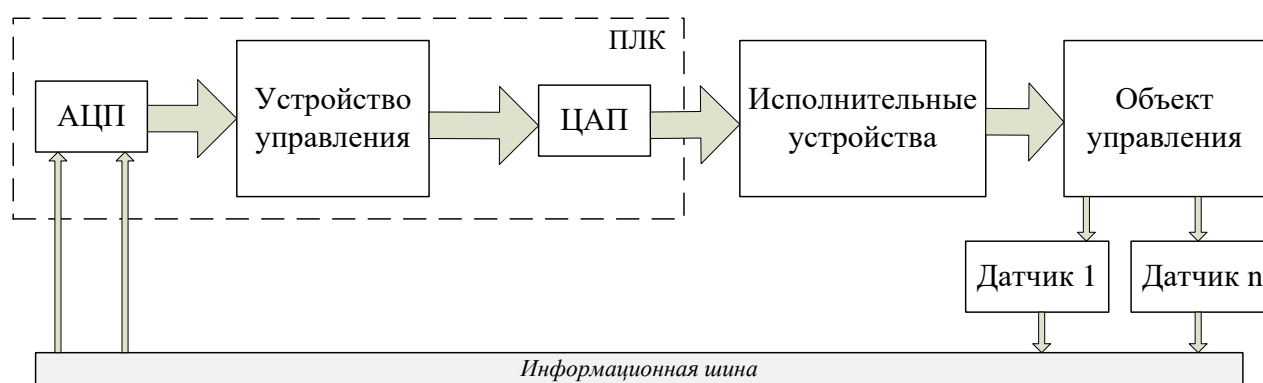


Рис. 2. Функциональная схема системы автоматизации

Проектирование системы автоматизации начинается с описания объекта управления, поскольку автоматизировать можно только при детальном понимании особенностей функционирования конкретного объекта управления. Описание должно быть словесным (текстовым) и содержать блок-схемы алгоритма работы объекта управления.

Далее составляется техническое задание на проектирование системы автоматизации – это перечень требований о том, как должна функционировать система, например, должен быть и ручной, и автоматический режим, или только автоматический. Какие нужны органы управления – кнопки, переключатели и их функционал. Должна быть предоставлена информация о датчиках – их диапазон измерения, количество датчиков. Необходимо знать физику работы объекта и понимать, какие именно управляющие сигналы должны быть рассчитаны. Как правило, производится автоматизация уже «готового» объекта. В случае автоматизации как модернизации функционирующего объекта, зачастую заданным является и количество, и характер датчиков.

К сожалению, в наших реалиях проектировщику предоставляется техническое задание в виде: «Вон там в углу зелёный агрегат. Он должен работать в три раза эффективнее...». Очевидно, что такой подход ни к чему хорошему не ведёт. Поэтому качественная система автоматизации начинается с детального изучения функционирования объекта. После чего осуществляется выбор эле-

ментной базы ПЛК на основании количества и характера датчиков и управляющих сигналов. Следующим этапом является написание алгоритма работы ПЛК и написание программы для него в соответствующем промышленном программном обеспечении.

Упрощённо часть СА, которой занимается проектировщик, представляет собой ПЛК с известным количеством дискретных и аналоговых входов, выдающий рассчитанные при выполнении программы дискретные и аналоговые управляющие сигналы (рис. 3).

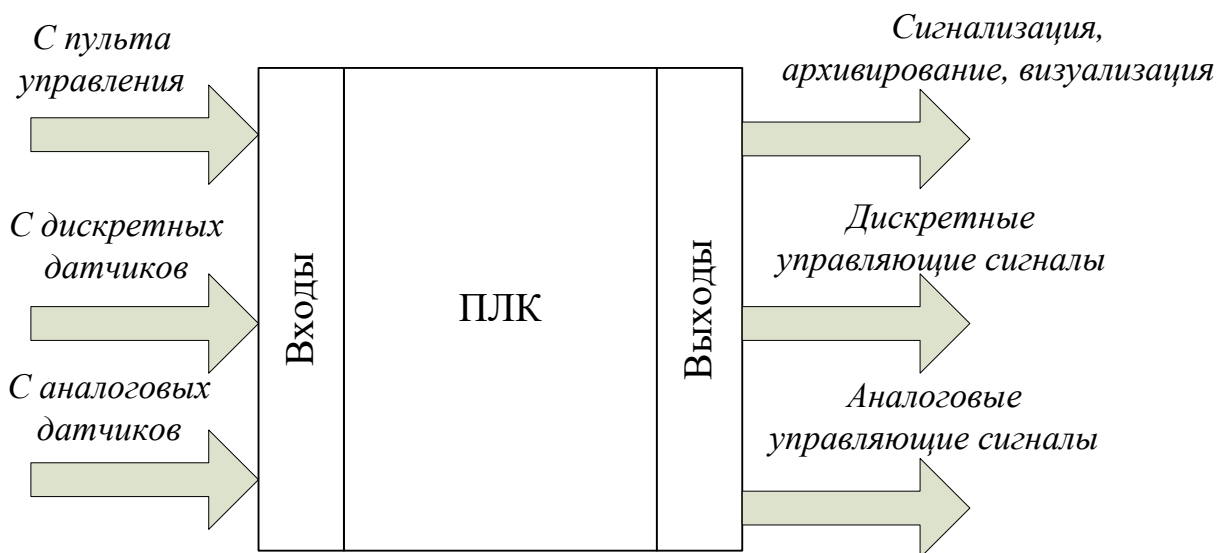


Рис. 3. Принцип работы ПЛК

Дискретными называются сигналы, которые могут принимать только два значения, которым ставятся в соответствие логический ноль и логическая единица.

Например, дискретным датчиком является конечный выключатель: 0 – объект не достиг точки срабатывания, 1 – выключатель сработал. Физически логическим нулю и единице соответствуют определённые, «жёстко» заданные диапазоны напряжения или тока, что обязательно прописано в документации датчика.

Примером выходного дискретного сигнала является управляющий сигнал на включение (1) или выключение (0) электродвигателя, работающего на одной скорости.

Аналоговыми являются датчики различных физических величин (ток, скорость, напряжение, перемещение, температура, давление и т.д.). Происходит измерение текущего значения параметра, например, 25 градусов, 7 метров, 40 вольт и т.д. Для перевода таких значений в формат, «понятный» вычислительному устройству ПЛК, осуществляется аналого-цифровое преобразование (АЦП) в специальных модулях ПЛК. Модули, осуществляющие АЦП, так и называют – модули аналоговых входов. Но результатом работы модуля анало-

говых входов является цифровой код, соответствующий значению параметра, представленный в 12-разрядном двоичном коде.

Например, измерение напряжения осуществляется в диапазоне от 0 до 250 вольт.

В конспекте – только свой вариант задания.

Пример 1. Максимальное масштабирование.

Значению 0 В соответствует двоичное число 000000000000, а значению 250 В – число 111111111111. При таком масштабировании шаг дискретизации составляет

$$\frac{250}{2^{12} - 1} = \frac{250}{4095} = 0,061 \text{ В,}$$

а соответствие значений напряжения двоичным кодам представлено в таблице 1. Изменение двоичного кода на 1 происходит при изменении напряжения на величину 0,061 В. Погрешность составляет тысячные доли вольта, поскольку шаг округлен до тысячной.

Таблица 1

Пример максимального масштабирования

Напряжение, В	Двоичный код											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0,122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
...	...											
249,939	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
250	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Пример 2. Неполное масштабирование

Шаг дискретизации принят за 0,1 В. Тогда максимальному значению напряжения будет соответствовать код

$$\frac{250\text{В}}{0,1\text{В}} = 2500_{10} = 100111000100_2 = 9\text{C}4_{16},$$

А все последующие коды от  $2501_{10} = 100111000101_2 = 9\text{C}5_{16}$  до  $4095_{10} = 111111111111_2 = \text{FFF}_{16}$  не используются (таблица 2). Точность снижена до десятых долей вольта, но масштабирование более наглядное, хотя диапазон двоичных кодов используется не полностью.

Пример неполного масштабирования

Напряжение, В	Десятичный код	Двоичный код												Примечание
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Минимум
0,1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0,2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
...		...												
249,9	2499	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	
250	2500	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	Максимум
250,1	2501	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	Резерв
...	...	...												
409,5	4095	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Объекты управления могут быть самой разной степени сложности (в конспекте приведите СВОЙ пример объекта управления).

1. Управление дорожным движением (светофоры).
2. Поддержание постоянства уровня и температуры жидкости в резервуаре.
3. Грузовой лифт с возможностью останова при вызове в движении.
4. Пассажирский лифт в 9-этажном доме.
5. Климат-контроль 3-комнатной квартиры.
6. Пропускная система на предприятии.
7. Управление движением грузов в складском помещении.
8. Система жизнеобеспечения и безопасности в кинотеатре.
9. Управление фигурным фонтаном и его освещением.
10. Экономичное освещение подъезда 5-этажного жилого дома без лифта.
11. Экономичное освещение подъезда 9-этажного жилого дома с лифтом.
12. Контроль в медицинском учреждении.
13. Управление лифтами в 20-этажной гостинице.
14. Домофон.
15. Управление тепличным хозяйством.
16. Управление торговым комплексом.

В качестве примера рассмотрим систему управления дорожным движением на простом переходе (рис. 4). Объектом управления здесь является 5 сигналов двух светофоров – автомобильного и пешеходного.

В конспекте – система согласно заданному варианту.

Для них далее применяются символные имена: КА – красный автомобильный, ЖА – жёлтый автомобильный, ЗА – зелёный автомобильный, КП – красный пешеходный, ЗП – зелёный пешеходный.

Для данных сигналов логическая 1- включенное состояние лампы, 0 – выключенное.

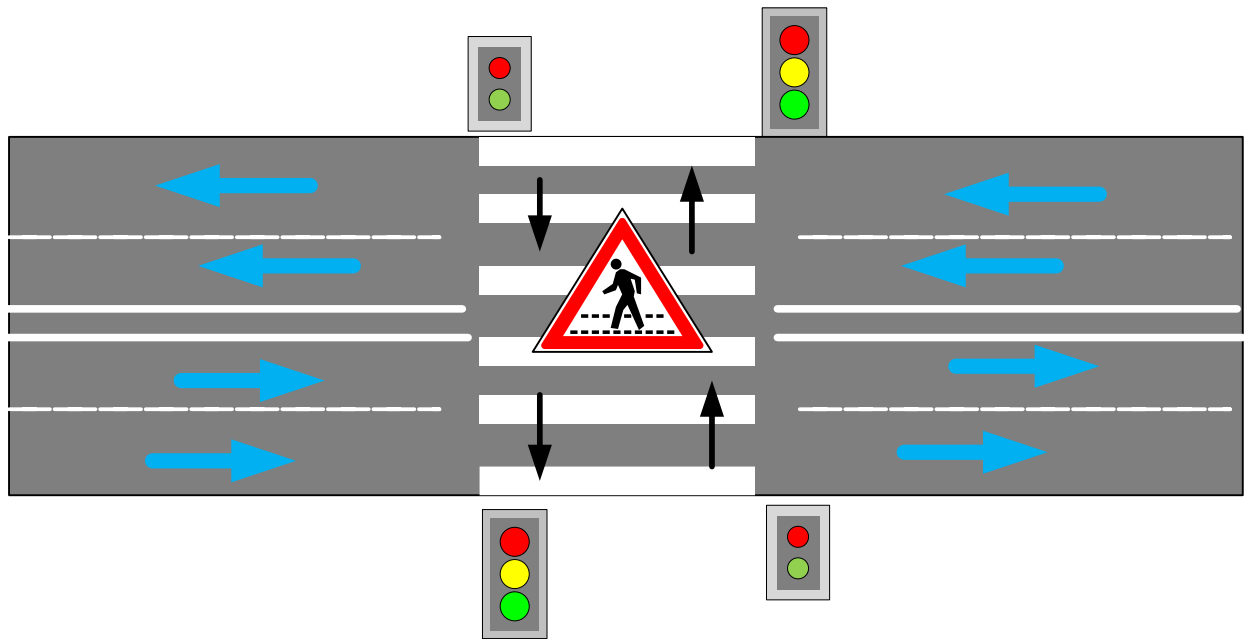


Рис. 4. Схема простого пешеходного перехода

В самом простом случае работающая система может находиться в одном из трёх состояний (таблица 3 и рис. 5). Пульт управления состоит только в переключателе, обеспечивающем запуск программы (символьное имя Пуск, логический 0 – не включено, 1 - включено). На рис. 6 показана блок-схема алгоритма работы системы управления дорожным движением на простом пешеходном переходе.

Для реализации данной системы достаточно ПЛК с одним дискретным входом и пятью дискретными выходами (рис. 7), работающим по алгоритму, представленному на рис. 8. Блоки ЦАП и АЦП в данной системе не требуется, поскольку сигналы только дискретные.

Представленная система автоматизации может быть усложнена:

- 1) учётом времени суток – Дневной режим будет совпадать с предыдущим описанием. Ночной режим – это состояние 4 ( $KA=ZA=KP=ZP=0$ , ЖА включается на 1 секунду, затем гаснет на 1 секунду);
- 2) остановом потока автомобилей по требованию.

Подобные системы с простым алгоритмом, не требующим никаких «точных» настроек, называются малыми системами автоматизации. Для их реализации достаточно самых простых ПЛК, называемых интеллектуальными реле. Примерами интеллектуальных реле являются LOGO! Фирмы Siemens (программная среда LOGO!Comfort, пример реле показан на рис. 9) и Zelio фирмы Schneider Electric (программная среда Zelio Logic).

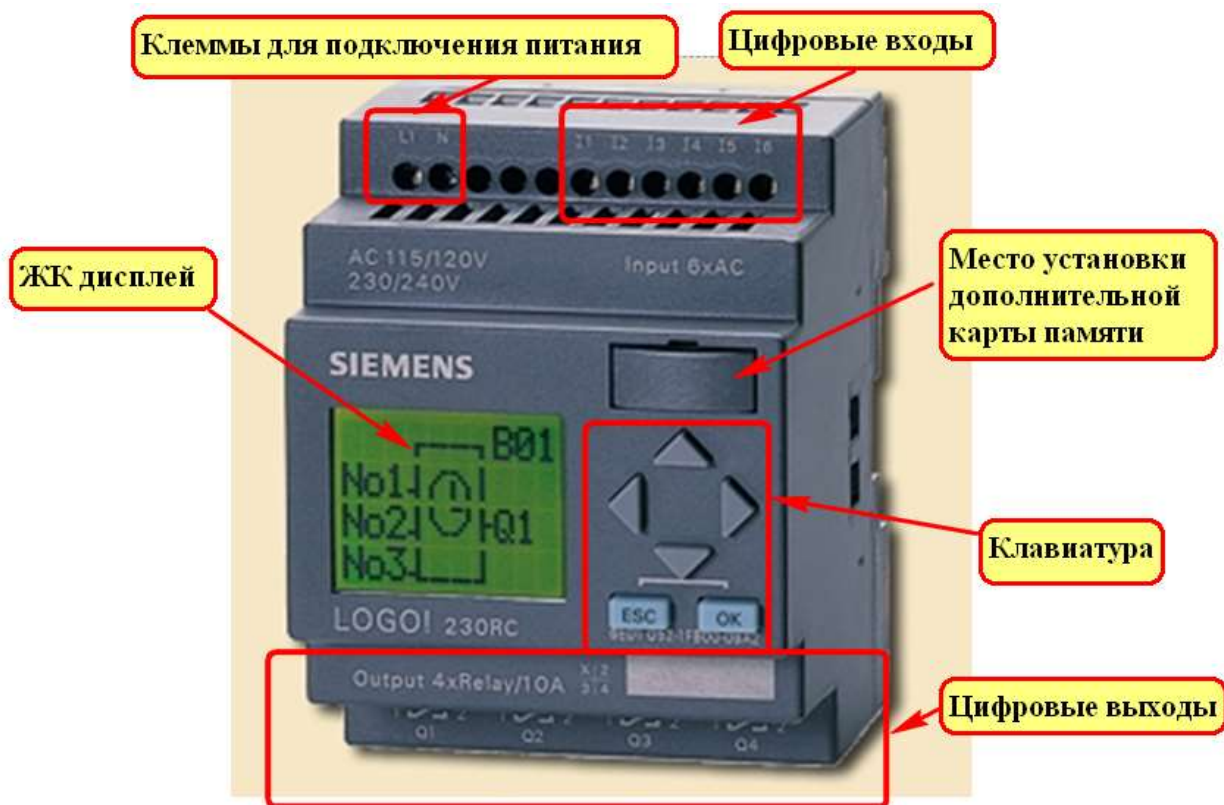
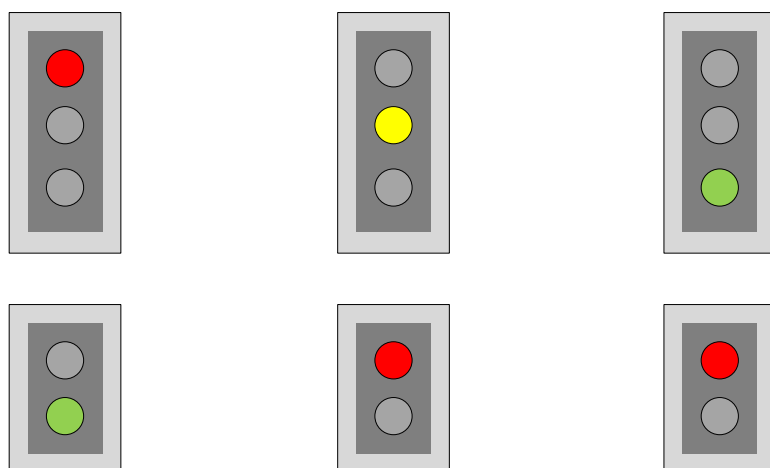


Рис. 9. Интеллектуальное реле LOGO! Фирмы SIEMENS

Таблица 3

Состояния системы

Состояния системы	Состояние сигналов				
	Автомобильный светофор			Пешеходный светофор	
	КА	ЖА	ЗА	КП	ЗП
1. Автомобили стоят, пешеходы движутся в течение 30 секунд	1	0	0	1	0
2. Автомобили стоят, пешеходы стоят в течение 10 секунд	0	1	0	0	1
3. Автомобили движутся, пешеходы стоят в течение 30 секунд	0	0	1	0	1



1. Автомобили стоят  
Пешеходы идут

2. Автомобили стоят  
Пешеходы стоят

3. Автомобили движутся  
Пешеходы стоят

Рис. 5. Состояния системы в рабочем режиме

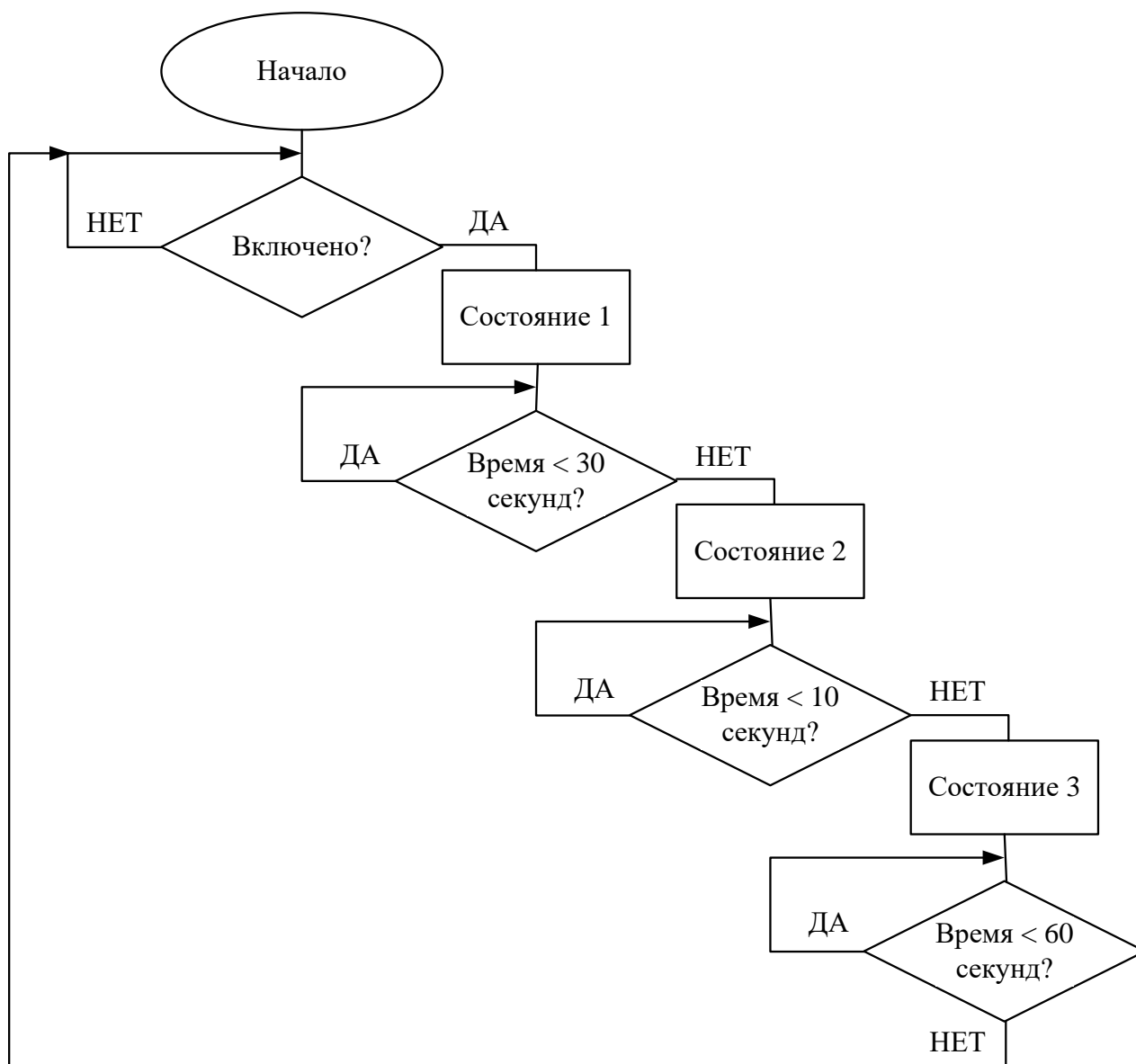


Рис. 6. Блок-схема алгоритма работы СА



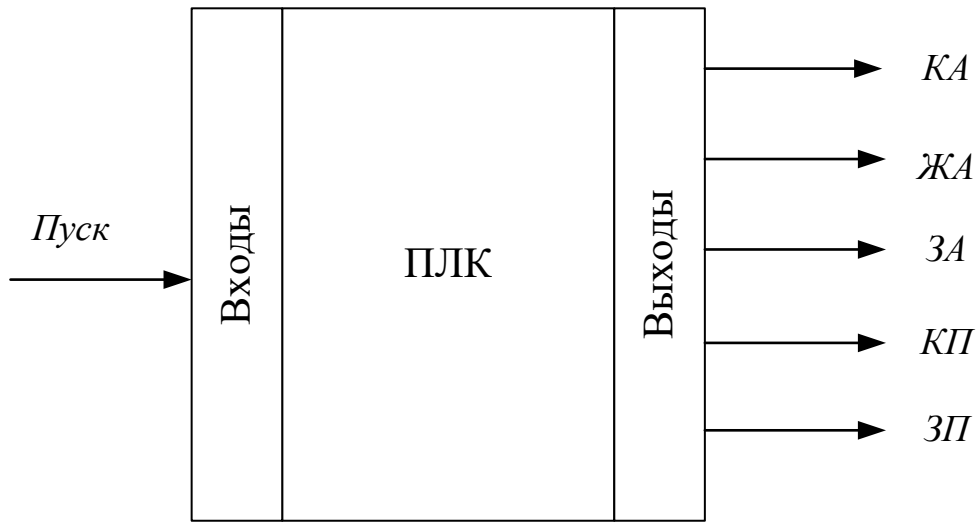


Рис. 7. Структура ПЛК

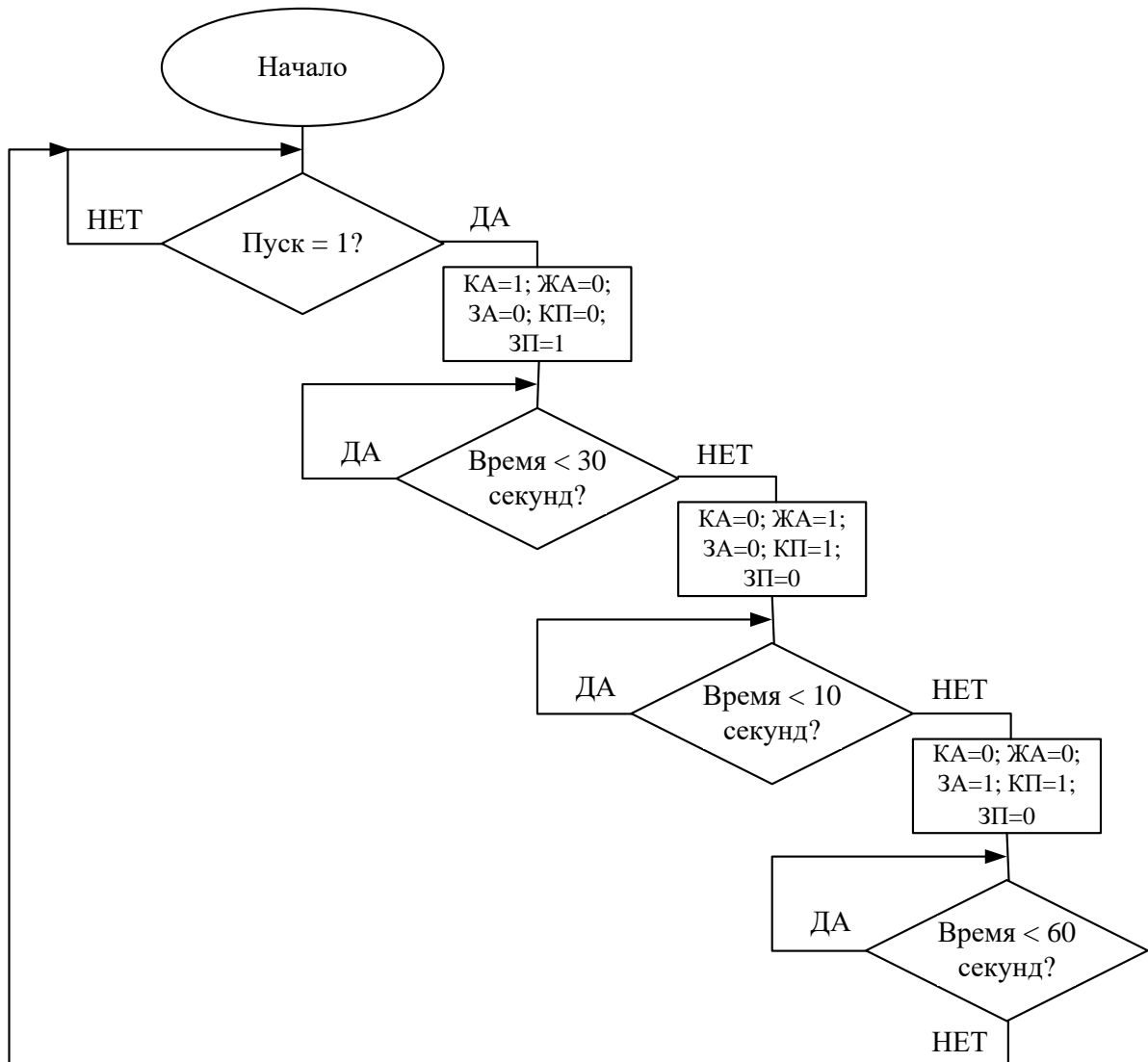


Рис. 8. Блок-схема алгоритма работы ПЛК