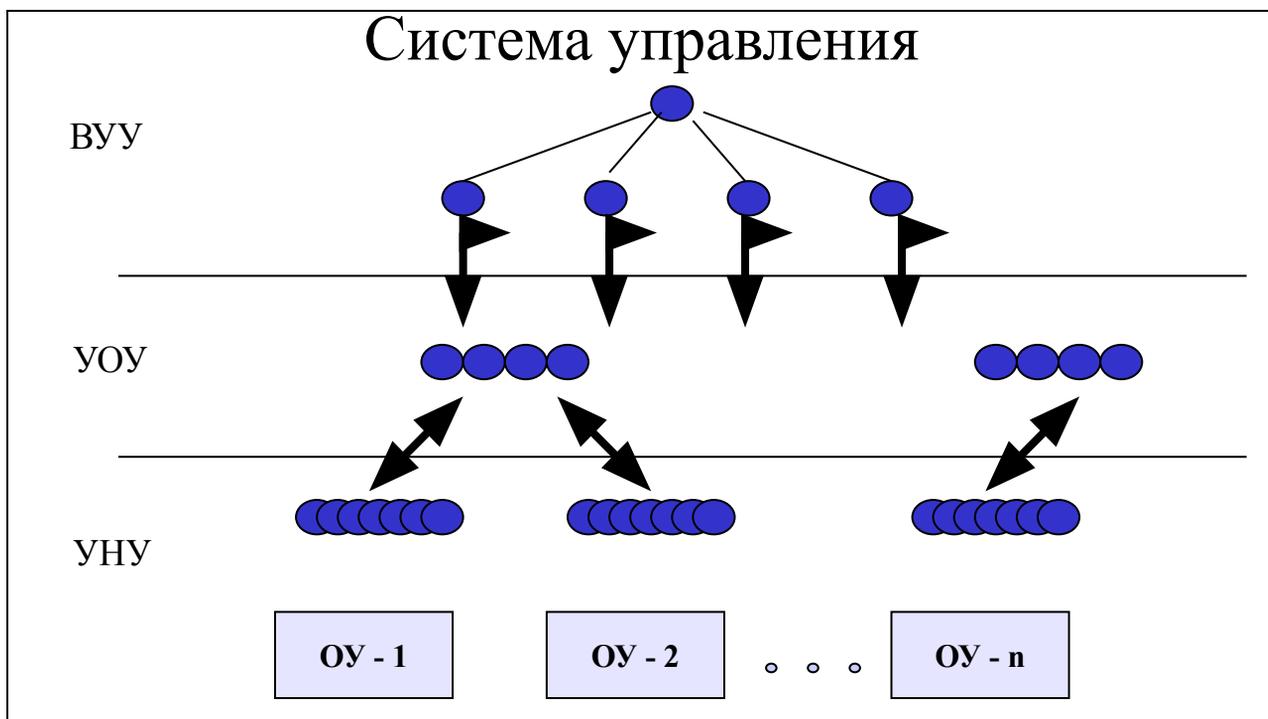


Основные понятия и терминология

Содержание	стр.	
Система управления	2	
Автоматизированная система управления	3	
Программируемые контроллеры	4	
Компоненты контура управления	5	
Типы процессов	6	
Типы сигналов	7	
Аналого – цифровое преобразование	8	
Системы счисления	9	
Пневмоцилиндр одностороннего действия		10
Пневмоцилиндр двухстороннего действия		11
Датчики	12	
Электромеханический концевой выключатель		13
Герконовый путевой выключатель		14
Датчики генераторного типа	15	
Датчики волнового типа	16	
Скан работы ПЛК	17	
Типовые функции ПЛК	18	
ЦПУ	19	
Языки программирования	20	
Принцип работы ПЛК	21	



Система управления - современным производством это сложная иерархическая структура, состоящая из нескольких уровней.

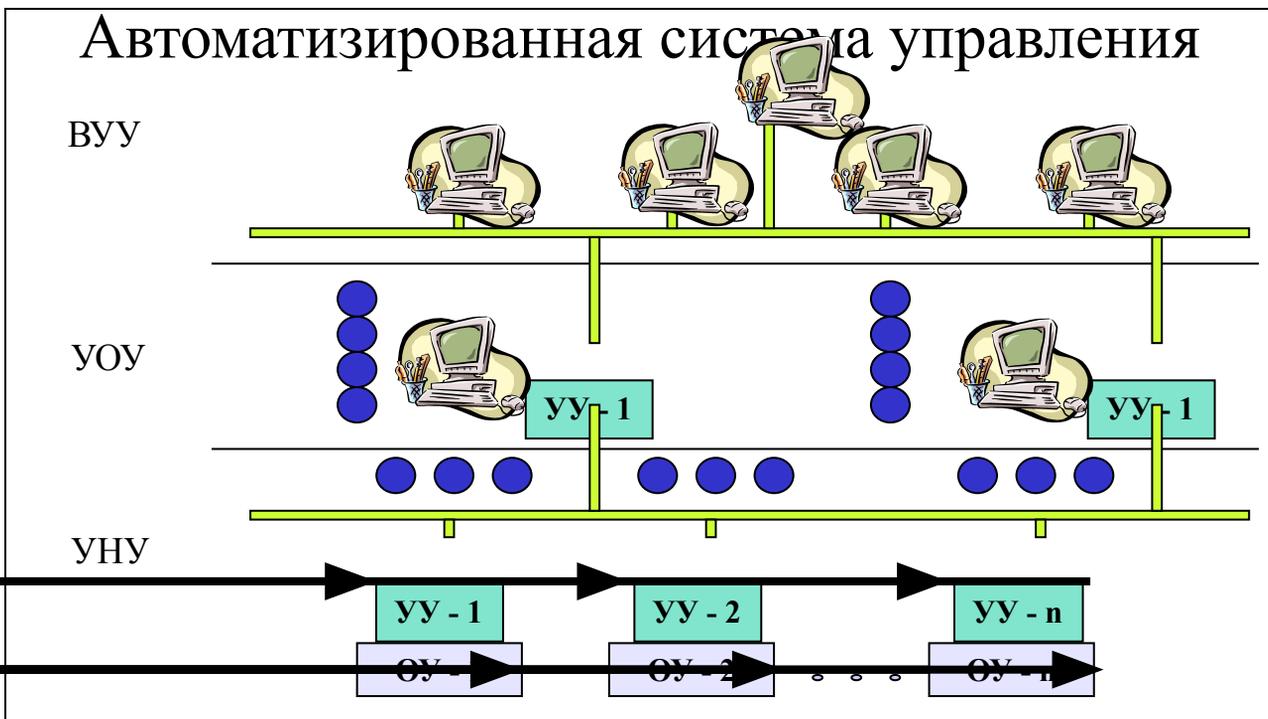
УНУ – уровень непосредственного управления – это тот уровень на котором производится управление машинами и агрегатами выпускающими продукцию и которые в общем случае называются объектами управления (ОУ). Управление объектами осуществляет специально – подготовленный персонал.

УОУ – уровень оперативного управления – это тот уровень, на который поступает поток информации о состоянии технологического процесса для принятия решений о поддержании и оптимизации заданного хода процесса.

ВУУ – верхние уровни управления – уровень принятия стратегических решений.

Любая система управления должна удовлетворять требованиям, основные из которых:

- **Устойчивость** – способность системы находится в работоспособном состоянии, независимо от внешних условий;
- **Непрерывность** - способность системы находится в работоспособном состоянии на всем периоде функционирования;
- **Оперативность** – способность системы быстро и точно реагировать на изменение условий функционирования;
- **Достоверность** – способность системы не искажать и однозначно толковать информацию о ходе процесса.



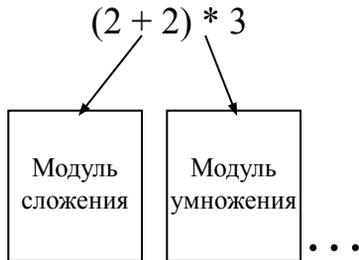
Автоматизированная система управления – это система, в которой управляющие функции осуществляют дополнительные аппаратно – программные средства. Их применение позволяет реализовать высокоэффективные технологические процессы, относительно легко и быстро адаптировать систему управления к конкретному объекту.

Технической основой реализации уровня непосредственного управления являются программируемые контроллеры. При этом образуется функционально – законченная система «объект управления + контроллер», реализующая конкретный технологический процесс.

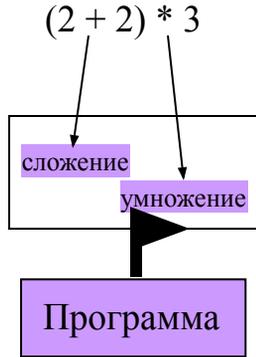
Программируемые контроллеры применяются также на уровне оперативного управления, но здесь они решают задачи координирования процесса, сбор, обобщение и первичная обработка информации о ходе технологического процесса, с целью передачи ее в систему визуализации и на верхние уровни управления.

Программируемые контроллеры

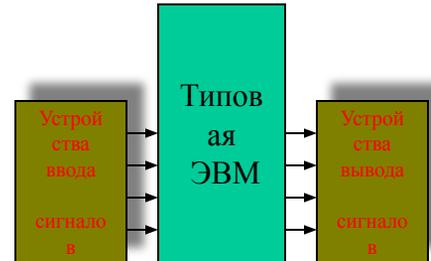
Структурно –
программируемые



Программируемые
логические



РС - совместимые



Программируемый контроллер это вычислительное устройство, построенное на базе микро- ЭВМ и адаптируемое к условиям совместной работы с объектом управления в масштабе реального времени.

Структурно – программируемые контроллеры

это контроллеры, программирование которых производится путем создания структуры из набора модулей, в которых реализованы готовые функции.

Достоинства	Недостатки
- простота программирования;	- малая гибкость, обусловленная ограниченным набором функций;

Программируемые логические контроллеры

Это контроллеры, в которых решение задачи достигается путем внутренней организации существующей структуры при помощи программы.

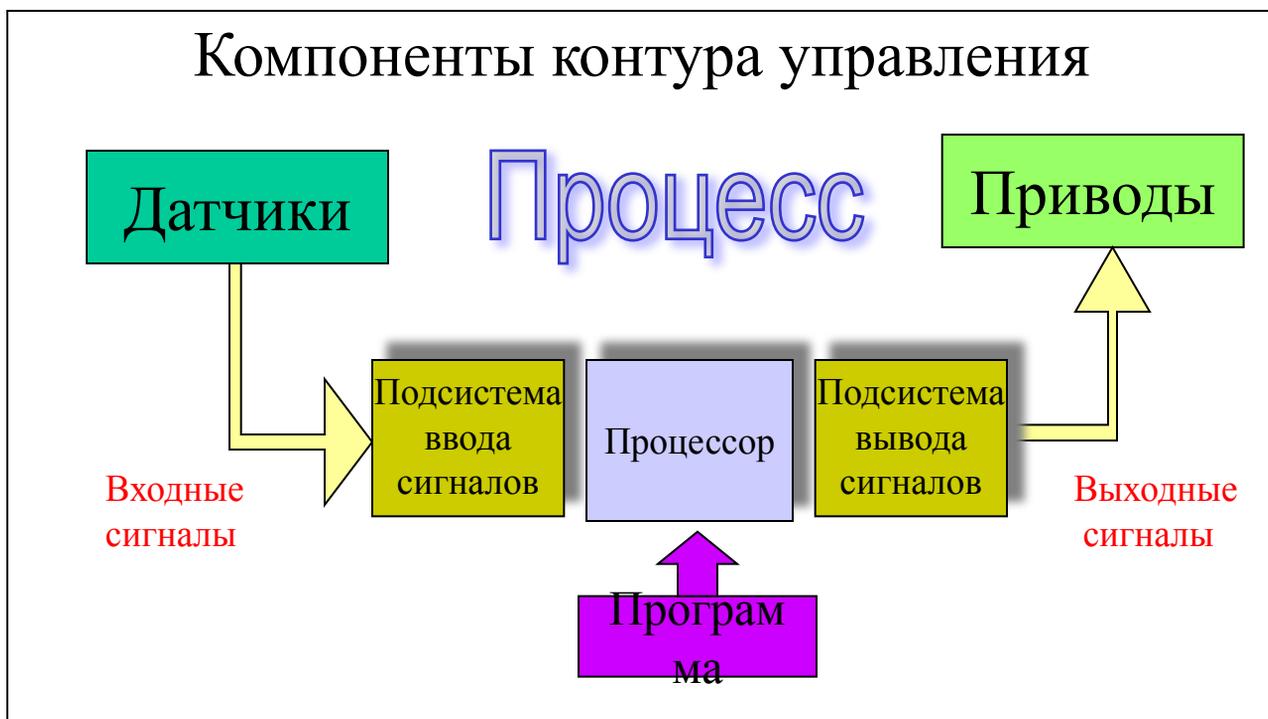
Достоинства	Недостатки
- гибкость решений;	- необходимы знания и навыки составления программ;

РС – совместимые

Основу этого типа контроллеров составляет типовая ЭВМ, доработанная специальными устройствами ввода/ вывода сигналов.

Достоинства	Недостатки
- низкая стоимость;	- необходимы более глубокие знания и навыки составления программ;

Компоненты контура управления



Датчик – конструктивно- автономное средство измерения, размещаемое в месте отбора информации, состоящее из минимально – необходимых звеньев преобразования выполняющее функцию первичного преобразования измеряемой физической величины в электрический сигнал, обладающее однозначной функцией преобразования и взаимосогласованными надежностными и метрологическими характеристиками.

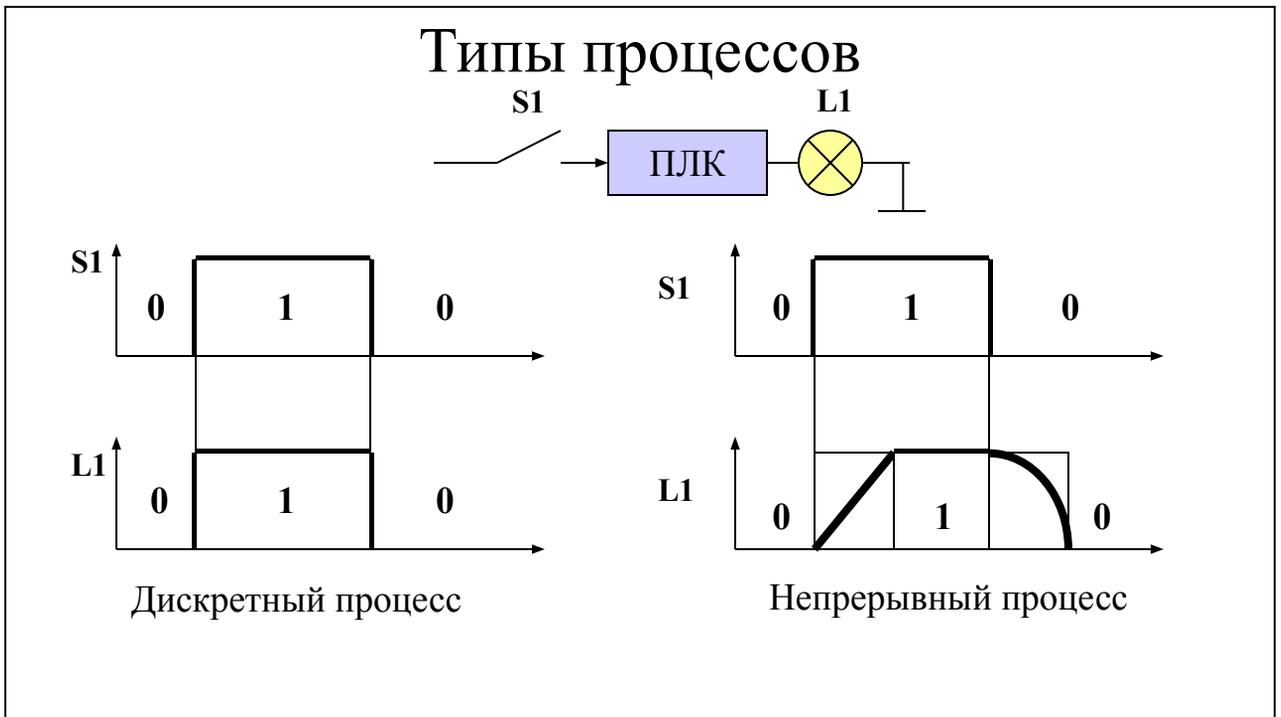
Входные сигналы – электрические сигналы, которые генерируются датчиками при возникновении различных условий. Различают аналоговые, дискретные и импульсные сигналы.

Подсистема ввода сигналов – преобразовывает входной сигнал во внутренний сигнал контроллера.

Процессор – устройство, обрабатывающее информацию, в соответствии с записанной в памяти программой.

Подсистема вывода сигналов – преобразовывает внутренний сигнал контроллера в выходной сигнал управления.

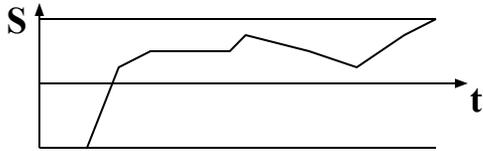
Приводы – набор исполнительных устройств, механизмов и элементов.



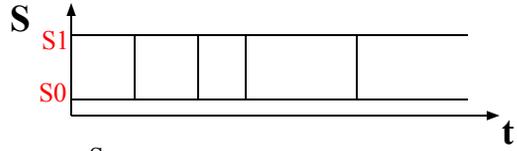
Дискретным называется процесс, который можно описать при помощи системы булевых уравнений. Это уравнения, в которых переменная может принимать два значения: «да» или «нет», «истина» или «ложь», «1» или «0». Т. е. все элементы, участвующие в таком процессе, могут находиться только в двух устойчивых состояниях: «включено» или «выключено».

Непрерывный процесс реализует более сложные законы управления, и состояния элементов уже нельзя описать при помощи системы булевой логики.

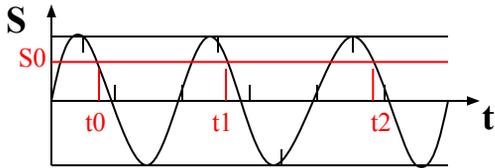
Типы сигналов



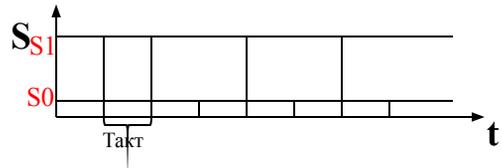
S принимает любое значение, и не зависит от t.



S принимает только заданные значения, и не зависит от t.



S принимает любое значение, в определенные моменты t.



S принимает только заданные значения, на определенных отрезках t.

Сигнал, в котором информационный параметр может принимать любое значение внутри заданного диапазона, вне зависимости от времени называется **аналоговым непрерывным сигналом**.

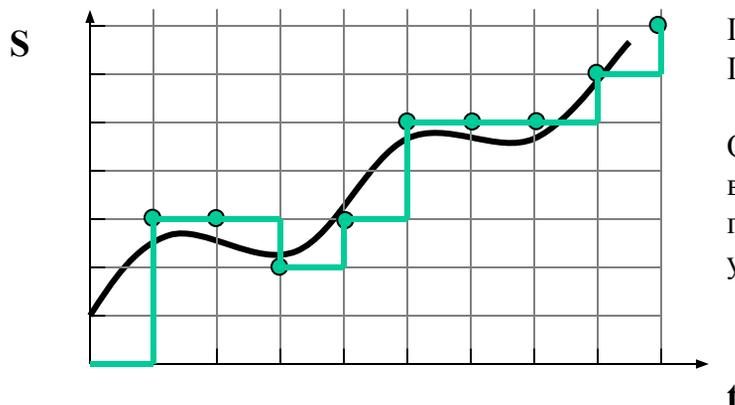
Сигнал, в котором информационный параметр может принимать любое значение внутри заданного диапазона, в определенные моменты времени называется **аналоговым гармоническим сигналом**.

Сигнал, в котором информационный параметр может принимать только заданные значения, вне зависимости от времени называется **дискретным сигналом**.

Сигнал, в котором информационный параметр может принимать только заданные значения, на определенных отрезках времени называется **импульсным** или **цифровым сигналом**.

ПЛК имеет возможность обрабатывать любой из перечисленных типов сигналов, однако «внутри» обработке будут подлежать цифровые сигналы. Поэтому, в структуре ПЛК имеются подсистемы ввода/вывода сигналов, которые позволяют производить различные преобразования.

Аналого- цифровое преобразование



I этап - дискретизация по времени
II этап - квантование по уровню.

Отсчет величины сигнала, снятый в определенный момент времени привязывается к ближайшему уровню квантования.

В ходе АЦП производятся следующие действия:

- через равные промежутки времени производится измерение величины аналоговой составляющей сигнала, тем самым реализуется первый этап АЦП, который называется - дискретизация по времени;
- диапазон изменения величины аналоговой составляющей сигнала разбивается на равные участки, каждый из которых называется уровнем квантования, поэтому этот этап называется - квантование по уровню;
- отсчет величины сигнала, снятый в определенный момент времени привязывается к ближайшему уровню квантования;
- информация об определенном уровне кодируется символами, понятными процессору и передается для обработки.

Системы счисления

Десятичная система

Базовые цифры: 0 ... 9

Число: $\sum_n x * 10^{n-1}$

где n - порядковый № цифры.

$$75 = 7 * 10^1 + 5 * 10^0 = 70 + 5$$

Двоичная система

Базовые цифры: 0 и 1

Число: $\sum_n x * 2^{n-1}$

где n - порядковый № цифры.

$$\begin{aligned} 1101 &= 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = \\ &= 8 + 4 + 0 + 1 = 13 \end{aligned}$$

Двоично - десятичная система

Базовые цифры: 0 и 1

Базовые числа: 0000 ... 1001

Число: $\sum_m Y * 10^{m-1}$,

где n - порядковый № тетрады.

$$0100 \ 1001 = 4 * 10^1 + 9 * 10^0 = 49$$

Шестнадцатеричная система

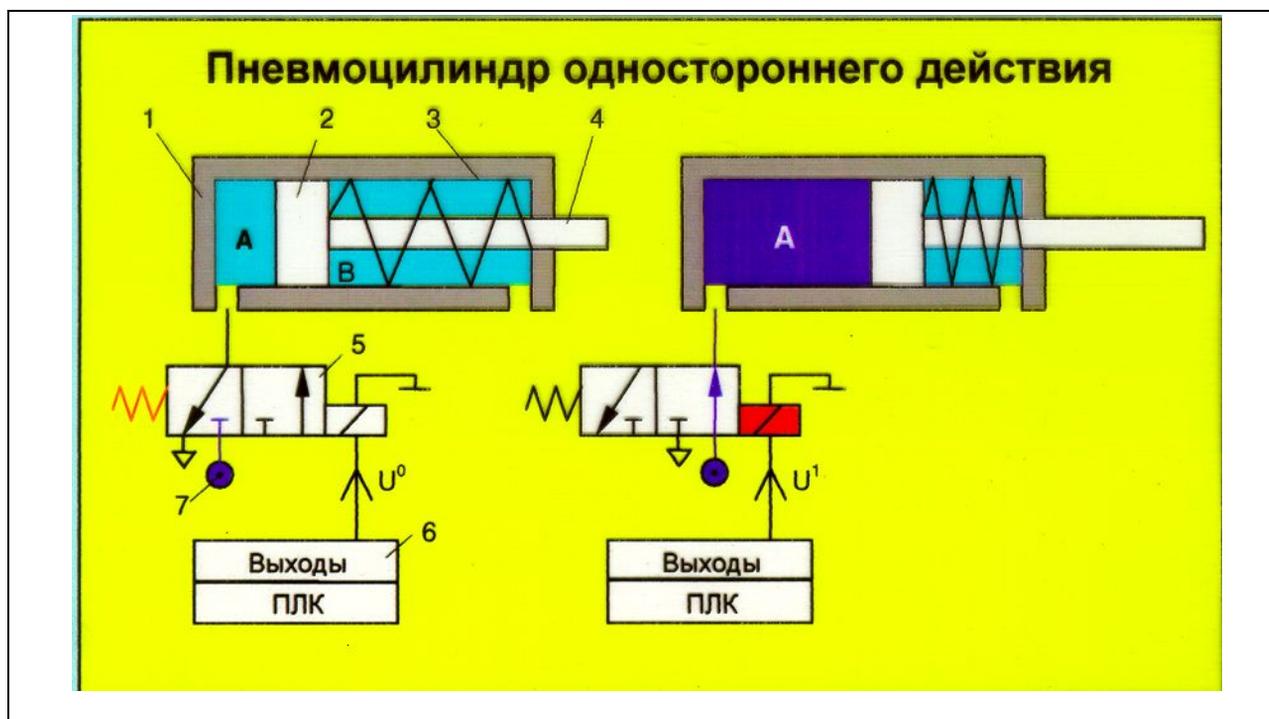
Базовые символы: 0 ... F

Число: $\sum_n x * 16^{n-1}$,

где n - порядковый № символа.

$$75 = 7 * 16^1 + 5 * 16^0 = 112 + 5 = 117$$

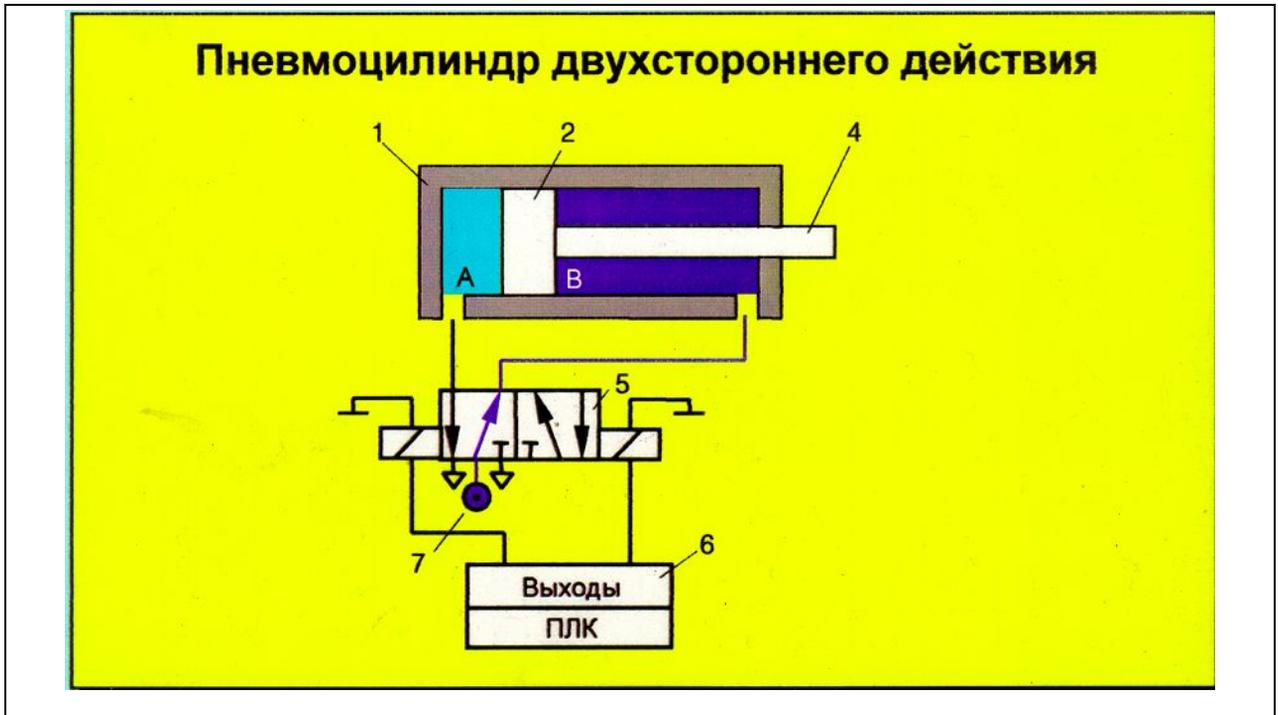
Системы																
Dec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bin	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
BCD	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001						
HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F



Пневмоцилиндр одностороннего действия представляет собой поршень 2 со штоком 4 и возвратной пружиной 3, помещенный в цилиндрический корпус 1.

При подаче в полость А воздуха высокого давления поршень движется вправо, шток выдвигается и приводит в действие рабочий орган объекта управления. При этом воздух из полости В стравливается в атмосферу, а возвратная пружина сжимается. При сбросе давления в полости А возвратная пружина возвращает поршень со штоком в начальное положение.

В качестве интерфейса между пневмоцилиндром и электрической системой управления, представленной программируемыми логическими контроллерами 6, используется пневмораспределитель 5 с электромагнитным приводом. При подаче управляющего сигнала U^1 на привод пневмораспределителя он срабатывает и производит коммутацию потоков рабочего газа – воздуха таким образом, чтобы пневмоцилиндр выполнил рабочий ход. При снятии управляющего сигнала с пневмораспределителя (значение сигнала U^0) шток возвращается в исходное положение.



Пневмоцилиндр двухстороннего действия не содержит возвратной пружины и управляется по двум полостям: поршневой А и штоковой В. Выдвижение штока осуществляется подачей воздуха высокого давления от источника 7 в полость А и соединении полости В с атмосферой. Для возвращения штока воздух подается в полость В, а из полости А давление сбрасывается, т.е. перепад давления на поршне 2 изменяется на противоположный.

В качестве интерфейса между пневмоцилиндром и электрической системой управления, представленной программируемыми логическими контроллерами 6, используется пневмораспределитель 5 с двумя электромагнитными приводами которые могут быть двух типов: импульсный и со средней точкой. Независимо от типа распределителя сигналы должны формироваться в противофазе, по отношению друг к другу, а шток будет перемещаться в соответствии с таблицей.

U вх. 1	1	0	0	0
U вх. 2	0	0	1	0
Имп.	→ Двигается вправо	→ Двигается вправо	← Двигается влево	← Двигается влево
Ср. П.	→ Двигается вправо	→× Останавливается	← Двигается влево	×← Останавливается



Датчик – самостоятельное, конструктивно – автономное средство измерения, размещаемое в месте отбора информации и исполняющее функцию преобразования измеряемой физической величины в электрический сигнал, состоящее из минимально необходимых звеньев преобразования, и обладающее взаимосвязанными метрологическими и надежными характеристиками.

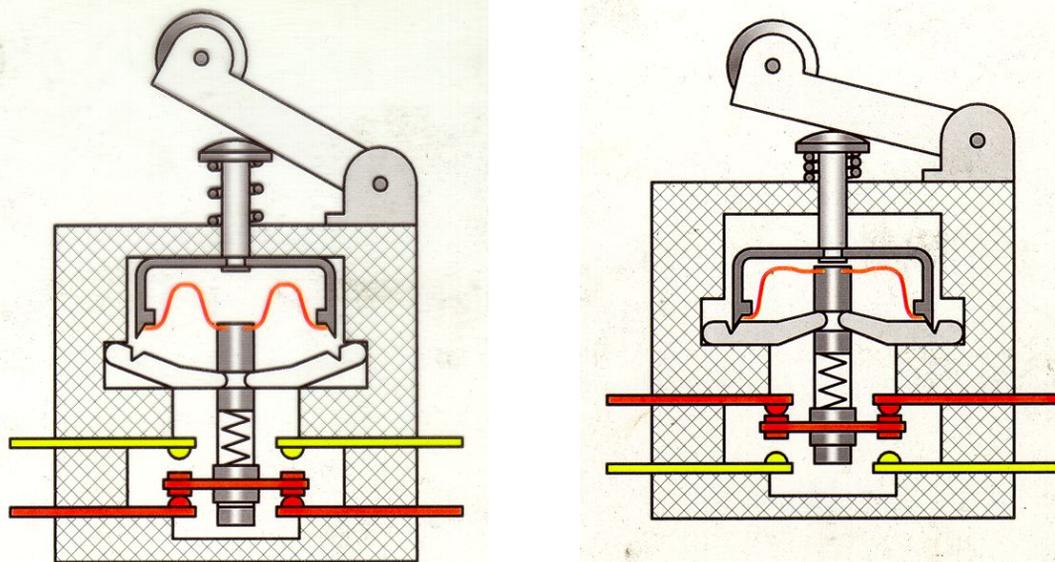
Звено восприятия входного воздействия – обеспечивает выбор, из совокупности поступающих на датчик физических воздействий, тот параметр, который измеряет или определяет данный датчик;

Звено защиты – обеспечивает работоспособность датчика при изменении параметра в заданном рабочем диапазоне и его отключение с недопущением выхода из строя, если величина измеряемого параметра выходит за границы рабочей области;

Звено преобразования – это элемент, преобразующий физический параметр в пропорциональный электрический;

Звено согласования – формирует на выходе электрический сигнал заданной характеристики для выдачи непосредственно на программируемый контроллер.

Электромеханический концевой выключатель

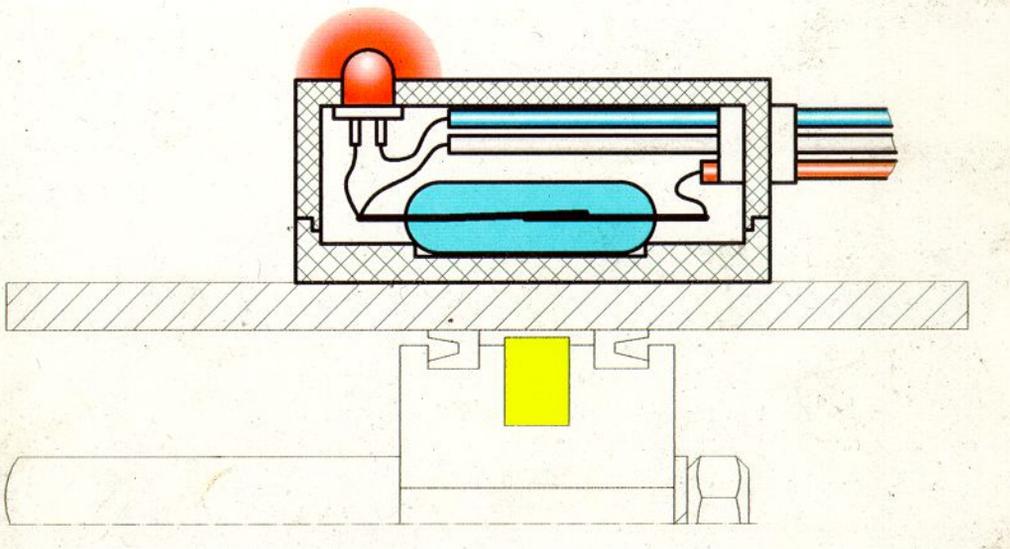


Механический датчик положения содержит контактную группу, состоящую из неподвижных и подвижных контактов, помещенных в корпус.

Подвижные контакты, закрепленные на штоке, могут прижиматься либо к входным неподвижным контактам, либо к нижним, осуществляя коммутацию электрических цепей.

Работает датчик следующим образом. При нажатии на нажимной элемент «щелкающая» мембрана, деформируясь, поднимает шток и подвижные контакты прижимаются к контактам. При отпускании нажимного элемента «щелкающая» мембрана возвращается в исходное положение под действием пружины и опускает шток вниз, переключая контакт. Пружина служит для компенсации возможных зазоров и повышения надежности работ.

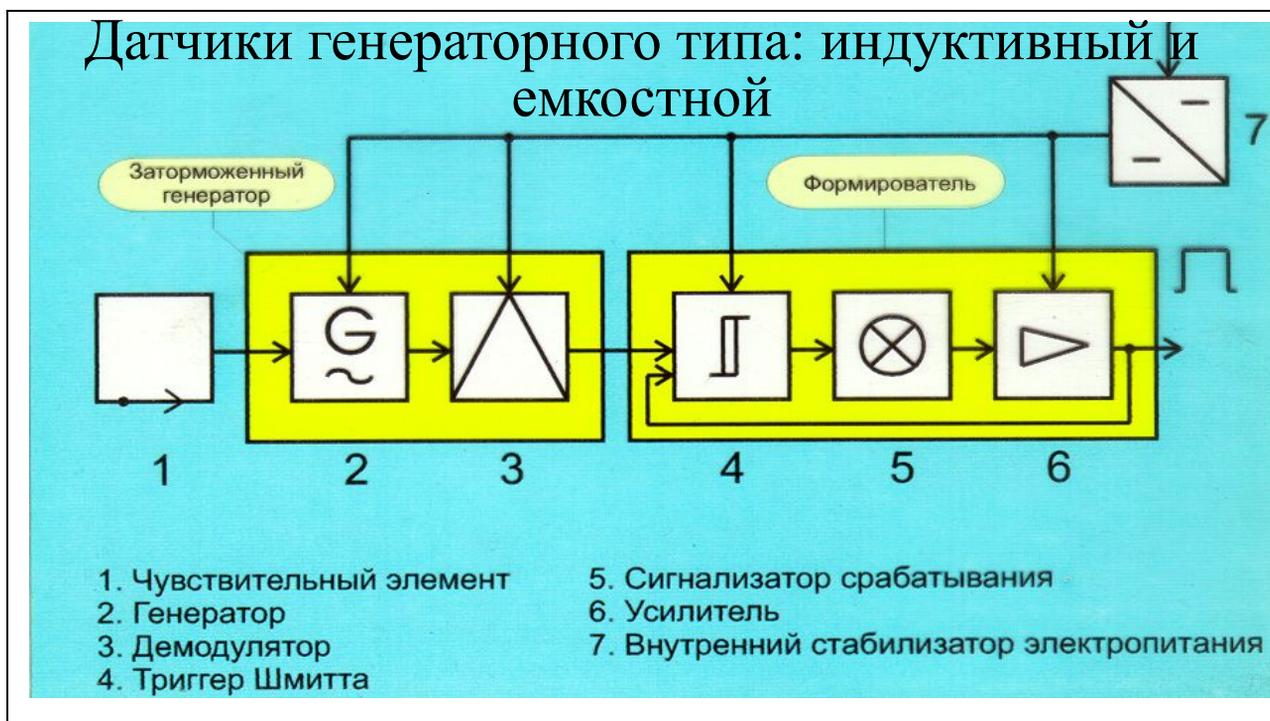
Герконовый путевой выключатель



Основой магнитного выключателя является геркон (герметичный контакт), размещенные в корпусе. Геркон представляет собой герметичную стеклянную капсулу, в которую впаяны контакты из магнитомягкого материала. Они могут быть нормально разомкнутыми или представлять собой переключающую контактную группу.

Работает датчик следующим образом. В исходном положении, когда магнит находится далеко от геркона, его контакты разомкнуты.

При приближении магнита к геркону его контакты упруго деформируются под действием магнитного поля и замыкаются, осуществляя тем самым коммутацию. О срабатывании датчика может свидетельствовать загорание светодиода, который подключается контактами геркона к внешнему источнику тока.



Принцип работы дискретного датчика генераторного типа основан на срыве колебаний генератора при изменении параметров колебательного контура под воздействием изменяемой величины. Такими параметрами являются индуктивность катушки и емкость конденсатора контура индуктивного и емкостного датчиков, соответственно. Генераторный датчик содержит чувствительный элемент 1, входящий в состав заторможенного генератора I и формирователь и (см. рисунок).

Генератор 2 находится в ждущем режиме и запускается только тогда, когда один из параметров колебательного контура (L или C) достигает определенного значения. Переменное напряжение с выхода генератора выпрямляется в демодуляторе 3 и поступает на формирователь, который формирует выходной сигнал высокого уровня. В состав формирователя входит пороговый элемент - триггер Шмитта 4 и усилитель 6. Для контроля работы датчика служит сигнализатор срабатывания 5. Питается датчик от внешнего источника тока с использованием внутреннего стабилизатора 7.

Изменение индуктивности контура в индуктивном датчике происходит при приближении индуктивного датчика к проводящему предмету, изменяющему магнитное поле катушки.

Изменение емкости конденсатора в емкостном датчике также происходит при приближении к проводящему предмету. При этом уменьшается зазор A и емкость конденсатора увеличивается.

Датчики волнового типа: оптический и звуковой



Волновые дискретные датчики используют электромагнитное и акустическое волновые поля для детектирования взаимного положения объектов. Принцип их действия основан на отражении и поглощении волн объектами.

Блок схема волновых датчиков содержит первичный преобразователь I и формирователь II (см. рисунок). Формирователь выполняет те же функции, что и в датчиках генераторного типа - формирует выходной сигнал, соответствующий двум логическим уровням, и индуцирует срабатывание датчика.

Основным узлом волновых датчиков является первичный преобразователь, воспринимающий измеряемую величину и преобразующий ее в электрический сигнал, Первичный преобразователь оптического датчика содержит импульсный генератор 1, светодиод 2 и фотодиод 3. Каждый импульс генератора сопровождается импульсом света от светодиода. Этот световой импульс, распространяясь в окружающей среде, испытывает отражение от твердых тел или поглощается ими, что и используется для реализации оптических датчиков.

В акустическом датчике в окружающую среду излучаются ультразвуковые импульсы с частотой 30-140 кГц. Излучателем является пьезоэлемент 4, который одновременно является и приемником отраженной акустической волны. Причем фазы излучения и приема чередуются, периодически повторяясь с частотой тактового генератора 5. При приближении к препятствию амплитуда отраженного импульса становится достаточной для принудительного запуска генератора, что сопровождается возникновением автоколебаний. Частота автоколебаний лежит в пределах 1 - 100 Гц и увеличивается с приближением к препятствию. Демодулятор 6 выпрямляет переменное напряжение и выходной сигнал с первичного преобразователя поступает на формирователь.



Считывание цифровых входов

В начале цикла считываются текущие значения цифровых входов и затем записываются в область отображения процесса на входах.

Обработка программы

В этой фазе цикла CPU обрабатывает программу от первой до последней операции. Во время обработки главной программы или программы обработки прерываний Вы можете прямо обращаться к входам и выходам и таким образом управлять ими.

Обработка коммуникационных запросов

В этой фазе цикла CPU обрабатывает все сообщения, принятые через коммуникационный порт.

Проведение самодиагностики в CPU

В этой фазе цикла CPU проверяет программы в ПЗУ, память программ и состояние модулей расширения.

Запись на цифровые выходы

В конце цикла значения из области отображения процесса на выходах записываются на цифровые выходы.

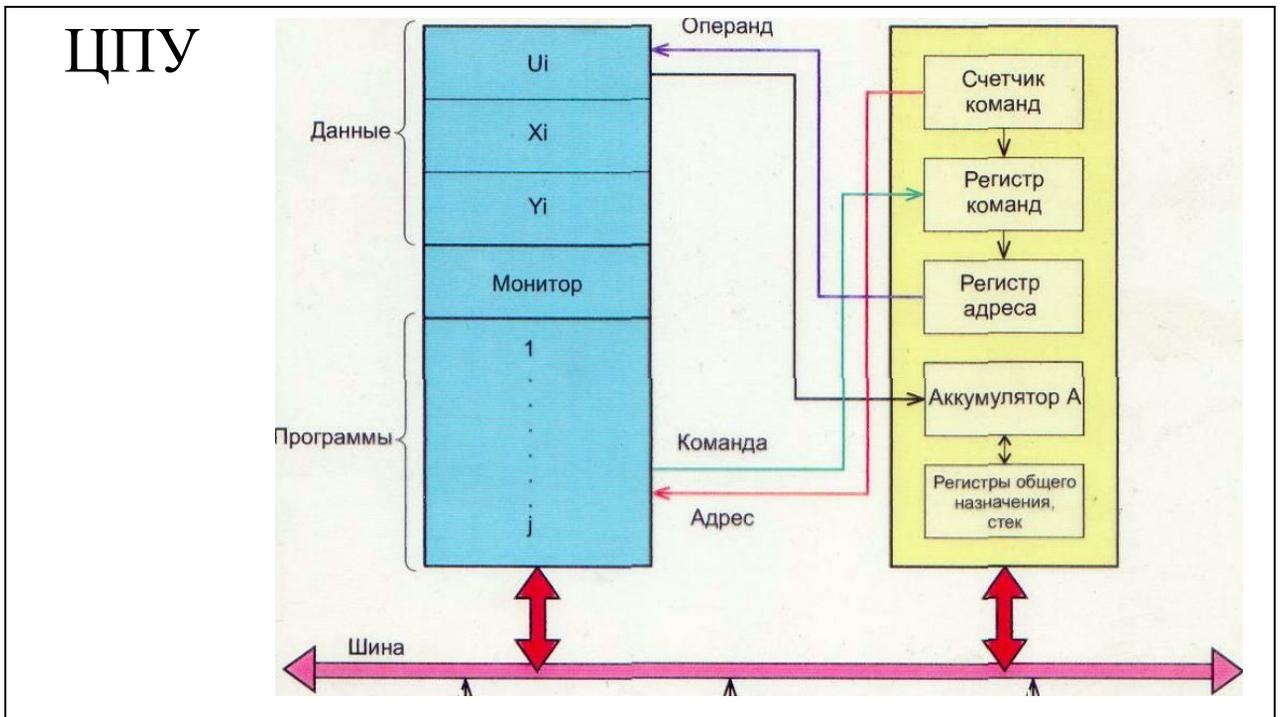
Типовые функции и скан работы ПЛК



Можно выделить ряд типовых функций, т.е. тех действий, которые выполняет любой ПЛК, независимо от его возможностей :

1. Управление работой объекта;
2. Выполнение самодиагностики с индикацией и локализацией отказов;
3. Обмен данными между контроллерами разных уровней управления и системой визуализации.

Каждая из этих функций по своему важна, но все они одновременно выполняться не могут. Поэтому, работа контроллера построена по принципу их многократного исполнения. При включении в работу, системная программа запускает сторожевой таймер (WDT), с помощью которого постоянно контролируется время цикла, для предотвращения потери управления в случае «зависания» ПЛК. После этого происходит считывание состояния входов и запись информации в память контроллера. По окончании процесса записи управляющая программа опрашивает состояние входных битов и в соответствии с заданным алгоритмом устанавливает в 1 или 0 выходные биты в памяти. После исполнения программы ПЛК проводит самодиагностику и обмен данными, и наконец, на выходные устройства подаются сигналы в соответствии с состоянием связанных с ними битов. Однократный цикл работы называется сканом, а характеристика «время скана», определяет время реакции системы на входное воздействие.



Центральная память содержит данные и программы, управляющие работой и поставляемые изготовителем, а также прикладные программы. В отличие от других устройств программируемой логики центральная память ПЛК специализирована. Она разделена на фиксированные области, используемые для хранения конкретных типов информации. В частности, область данных разделяется на участки, в которых хранятся значения входных сигналов контроллера (U_i), значения промежуточных переменных (X_i), значения выходных величин, которые должны быть переданы к исполнительным устройствам (Y_i) и т.д. В ПЛК, выполняющих только логические функции, область данных организована в битах. У более совершенных контроллеров эта область памяти организована в словах.

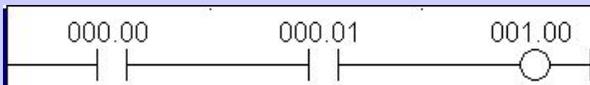
В области монитора заложен весь комплекс программ, созданных изготовителем для управления контроллером.

Специализация памяти позволяет полностью освободить пользователя от операций управления входами/выходами в его прикладной программе. Эту задачу, в частности, выполняет монитор, обеспечивая неявный характер команд входа/выхода. Это является значительным преимуществом ПЛК по сравнению с другими программируемыми устройствами логического управления.

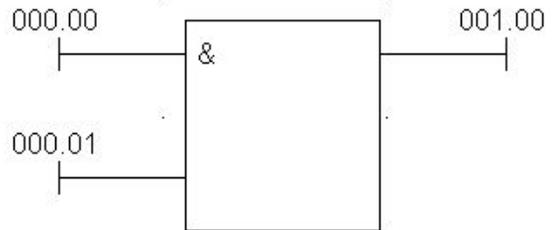
В состав **центрального процессора** входят различные регистры, участвующие в процессе обработки информации. К части из них, которые называются регистрами общего назначения, пользователь имеет доступ для выполнения команд. Особое место среди регистров общего назначения занимает аккумулятор (или накопительный регистр), который служит для размещения одного из операндов, или данных, т.е. исходной информации, подлежащей обработке, а также результата операции.

Языки программирования

Ladder Diagram



Function Plan



Statement List Editor

```
LD    000.00
AND   000.01
OUT   001.00
```

Программное обеспечение контроллера включает в себя несколько языков программирования, которые могут использоваться в зависимости от индивидуальных предпочтений и знаний. Программу, созданную на языке STL, с соблюдением специфических правил, можно затем преобразовать в программу на другом языке программирования. В свою очередь, программу, созданную на любом языке программирования можно всегда преобразовать в STL.

Ladder Diagram

Контактная схема подобна схеме электрической цепи. Используются, например, такие символы как контакты и катушки. Этот язык программирования рассчитан на тех, кто привык работать с электрическими схемами.

Function Plan

Язык функциональных схем, для обозначения конкретных функций использует прямоугольники. Символ в прямоугольнике указывает на функцию (например, &-логическая функция И). Этот язык программирования имеет то преимущество, что с ним может работать даже, например, инженер – технолог.

Statement List

Список инструкций, содержит команды. На STL Вы можете довольно свободно программировать (в частности, можно написать программы, не доступные на других языках), хотя этот язык не предоставляет наглядности по сравнению с остальными. Этот язык предпочитают более опытные программисты.

