

Тема 1. ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

Под механизацией производства понимают частичную или полную замену мускульного труда человека машинным с сохранением непосредственного участия человека в управлении процессом и контроля за его выполнением.

Под автоматизацией производства понимают частичное или полное освобождение человека не только от мускульного труда, но и от участия в оперативном управлении технологическим процессом.

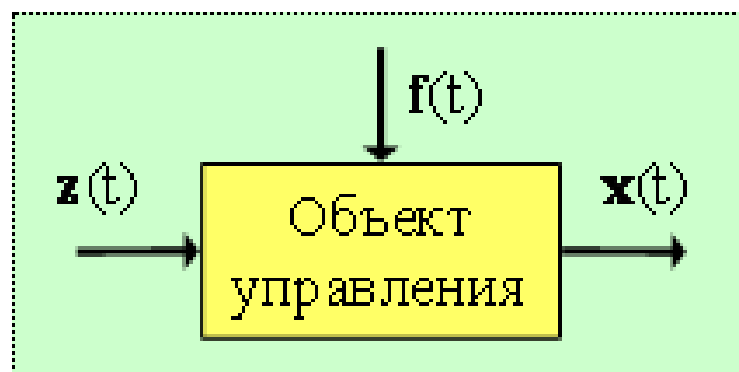
Автоматика – отрасль науки, охватывающая совокупность технических средств и методов, обеспечивающих автоматизацию технологических процессов путем установления связей между устройствами, осуществляющими этот процесс.

Управление – процесс воздействия на объект с целью привести его в желаемое состояние или положение.

Объект, нуждающийся в специально организованном управляющем воздействии для успешного взаимодействия с другими объектами, называют **объектом управления** (например, станок, двигатель, цех, завод).

Для технического устройства, например, сварочного источника питания, регулируемой переменной величиной может быть напряжение на его выходных клеммах в зависимости от тока процесса сварки; для производственного участка или цеха – объем выпускаемой им промышленной продукции.

К объекту управления приложено два вида воздействий: корректирующее, управляющее воздействие извне $z(t)$ и возмущающее $f(t)$; состояние объекта характеризуется переменной $x(t)$



Сигналы в объекте управления

Изменение регулируемой величины $x(t)$ обуславливается как управляющим воздействием $z(t)$, так и возмущающим, или помехой, $f(t)$.

Воздействия, прикладываемые к объекту управления с целью изменения управляемой величины в соответствии с требуемым законом, а также для компенсации влияния возмущений на характер изменения управляемой величины, называются **управляющими**.

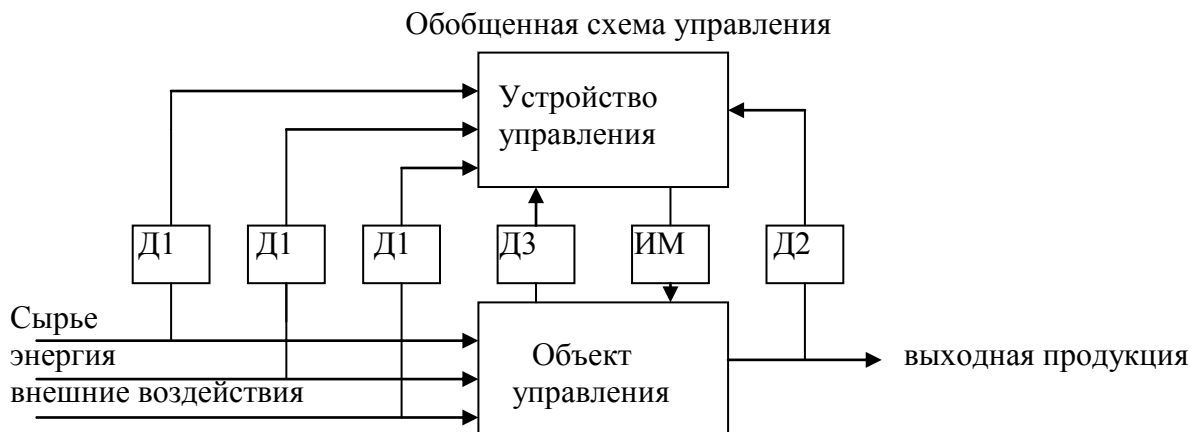
Возмущающим называется такое воздействие, которое нарушает требуемую функциональную связь между регулируемыми или управляемыми переменными и управляющим воздействием. Если возмущение характеризует действие внешней среды на объект, то оно называется **внешним**. Если это воздействие возникает внутри объекта за счет протекания нежелательных, но неизбежных процессов при

его нормальном функционировании, то такие возмущения называются **внутренними**.

Для управления объектом управления необходимо иметь:

1. **алгоритм управления** - набор правил, позволяющих достигнуть поставленной цели управления в различных ситуациях
2. **устройство управления** - устройство, создающее управляющее воздействие в соответствии с алгоритмом

Совокупность объекта управления и устройства управления, взаимодействие которых приводит к выполнению поставленной цели управления, называется **системой управления**.



Д1-Д3 – датчики –приборы, которые воспринимают воздействия изменяемого или управляемого параметров и преобразуют его в выходной сигнал для УУ

ИМ – исполнительный механизм – устройство непосредственно передающее воздействие от УУ на объект управления

На производстве все технологические процессы являются объектами управления, управление которыми осуществляется по заданному алгоритму.

Технологический процесс (ТП) – совокупность технологических операций проводимых над исходным сырьем для получения какого-либо продукта обладающего заданными свойствами.

По характеру ТП делятся на:

ТП	Характеристика
Непрерывный	конечный продукт вырабатывается до тех пор, пока поступают сырье, энергия, действуют управляющие воздействия (например, добыча нефти)
Периодический	в течении короткого промежутка времени (часов или дней) вырабатывается определенное количество продукции (например, выпечка хлеба)
дискретный	конечный продукт является результатом сборки заданного количества компонентов (например, сборка автомобиля)

Тема 2. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Системы управления делятся на 3 класса

СУ	Характеристика
неавтоматические системы управления	в таких системах человек сам оценивает как под влиянием внешних воздействий изменяются траектория, график движения или режим работы объекта управления и при помощи органов управления компенсирует возникающие в работе объекта отклонения
автоматизированные системы управления	сбор и обработка информации, необходимой для выработки управляющих воздействий, осуществляется автоматически, при помощи соответствующей аппаратуры и вычислительных машин, а решение, необходимое в возникшей ситуации принимает человек.
автоматические системы управления (АСУ)	все операции, связанные с процессами управления (получение информации о поведении и состоянии объекта управления, формирование управляющих сигналов, обработка этих сигналов органами управления) осуществляется автоматически без непосредственного участия человека, но в соответствии с заложенными в АСУ программами.

В системах управления решаются 4 основных типа задач управления:

Задача	Характеристика
регулирование (стабилизация)	поддержания параметров системы – управляемых величин – вблизи некоторых неизменных заданных значений несмотря на действие возмущений, влияющих на задания, с помощью активной или пассивной защиты. <i>Пассивная защита</i> заключается в придании объекту таких свойств, чтобы зависимость параметров от внешних воздействий была мала (например, антикоррозийное покрытие деталей машины). <i>Активная защита</i> предполагает выработку управляющих воздействий, противодействующих возмущению (например, поддержание температуры подогревом или охлаждением)
выполнение программы	возникает в случаях, когда заданные значения управляемых величин изменяются во времени известным способом (например, при выполнении работ по графику).
слежение	поддержание как можно более точного соответствия управляемого параметра текущему состоянию системы, меняющемуся непредвиденным образом (например, управление производством в условиях изменения спроса на продукцию).
оптимизация	установление наилучшего режима работы или состояния управляемого объекта.

Автоматическая система представляет собой совокупность взаимодействующих между собой объекта и устройства, осуществляющих выполнение в заданной последовательности технологического процесса без непосредственного участия человека.

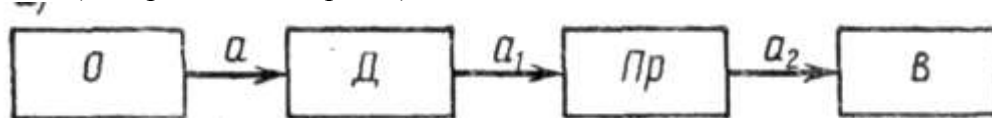
Автоматические системы могут быть описаны математически алгоритмом функционирования. В производственных условиях встречаются алгоритмы контроля, управления и регулирования.

I. Системы автоматического контроля.

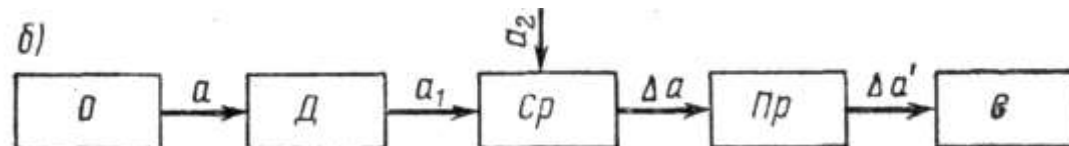
Осуществляет контроль параметров технологического процесса без участия человека.

Контролируемый параметр a объекта O измеряется датчиком D и, преобразованный в удобную форму a_1 , передается на промежуточные элементы P_p , в которых усиливается, вновь

преобразовывается в a_2 таким образом, чтобы обеспечить нормальную работу воспроизводящего элемента B (измерительного органа).



Если воспроизводящий элемент будет непрерывно показывать или записывать фактическое значение контролируемой величины, то такая система называется САИ — *система автоматического измерения*.



Если воспроизводящий элемент будет сигнализировать об изменении величины контролируемого параметра, то такая система называется САС — *системой автоматической сигнализации*.

По количеству источников первичной информации (контролируемых параметров) различают следующие *формы автоматического контроля*:

единичный (одноточечный) — контроль только одного параметра процесса в одном месте и

множественный (многоточечный) — контроль многих параметров или одного параметра в нескольких местах по ходу производственного процесса.

В зависимости от места расположения датчиков и воспроизводящих элементов относительно объекта контроля автоматический контроль делят на локальный (местный) и дистанционный (на расстоянии).

II. Системы автоматического управления

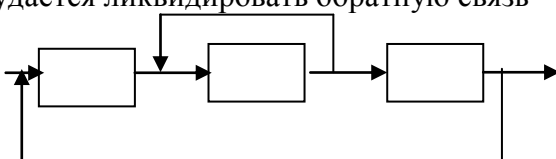
Совокупность внешних организованных воздействий на объект, обеспечивающих изменение состояния или движения системы по заданному алгоритму (программе)

В САУ различают внешнее воздействие (воздействие внешней среды) внутренние (оказываемое одной частью системы на другую).

Части системы, по которым передается информация, называются цепью воздействия.

По виду цепи воздействия САУ делятся на

САУ (АСУ)	Характеристика
система разомкнутого цикла	система, в которой для формирования управляющих воздействий не используется информация о значениях, которые управляемые величины принимают в процессе управления Такая система мало помехозащищена и применяется только тогда когда помеха невелика. <pre> graph LR In[] --> B1[] B1 --> B2[] B2 --> B3[] </pre> Обеспечивают возможность быстрой перестройки сварочного процесса при переходе от одного типоразмера к другому, простой сменой программы, что наиболее полно отвечает требованиям индивидуального и мелкосерийного производства.

система замкнутого цикла	система, в которой для формирования управляющих воздействий используется информация о значениях, которые управляемые величины принимают в процессе управления Применяется если появляется измерительный элемент с помощью которого удастся ликвидировать обратную связь  Характеризуется тем, что между входными и выходными величинами всех элементов системы существует непрерывная функциональная связь. Системы такого вида называются непрерывными системами автоматического регулирования.

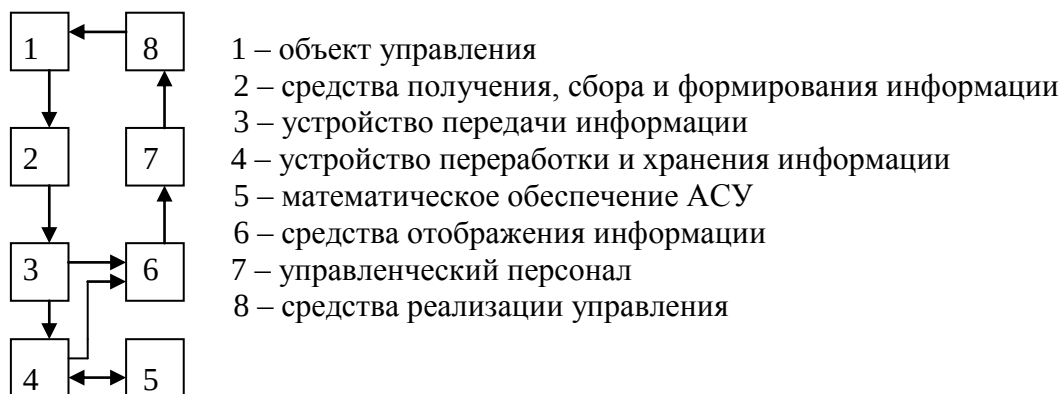
Обратная связь – воздействие подаваемое с выхода того или иного элемента на вход этого же или одного из предыдущих элементов.

Обратная связь, увеличивающая влияние входного воздействия на управляемые параметры системы, называется положительной, уменьшающая влияние входного воздействия – отрицательной.

Временное программирование последовательности основных операций сварочного цикла широко применяется при автоматизации различных способов сварки. Объектами программного управления могут быть перемещение источника нагрева, подача присадочного материала при сварке, изменение сварочного тока при контактной сварке, перемещение свариваемых деталей. Операции зажигания дуги и заварка кратера программируются при согласованном изменении скорости подачи электрода и момента включения источника питания.

Разомкнутые системы применяются при наплавке сложных поверхностей штампов, где программируется по трем координатам перемещение наплавочной головки.

АСУ объединяет объект управления и автоматическое управляющее устройство, на основе которых строится автоматический комплекс.



1 - Объекты управления условно классифицируются на технологические процессы (ТП), производства, предприятия, отрасли и подотрасли.

8 - Средства реализации управления – исполнительные механизмы, электроприводы.

САР	Задача
<i>системы стабилизации</i>	с заданной точностью поддерживается постоянство регулируемой величины при всех имеющих место внешних воздействиях.
<i>системы программного управления</i>	все изменения регулируемой величины заранее известны и ликвидируются с помощью программ.

следящие системы	регулируемая величина следит за всеми изменениями переменного задания, которое снимается с эталона.
------------------	---

Характеристики САР:

Характеристика	Определение
качество процесса регулирования	характеризуется тем на сколько действительный процесс близок к желаемому
точность регулирования	характеризуется отклонением в установившемся режиме
устойчивость	свойство системы возвращаться в установившееся состояние после того как она была выведена из него каким-либо внешним возмущением

ИЕРАРХИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

I. По функциям

1. Административно-организационные
 - А) АСУ предприятия
 - Б) отраслевые АСУ
2. Технологические
 - А) ГПС – гибкие производственные системы
 - Б) АСК- автоматизированные системы контроля качества продукции
 - В) СЧПУ – системы управления станками с числовым программным управлением
3. Интегрированные

II. По возможностям информационного сервиса

1. информационные АСУ
2. информационно-советующие АСУ
3. управляющие АСУ
4. самонастраивающиеся АСУ
5. самообучающиеся АСУ

III. По типу управления

1. АСУ ТП
2. АСУ производством
3. АСУ отраслью
4. ГАП

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Является основой для автоматизации процесса изготовления изделий.

Решаемые задачи:

- сбор, обработка и хранение информации о состоянии объекта,
- сигнализация текущих и прогнозирование будущих состояний объекта,
- нахождение оптимальных управляющих воздействий,
- выдача информации и состоянии ТП.

АСУ производством объединяет несколько АСУ ТП.

Решаемые задачи:

- разработка новых изделий;
- определение технологии изготовления изделий;
- расчет пропускной способности оборудования;
- учет процесса производства;
- контроль за расходом сырья и комплектующих;
- расчет издержек производства;
- расчет технико-экономических параметров;

Цели внедрения:

- повышение эффективности принимаемых решений;
- повышение производительности труда.

АСУ отрасли объединяет несколько предприятий.

Решаемые задачи:

- учет и распределение фондов на средства производства и материалы,
- анализ и составление отчетности,
- расчет и распределение фондов стимулирования и капиталовложений,
- контроль за исполнением решений.

Тема 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Приборы и устройства, входящие в блоки систем автоматики, а также элементы, связывающие их, называются **техническими средствами**.

Классификация технических средств

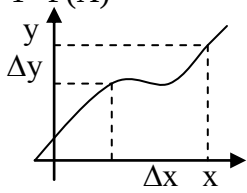
- I. роль по отношению к потоку информации в системах управления
 1. для получения контрольной информации об изменении параметров технологического процесса (датчики)
 2. для переработки и передачи информации на необходимое расстояние (промежуточные элементы)
 3. для получения, преобразования, обработки, хранения и сравнения контрольной информации с программой, а также выработки управляющей информации (задающие и программные устройства)
 4. для использования командной информации и воздействия на процесс производства (исполнительные устройства)
- II. род используемой энергии
 1. Электрические
 2. Пневматические
 3. Гидравлические
 4. Механические

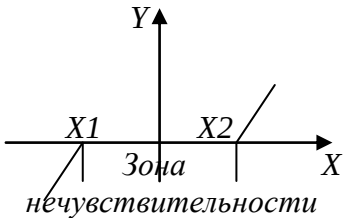
I. ДАТЧИКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Датчик – элемент автоматики, который воспринимает физическую величину измеряемого или регулируемого параметра процесса или объекта управления, преобразует его в выходной сигнал, удобный для усиления и передачи на расстояние.

Датчики часто называют электрическими преобразователями, измерительными или чувствительными элементами.

Характеристики датчиков

Характеристика	определение	График, формула
<i>статическая характеристика</i>	зависимость выходной величины Y от входной величины X	$Y=F(X)$ 
<i>статическая чувствительность</i>	отношение выходной величины Y к входной величине X	$S_{\text{стат}}=Y/X$

<i>динамическая чувствительность</i>	показывает, во сколько раз приращение выходной величины больше или меньше приращения входной величины	$S_{дин} = \Delta Y / \Delta X$
<i>порог чувствительности</i>	наименьшее значение входной величины, которое вызывает появление выходной величины	
<i>инерционность</i>	характеризуется отставанием изменения выходной величины Y от изменения входной величины X	
<i>погрешность</i>	отклонение от расчетной характеристики в следствии влияния внутренних (износ, старение датчика) и внешних (изменение условий эксплуатации) воздействий.	

Датчики можно классифицировать:

- I. по выходному сигналу (электрические, пневматические, гидравлические, механические)
- II. по виду преобразования (безынерционные, инерционные)
- III. по принципу действия
 1. параметрические – в которых происходит преобразование входной величины X в выходную величину Y , являющуюся параметром электрической цепи RLC
 - а) датчики активного сопротивления R
 - б) датчики реактивного сопротивления LC
 2. генераторные – в которых происходит преобразование входной величины X в выходную величину Y , являющуюся изменением выходного тока или напряжения.
- IV. по роду физических величин
 - механические
 - электрические
 - акустические
 - газовые
 - тепловые
 - оптические
 - жидкостные
 - датчики состава и свойства вещества



Название	Принцип действия	Область применения
Контактные датчики	Механическое перемещение узла объекта управления преобразуется в изменение активного сопротивления (замкнутое или разомкнутое сопротивление контактов)	Конечные выключатели двигателей, перемещающих узлы оборудования; контроль геометрических размеров и числа изделий
Реостатные (потенциометрические) датчики	Угловое или линейное перемещение узлов объекта преобразуется в изменение активного сопротивления электрической цепи	Измерение линейных перемещений и углов поворота различных механизмов и приборов
Индуктивные датчики	Механическое перемещение узла объекта управления преобразуется в изменение реактивного сопротивления индуктивной катушки дросселя	Измерение механических перемещений
Емкостные датчики	Изменение контролируемой величины вызывает изменение емкостного сопротивления. Преобразование механических перемещений производится изменением диэлектрической проницаемости зазора между пластинами конденсатора	Измерение линейных и угловых перемещений; геометрических размеров деталей; уровня жидкостей, не проводящих электрический ток; размеров диэлектрика
Электронные	Механическая величина воздействует на подвижный электрод лампы, который перемещается относительно неподвижного. При этом изменяется электронный ток лампы	Измерение напряжения и тока.
Пневматические и гидравлические датчики перемещения	Сужающие устройства в потоке газа или жидкости, изменяющие сечения потока в зависимости от перемещения	Преобразование линейных или угловых перемещений в пропорциональные пневматические сигналы
Тензометрические датчики	Механические напряжения в массе исследуемого объекта преобразуются в изменение активного сопротивления проводника датчика. В основе работы лежит явление тензоэффекта, которое заключается в изменении активного сопротивления проводников при их механической деформации	Измерение деформаций и напряжений в механических конструкциях
Пьезоэлектрические датчики	Переменные механические силы, действующие на датчик, преобразуются в электрический заряд. В основе работы лежит явление прямого пьезоэффекта, которое заключается в том, что некоторые материалы при воздействии на них механических нагрузок образуют на гранях своих поверхностей электрические заряды.	Измерение характеристик быстропротекающих процессов, вибраций, переменных давлений, усилий
Термодатчики: терморезисторы и термисторы	Изменение температуры окружающей среды вызывает значительные изменения активного сопротивления проводникового или полупроводникового термочувствительного элемента	Системы контроля и регулирования температур
Термоэлектрические датчики	Изменение температуры тела преобразуется в изменение электродвижущей силы – ЭДС. В основе работы лежит явление <i>термоэлектрического эффекта</i> . В контуре, состоящем из двух разнородных по материалу проводников, места соединений которых	Измерение температур

	нагреты до различных температур, возникает термоэлектрическая сила, знак и величина которой зависят от природы материалов и разности температур	
Тахометрические датчики	Механическое перемещение преобразуется в электрический сигнал	Контроль частоты вращения различных двигателей
Фотодатчики	Неэлектрические величины преобразуются в электрический сигнал	Преобразование механических перемещений; скорости вращения тел; размеров и количество движущихся предметов; освещенности; прозрачности жидкой и газовой сред.

II. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Промежуточные элементы преобразовывают выходной сигнал датчика в сигнал, который обеспечивает алгоритм функционирования АСУ, с помощью преобразования рода энергии сигнала, его формы, усиления и распределения.

Усилителем называется устройство, предназначенное для увеличения уровня или мощности сигнала (напряжения или тока в электрических системах, давления или расхода в пневматических и гидравлических системах) за счет энергии вспомогательного источника. Усилители бывают электромашинные, магнитные, электронные (ламповые и полупроводниковые), гидравлические и пневматические.

<i>Электромашинные усилители.</i>	Представляют собой генератор переменного тока, работающий от вспомогательного двигателя. Управление напряжением генератора осуществляется путем изменения тока в обмотке возбуждения. Ток подлежащий усилению, подводится к обмотке возбуждения, а усиление мощности происходит за счет первичного двигателя, приводящего генератор во вращение. Нагрузкой генератора может быть цепь исполнительного электродвигателя с независимым возбуждением или его обмотка возбуждения.
<i>Магнитные усилители.</i>	Применяются для автоматического управления процессами пуска и торможения, для регулировки скорости асинхронных двигателей постоянного тока. Представляют собой электромагнитный аппарат для управления большой мощностью переменного тока посредством малой мощности постоянного тока или переменного тока другой частоты.
<i>Электронные усилители.</i>	Применяют для контроля, управления и регулирования ТП. Работа основана на эффекте усиления электронного сигнала в электронных лампах и полупроводниковых триодах.
<i>Гидравлические усилители</i>	Предназначены для усиления мощности в гидравлической цепи посредством рабочей жидкости, поступающей под давлением от постороннего источника (насоса, гидропневматического аккумулятора). Могут быть: 1. дроссельными Усилители типа сопло-заслонка и золотник. 2. струйными Представляют собой трубку с конической насадкой, которая механически связана с одной стороны пружиной, с другой стороны с толкателем. Напротив трубки находится плитка с двумя приемными

	соплами. Трубка соединяется с источником питания. Приемные сопла соединены с полостями исполнительного механизма.
<i>Пневматический усилитель.</i>	Представляет собой устройство, преобразующие слабые усилия (давления, линейные перемещения) в пропорциональные им, но более сильные импульсы воздуха.

Стабилизаторы – устройства, предназначенные для поддержания постоянства выходной величины при изменении в данных пределах выходной.

Различают два метода стабилизации параметров ТП: параметрический и компенсационный.

Принцип действия параметрических стабилизаторов основан на таком выборе схемы и параметров ее элементов, при котором изменение их величин при изменении входной величины приведет к тому, что относительное изменение выходного параметра окажется значительно меньше относительного изменения входного.

В стабилизаторах компенсационного типа непрерывно или периодически изменяется разность между фактическим значением выходной величины и заданным значением. В зависимости от величины и знака этой разности оказывается такое автоматическое воздействие на элементы стабилизатора, в результате которого эта разность уменьшается до допустимого значения.

Реле называется прибор, в котором при достижении определенного значения входной величины выходная величина изменяется скачком.

Статическая характеристика имеет разрывной вид. Скачок выходной величины от y_2 до y_1 называется *срабатыванием реле*, а входной сигнал x , при котором происходит этот скачок, называется *сигналом срабатывания*. Обратный скачок выходной величины от y_1 до y_2 называется *отпуском реле*. *Параметром отпуска реле* от x_2 до x_1 называется значение входной величины, при котором происходит процесс отпуска реле.

Реле подразделяют на электромагнитные, электронные, магнитные, индукционные, магнитоэлектрические.

Электромагнитным реле называется устройство, состоящее из электромагнита и управляемых им контактов, действующие при появлении или исчезновении тока в обмотке возбуждения электромагнита. С помощью этих реле осуществляется включение и выключение аппаратуры в цепях главного тока с нормальным напряжением и при пониженном напряжении в цепях управления.

Реле времени – устройство, которое замыкает или размыкает контакты через некоторый промежуток времени после получения от датчика сигналов командного импульса. Бывают маятниковые, пневматические и электронные.

Распределитель – это устройство автоматики, служащее для распределения сигналов от одного источника к нескольким приемным элементам или от нескольких источников к одному приемному элементу.

Бывают шаговые электромеханические распределители, распределители собранные из электромагнитных или электронно-лучевых реле и электронно-лучевые.

Шаговые распределители имеют щетки (искатели), которые перемещаются шагами, производя поочередное переключение цепей.

Электронные и ионные распределители работают с помощью последовательных цепочек электронных или ионных реле. При подаче серии импульсов на распределитель реле работают поочередно.

Распределителями в гидравлических и пневматических схемах автоматики являются краны, золотники, клапаны. Они перераспределяют потоки жидкости (воздуха), подаваемой от насоса (компрессора) к устройствам гидравлической (пневматической) системы. Управление рабочим элементом распределителя может быть непосредственное (ручное или от кулачков) и дистанционное (гидравлическое, пневматическое или электрическое).

III. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

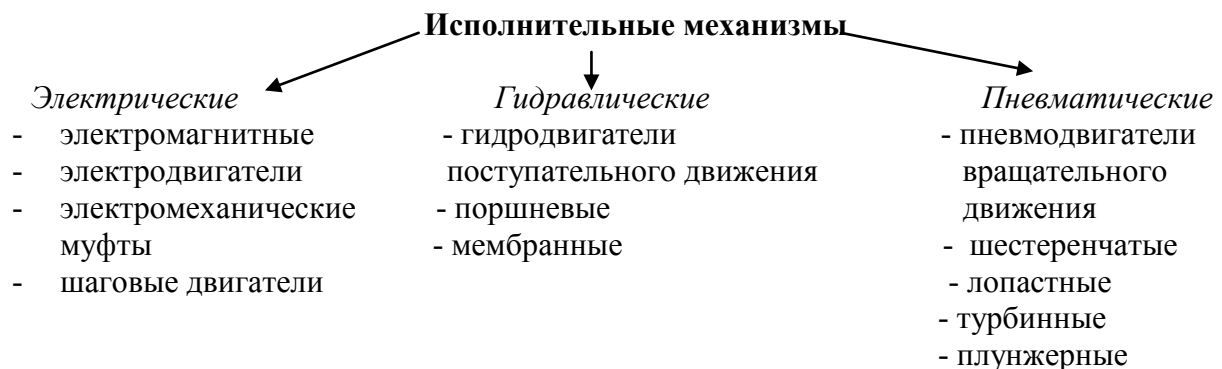
Исполнительные механизмы – устройство автоматики, которое непосредственно передающее управляющее воздействие от устройства управления на объект управления

По источникам энергии ИМ делятся на:

ИМ	характеристика
электрические	преобразующие электрическую энергию в механическую
гидравлические	давление жидкости преобразуется в механическую энергию
пневматические	энергия сжатого газа преобразуется в механическую энергию

Управление ИМ осуществляется от ЭВМ через усилители мощности электрических сигналов.

Классификация ИМ



Название	Принцип действия	Преимущества, область применения
Электромагнитные ИМ	Сигнал от ЭВМ с помощью мощного электронного ключа преобразуется в ток заданного значения, который с помощью электромагнита преобразуется в механическое перемещение подвижного якоря	Предназначены для включения и отключения механических, пневматических и гидравлических цепей. Позволяют осуществлять сцепление и расцепление вращающихся валов; открывание и закрывание задвижек, клапанов, вентилях; включение мощных электродвигателей
Электродвигатели постоянного тока	Взаимодействие проводника, по которому проходит ток, с внешним постоянным магнитным полем	Малые габариты; высокая выходная мощность; допускают изменение частоты вращения вала двигателя в широких пределах
Электродвигатели переменного тока: синхронные и асинхронные	Происходит наведение ЭДС и токов в замкнутых проводниках обмотки ротора при вращении электромагнитного поля статора. Токи, взаимодействуя с полем статора, создают электромагнитную силу, которая обеспечивает вращение ротора	Механическая прочность, простота обслуживания, несложное управление, простота изоляции цепей, возможность работы на токах различной частоты
Шаговые двигатели	Электрические импульсы напряжения преобразуются в дискретные или линейные перемещения ротора с его фиксацией в заданных положениях	Через простые электронные ключи могут управляться непосредственно от ЭВМ. При этом за счет скорости следования и числа управляющих импульсов, поступающих на обмотки двигате-

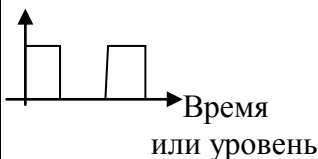
		ля, возможно цифровое управление углом поворота и частотой вращения двигателя.
Гидро- и пневмодвигатели	Энергия рабочей среды, находящаяся под давлением, преобразуется в механическую энергию поступательного или вращательного движения	Способны развивать очень большие усилия при малых габаритах. Применяются в устройствах силового привода станков, подъемных механизмов, автоматических манипуляторах, в авиационной и ракетной технике

IV. АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Автоматический регулятор – устройство автоматики, предназначенное для построения АСР. Главной задачей которого является поддержание регулируемых координат $y(t)$ на уровне заданий $y_3(t)$

АР преобразует входной сигнал в командное воздействие в соответствии с законом регулирования.

АР в зависимости от вида информационного или командного сигнала делятся на:

АР	определение	график
аналоговые	все информационные (контрольные) и командные (регулирующие) сигнала непрерывны во времени	
дискретные	сигналы квантуются по времени или по уровню	
цифровые	сигналы квантуются одновременно и по времени и по уровню.	

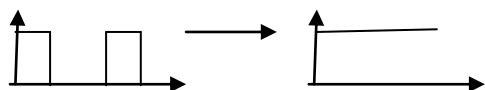
Основные законы регулирования (типовые регуляторы):

закон	регулятор	определение	формула
пропорциональный закон	П-регулятор	регуляторы, у которых выходная величина в пределах закона регулирования изменяется пропорционально изменению входной величины	$y = k_p x$, где k_p - коэффициент пропорциональности регулятора
Дифференциальный закон	Д-регулятор	регулятор, у которого выходная величина пропорциональна первой производной или скорости изменения входной величины.	$y = T_d \frac{dx}{dt}$, где T_d - время дифференцирования
интегральный закон	И-регулятор	Регулятор, у которого изменение выходной величины пропорционально интегралу от заданного значения входной величины по времени	$y = \frac{1}{T_u} \int_0^t x dt$, где T_u - время интегрирования

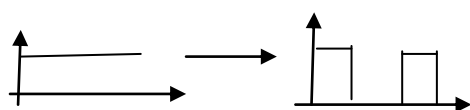
Пропорционально-интегральный закон	ПИ-регулятор	Регулирующее воздействие регулятора пропорционально отклонению регулирующей величины от заданного значения и интегралу этого отклонения во времени	$y = k_p x + T_d \frac{dx}{dt}$
Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон	ПИД-регулятор	Изменение входной величины регулятора пропорционально отклонению регулирующей величины от заданного значения, интегралу и производной этого отклонения	$y = k_p x + T_d \frac{dx}{dt} + \frac{1}{T_u} \int_0^t x dt$

Преобразователь – устройство автоматики, преобразующие цифровой сигнал в аналоговый или наоборот

1. цифроаналоговый преобразователь



2. аналогоцифровой преобразователь



Тема 4. СИСТЕМЫ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Для управления универсальными станками и другим технологическим оборудованием широко применяются системы числового программного управления (СЧПУ), в которых с помощью набора цифровых и - буквенных символов однозначно координаты перемещения рабочих органов станков и манипуляторов, управление последовательностью и режимом обработки детали, включение тех или иных исполнительных механизмов станка, момент съема детали и установки заготовки и т.д.

Управляющие программы СЧПУ содержат два основных вида информации для автоматической работы станка

Информация	Характеристика
Геометрическая	содержит данные о форме и размерах элементов детали и обрабатывающего инструмента, а также указывает их взаимное расположение в рабочем пространстве станка
Технологическая	содержит указания о последовательности ввода в работу инструментов, об изменении режимов обработки, о смене инструментов, о включении подачи охлаждающей жидкости и т.п.

СЧПУ относятся к сложным многоконтурным системам автоматического управления. Они одновременно управляют несколькими независимыми или связанными параметрами объекта. В соответствии с этим в структуре СЧПУ имеется несколько независимых контуров управления.

По структуре СЧПУ подразделяются из:

СЧПУ	Характеристика
Разомкнутые	Используются только управляющие воздействия, заложенные в программу. Не реагируют на возможные изменения ТП обработки детали
Замкнутые	Помимо основной управляющей программы корректирующая информация о действительных значениях управляемых параметров. Используется гибкое управление, учитывающее отклонения о работе

	оборудования
Комбинированные	Управление основными управляемыми параметрами осуществляется замкнутыми контурами, а управление вспомогательными параметрами – разомкнутыми контурами
Адаптивные	Применяются дополнительные датчики информации о параметрах процесса обработки. Эта информация используется для корректировки технологических параметров, заданных управляющей программой

В соответствии с назначением оборудования СЧПУ подразделяют на:

СЧПУ	Характеристика
Позиционные	задаются координаты отдельных точек, определяющих инструмента и заготовки относительно друг друга или относит точки начала отсчета координат. Применяются в сверлильных станках.
Контурные	Осуществляется одновременное управление по нескольким координатам, в результате можно получать детали со сложным профилем. Применяются для управления токарными станками, лазерным и плазменными резаками для раскроя металла, сварочными машинами
Универсальные	Применяются в многооперационных станках, в которых при обработке сложных деталей используется одновременно несколько инструментов

В СЧПУ в зависимости от типа и назначения используются различные виды приводов или их комбинации. В устройствах со следящим приводом используются электродвигатели постоянного и переменного тока, шаговые двигатели, гидравлические и пневматические двигатели. В качестве датчиков используются контактные, потенциометрические, индуктивные, емкостные датчики. В аналоговых устройствах следящего привода СЧПУ используются преобразователи перемещения в код различного типа.

Тема 5.ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

Промышленные роботы (ПР) представляю собой перепрограммируемые машины, применяемые в производственном процессе для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям человека, при перемещении предметов производства, технологической оснастки, выполнения **ряда технологических операций**. Основные цели применения ПР в производственном процессе: повышение производительности труда; сокращения трудовых улучшения условий работы; повышение безопасности труда.

На основе промышленных роботов

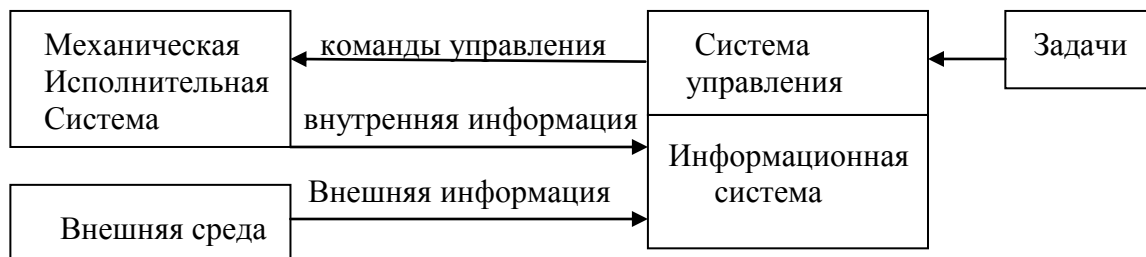
1. РК - робототизированный комплекс
2. РТК - робототизированный технологический комплекс
3. РТУ - робототизированный технологический участок
4. РПУ - робототизированный производственный участок
5. РПК - робототизированный производственный комплекс
6. РАЛ- робототизированная технологическая линия
7. РТС - робототехническая система

В структуре роботов выделяют следующие составные части:

Часть	Характеристика
Механическая	включает в себя несущую конструкцию, передаточные и исполнительные механизмы, электрический, гидравлический или пневматический приводы
Информационная	обеспечивает сбор и передачу информации управляющей системе состоянии робота и внешней среды

Управляющая	хранит программы управления роботом и выдает управляющие воздействия механической системе. В зависимости от информации, поступающей от информационной системы, может изменять поведения робота
-------------	--

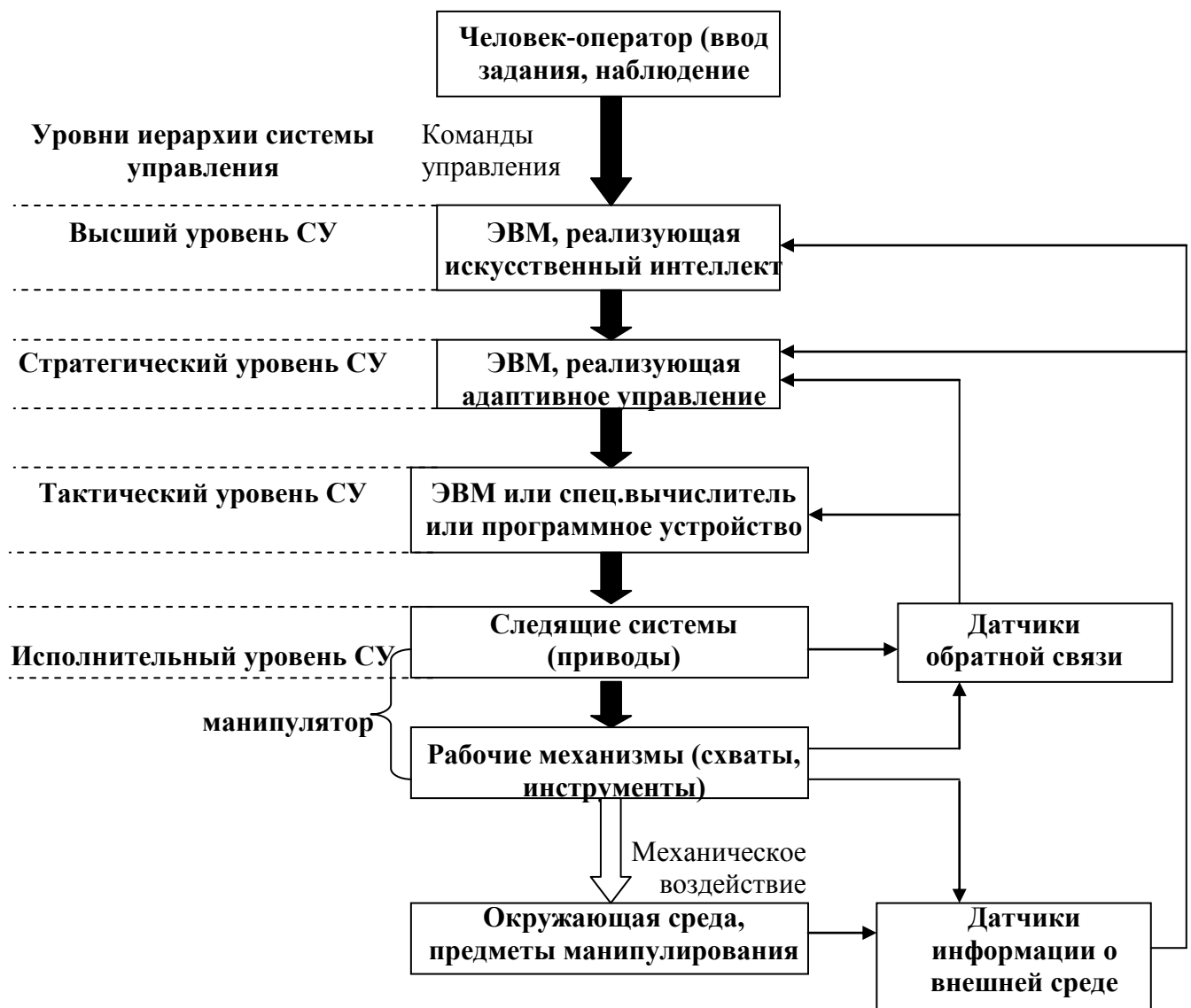
Информационные потоки в РТС



Иерархическая структура управления роботом

Уровень иерархии	Решаемые задачи	Аппаратные средства
Искусственного интеллекта ↓ ↑ команды информация	Распознавание окружающей обстановки; создание модели внешней среды; принятие решения на выполнение операции, самообучения в процессе выполнения задания	ЭВМ, реализующая искусственный интеллект; Аппаратура восприятия внешней среды; аппаратура связи с человеком
Стратегический ↓ ↑ команды информация	Расчленение операций на элементарные составляющие движения манипулятора, вычисление траектории, выработка управляющих сигналов для тактического уровня	ЭВМ и устройства ввода-вывода информации
Tактический ↓ ↑ команды информация	Пересчет траектории манипулятора в движение отдельных звеньев, распределение сигналов управления по степеням подвижности манипулятора	ЭВМ или спец.вычислитель, или программное устройство и устройства ввода-вывода информации
Исполнительный	Управление движением по каждой степени подвижности, т.е. приводами всех звеньев	Следящие системы, приводы и датчики обратной связи

Структурная схема работа



Тема 6. УСТРОЙСТВА РЕЧЕВОГО ВВОДА-ВЫВОДА.

Речевой ввод освобождает человека от работы с клавиатурой, ускоряет процесс ввода команд и уменьшает число ошибок.

Речевой вывод дает возможность оператору одновременно выполнять несколько функций, например слушать сообщение машины и наблюдать за измерительными приборами.

Разработаны способы выделения наименьших элементов речи (фонем), более или менее одинаковых по спектральному составу для многих людей.

При вводе информации в ЭВМ звуковой аналоговый сигнал с помощью АЦП преобразуется в двоичный код, из которого выделяются фонемы. Анализируя набор фонем в соответствии с правилами лингвистики и процессом речеобразования, ЭВМ «понимает» поданную команду.

При речевом вводе подразумевается, что ЭВМ распознает и соответственно реагирует на произносимые слова хотя бы в пределах ограниченного запрограммированного словаря. Распознавание опирается на набор признаков идентифицирующих произносимые слова. В качестве признаков используются фонемы или несколько наиболее интенсивных формат (частотных диапазонов с большой акустической энергией), формантные переходы между согласными и гласными звуками и др.

Алгоритм распознавание с аппаратной и программной реализацией включает в себя количественное измерение признаков. Работа большинства устройств речевого ввода опирается на спектральный анализ входного сигнала. Словарь либо записывается в ПЗУ устройства, либо формируется ЭВМ в процессе обучения. Существуют специальные устройства, предназначенные специально для распознавания и синтеза речи. В них имеются микропроцессоры, память большой емкости и различные специализированные БИС.

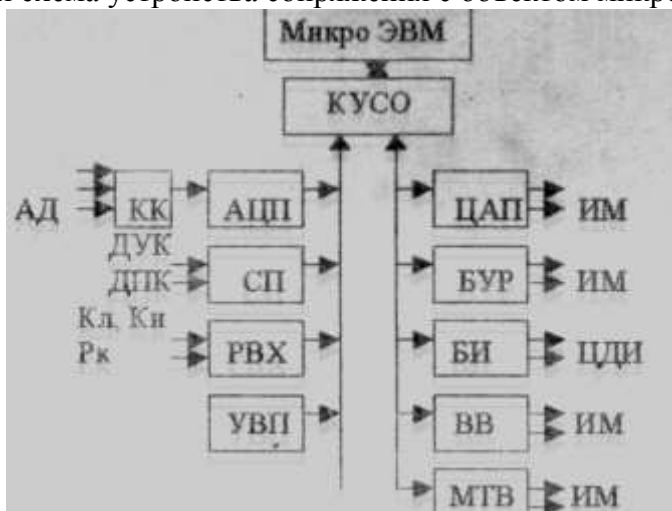
Вывод речевой информации из ЭВМ осуществляется путем программной генерации последовательности кодов фонем, преобразования этих кодов с помощью ЦАП в аналоговый сигнал и воспроизведения речевого сигнала с помощью громкоговорителя. Преимуществом данного метода является относительно небольшая память для хранения фонем и программы их обработки. Недостатком является искажение «механическое» звучание слов, воспроизводимых ЭВМ.

Другой метод заключается в воспроизведении записанных элементов (слов и коротких фраз), которые выбираются в нужной последовательности управляющей программой. Воспроизведение осуществляется путем сцепления отдельных элементов, поэтому данный метод называется *синтезом с помощью конкатенации*. Словарь такого устройства ограничен емкостью и быстродействием памяти, предназначенной для хранения элементов сообщений.

Тема 7. УСТРОЙСТВА СВЯЗИ ЭВМ С ОБЪЕКТОМ

Для сбора и преобразования сигналов, поступающих от датчиков, а также для распределения и усиления сигналов управления исполнительными механизмами управляющие микроЭВМ и микроконтроллеры снабжены многочисленными устройствами - устройствами связи с объектом (УСО)

Обобщенная структурная схема устройства сопряжения с объектом микроЭВМ



Аналоговые сигналы поступают через коммутатор каналов (КК) в УПД где преобразуются в цифровой код, доступный для обработки микроЭВМ. Угловые или линейные датчики перемещения узлов оборудования преобразуются специальными датчиками-преобразователями угол-код и перемещение-код (ДУК, ДПК) в электрические импульсные или частотно-модулированные сигналы, т.е. сигналы с переменной частотой следования импульсов, которые поступают в схему преобразования (СП). На выходе СП образуется цифровой код, поступающих в ЭВМ. Опрос и кодирование состояний различных кнопок, ключей, контактных выключателей и контактных реле (Кл, Кн, Рк) осуществляет блок релейных входов РВХ).

В ЭВМ вводится программа обработки обслуживаемого оборудования (УВП устройств ввода программ).

Управление оборудованием производится через блоки выводов сигналов. Управление различными двигателями через усилители сигналов производится с помощью ЦАП Вк и выключение реле (КР) и сигнальных лама (СЛ) осуществляет блок управления реле (БУР) содержащий мощные токовые и высоковольтные ключи. Различные двоично-десятичные и другие

индикаторы управляют блоком индикации (БИ) Управление шаговыми виз электромагнитными клапанами пневмо- и гидросистем и другими мощными исполнитель механизмами осуществляют блоки управления токовым выходом (МТВ) или высоковольтных выходом (ВВ).

Защита входов ЭВМ от действия статического электричества и многих низкочастотных осуществляется с помощью устройств гальванической развязки, не пропускающих постоянный ток В качестве таких устройств используются трансформаторы, сигнальные реле т.д.

Тема 8. СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Автоматизированные системы, снабженные средствами искусственного зрительного восприятия, находят самое разнообразное применение - от сравнительно простых задачи, заключающейся во взятии предмета и установке его В заданное место, до сложных производственных функций по изготовлению и визуальному контролю качества продукции.

К числу методов построения систем технического зрения относятся:

- формирование бинарных (с двумя уровнями яркости) изображений;
- использование локальных окон, т.е. маски, конфигурация которой соответствует искомому объекту;
- метод градаций яркости (оттенков серого цвета), отражаемой поверхностями или границами поверхности искомого объекта;
- формирование трехмерных изображений и распознавание образов с помощью сложных математических методов.

Системы технического зрения содержат:

- мощный источник света;
- телекамеру, сигнал который преобразуется в цифровую форму с помощью быстродействующего АЦП;
- специализированной микроЭВМ для обработки изображений, выходная информация которой передаётся в микроЭВМ, управляющую процессом.

метод	описание
Метод бинарных изображений	Позволяет реализовать простейший прием распознавания объектов, когда передающая телекамера соединена с микроЭВМ, подсчитывающей светлые и темные пятна, находящиеся в поле зрения, и приписывает каждому элементу отображения одно из двух значений, соответствующих черному или белому свету, в зависимости от того, находится ли яркость элемента изображения ниже или выше определенного порога.
Метод локальных окон	Различным участкам изображения приписывают различные пороговые значения яркости. Этот метод позволяет сосредоточить внимание на отдельных участках объекта.
Метод градаций серого цвета	При обработке каждого элемента изображения ему приписывается некоторое значение яркости из диапазона от 1 до 256. Метод применяется для построения систем визуального контроля трехмерных объектов.

Тема 9. САУ ПРОЦЕССАМИ КОНТАКТНОЙ И ДУГОВОЙ СВАРКИ

1 Характеристики систем управления процессом сварки

Использование систем управления позволяет вести контроль и управление процессом сварки на основании объективных количественных оценок различных критериев сварочного производства:

- качества сварных швов и свариваемых конструкций в целом;

- производительности сварочных работ, в том числе по наладке, ремонту и техническому обслуживанию сварочного оборудования, настройке и оптимизации параметров режима и т. п.;
- себестоимости сварочных работ,
- работ по контролю качества сварных швов,
- затрат электроэнергии, материалов и т. п.

Эти критерии использоваться для управления процессом сварки как на высокопроизводительных автоматических и полуавтоматических сборочно-сварочных линиях, так и на участках по изготовлению уникальных конструкций.

Функции систем автоматического управления сварочными процессами с помощью ЭВМ

Система управления	Управление	
	в реальном времени	в ходе производства
Локальная система автоматического управления (САУ)	Программное управление параметрами режима и перемещения сварочного инструмента; измерение, сбор и первичная обработка данных о процессе; контроль, сигнализация и регулирование параметров режима сварки; контроль и сигнализация о состоянии сварочного оборудования; контроль качества сварки по математическим моделям процесса	Формирование таблицы сообщений о ходе процесса сварки и состоянии оборудования; периодическая выдача сообщений системе верхнего уровня; прием от ЭВМ уровня II, запись в память управляющих программ
Интегрированная система управления сварочным производством (линей, участком, цехом) (АСУ ТП СВ)	Наблюдение: • за локальными САУ и сбор данных о процессе, • за изменением коэффициентов, уставок и параметров в управляющих программах локальных САУ; • за распределением мощности питающей сети между сварочными установками; • за резервным управлением процессом в случае выхода из строя локальной САУ	Выдача управляющих программ в локальные САУ; печать технологических паспортов на сварные конструкции; расчет и выдача на печать статистических данных о работе локальных САУ и сварочного производства в целом; учет расхода электроэнергии, газа, воды, сварочных материалов; формирование и печать таблиц о состоянии оборудования и заданий службе ремонта; выдача статистических данных о ходе сварочного производства в ЭВМ уровня III (АСУ предприятием)
Автоматизированная система управления предприятием (АСУП)	—	Планирование сварочного производства

Эффективность работы ремонтных и других цеховых служб можно повысить при использовании статистически обработанной информации (за смену, декаду, месяц) в виде количественных оценок стабильности параметров режима сварки, качества соединений, объема выпускаемой продукции, простоев оборудования и т.д.

Интегрированные АСУ ТП целесообразно строить по иерархическому принципу с многоуровневой модульной структурой.

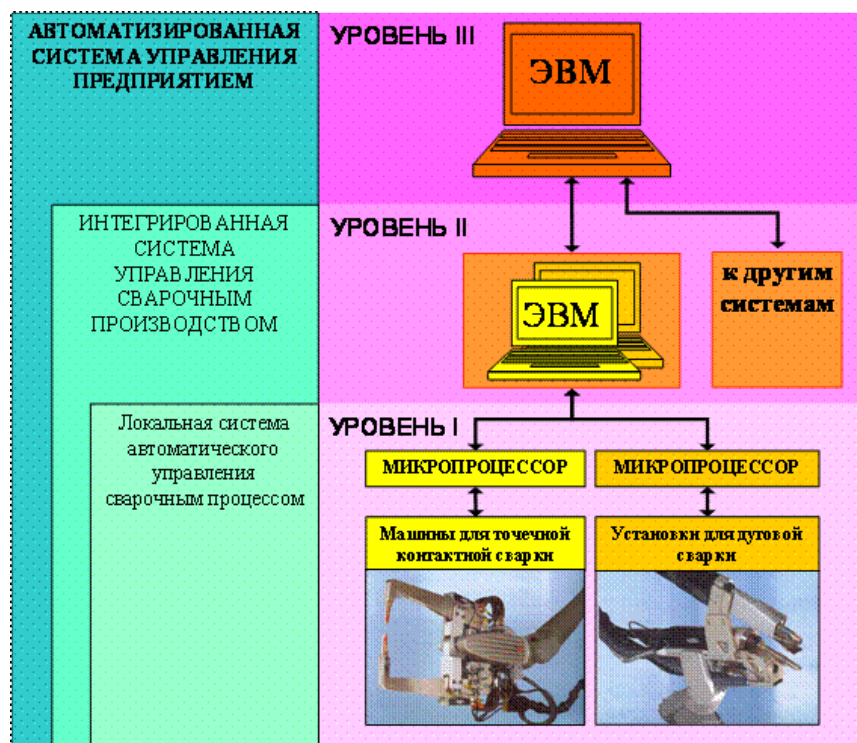


Схема иерархической системы управления сварочным производством

Применительно к действующим сборочно-сварочным линиям и сварочным установкам, а также к другому сложному сварочному оборудованию создают информационно-измерительные системы (ИИС). Такие системы обеспечивают непрерывное получение информации об основных параметрах режима сварки и стояния оборудования, обработку этой информации и определение основных статистических характеристик процесса (СХП).

Внедрение этих систем позволяет повысить качество сварных конструкций, снизить потери от брака посредством корректирования режимов сварки, сократить простои оборудования благодаря возможности предсказания аварийных ситуаций в ходе производства.

2 Измерение параметров режима управления при дуговой и контактной сварки

Для измерения параметров режима дуговой и контактной сварки используются специально разработанные измерительные преобразователи (ИП). ИП для контактных точечных машин типа МТВ-8001 и МТК-75 осуществляют измерение следующих параметров:

- сварочного тока от 10 до 100 кА;
- сварочного усилия сжатия от 1500 до 15000 кН;
- ковочного усилия сжатия от 5000 до 35000 кН;
- интегрального значения напряжения между электродами сварочной машины от 0,5 до 5 В;
- интегрального значения сварочного тока от 10 до 100 кА.

Последние два параметра используются в АСУ ТП для контроля качества сварного соединения.

Для измерения усилия сжатия используют тензорезисторный датчик, встроенный в привод сжатия. Сварочный ток контролируют с помощью датчика производной тока по времени и определяют в ИП как максимум интегрального значения сигнала с датчика тока.

Для настройки, метрологической аттестации и периодической поверки ИП используют технические средства системы управления. При этом тестовый сигнал на вход ИП задают с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП) и согласователя уровней напряжения, а выходной сигнал измеряется аналого-цифровым преобразователем (АЦП).

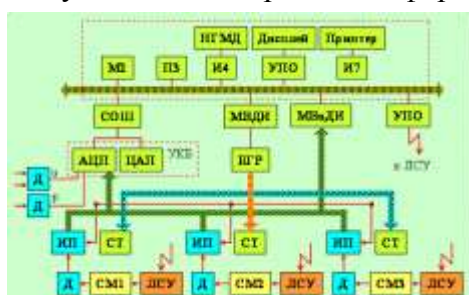
Программно-технические средства используются для метрологической аттестации и поверки ИП параметров режима дуговой сварки, который предназначен для измерения:

- среднего сварочного тока в диапазоне 30-300 А и 60-600 А;
- среднего напряжения на дуге в диапазоне 8-30 В; средней скорости сварки в диапазоне 10-100 м/ч; средней скорости подачи присадочной проволоки 10-120 м/ч.

Учитывая степень влияния параметров режима сварки на качество сварного шва, электрические параметры режима контролируют с погрешностью не более 2,5%, а скорости – не более 5%.

3 Системы контроля и управления, аппаратное и программное обеспечение

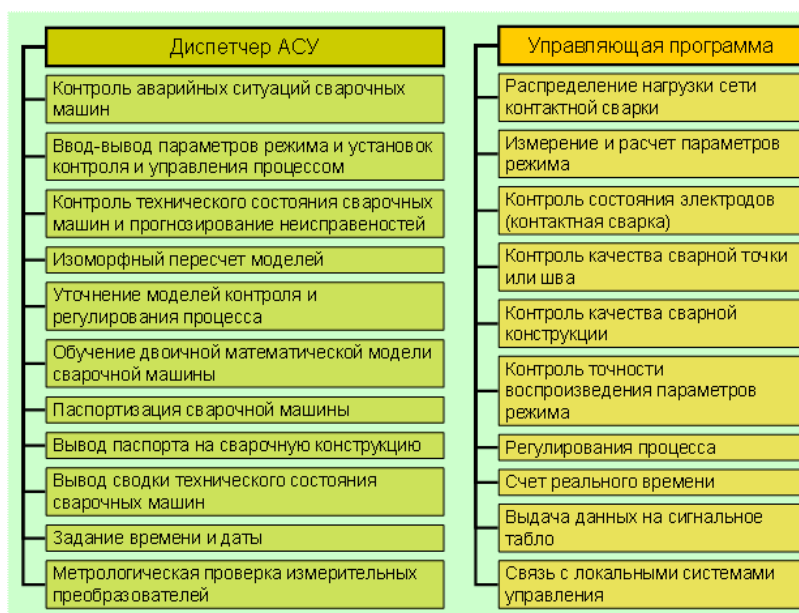
АСУ ТП контактной и дуговой сварки состоит из процессора М1, оперативно запоминающего устройства ПЗ, накопителя на магнитных дисках НГМД, подключенного к общей шине через плату сопряжения И4 с принтером через плату сопряжения И7, дисплея с клавиатурой, который связан с общей шиной через устройство последовательного обмена информацией УПО. Для ввода данных о параметрах режима используется 32-канальный аналого-цифровой преобразователь АЦП, устройства комбинированного быстродействующего блока УКБ, подключенного через согласователь к общей шине СОШ. Аналоговые датчики Д параметров режима через измерительный преобразователь ИП соединены с входами АЦП, а выходы модуля дискретных датчиков МВДИ технического состояния сварочного оборудования подаются на вход модуля ввода дискретной информации МВДИ.



Измерительные преобразователи ИП осуществляют преобразования сигналов датчика к стандартным уровням (0+10 В). Кроме того, в них осуществляется первичная обработка измеренных сигналов (например, усреднение при дуговой сварке или интегрирование и выборки максимального значения тока, запоминание измеренных значений на время опроса при контактной сварке), а также подавление помех в измерительных цепях. Для периодической проверки ИП на его вход заводится выход цифроаналогового преобразователя ЦАП, входящего в состав УКБ. К АЦП подключены датчики напряжения и давления воздуха (для контактной сварки) или газа (для дуговой сварки) к магистралям питания сварочных установок (СМ1 – СМ3) электроэнергией и воздухом (защитным газом). Вывод информации о параметрах режима и данных о ходе технологического процесса выдается на сигнальные табло СТ, установленные на рабочем месте сварщика, через МВДИ и блок гальванического разделения и усиления сигналов БГР. Для связи с локальными системами управления (ЛСУ), а также АСУ ТП верхнего уровня зарезервировано второе устройство последовательного обмена.

К АЦП подключены датчики напряжения и давления воздуха (для контактной сварки) или газа (для дуговой сварки) к магистралям питания сварочных установок (СМ1 – СМ3) электроэнергией и воздухом (защитным газом). Вывод информации о параметрах режима и данных о ходе технологического процесса выдается на сигнальные табло СТ, установленные на рабочем месте сварщика, через МВДИ и блок гальванического разделения и усиления сигналов БГР. Для связи с локальными системами управления (ЛСУ), а также АСУ ТП верхнего уровня зарезервировано второе устройство последовательного обмена.

Состав программного обеспечения АСУ ТП контактной и дуговой сварки



Программа «диспетчер» в основном осуществляет связь оператора с системой путем вызова в работу в режиме диалога требуемых модулей. Кроме того, независимо от оператора системы регулярно включаются в работу модули, контролирующие техническое состояние сварочной машины, а также на дисплей выводится оперативная информация о ходе процесса. При этом модуль контроля технического состояния сварочных машин и прогнозирование неисправностей включается с заранее заданным периодом времени T , обычно T равно 30 мин. Это связано с тем, что износ оборудования можно рассматривать как монотонный и медленно протекающий процесс.

Управляющая программа включает в работу модули, которые непосредственно осуществляют контроль и управление процессом сварки в реальном масштабе времени. Эти модули имеют высший приоритет. Поэтому диспетчер АСУ и модули, которые он непосредственно включает в работу, при запуске управляющей программы выполняются как фоновые задачи в режиме прерывания. Управляющая программа включается в работу в режиме прерывания от таймера с интервалом 20 мс. Синхронизация управляющей программы с напряжением сети диктуется особенностями задания циклограммы режима.

Функции локальных систем управления контактными машинами на основе ЭВМ:

- управление режимом сварки по заданной циклограмме;
- измерение и контроль параметров режима;
- измерение и контроль $\cos \varphi$ сварочной машины;
- контроль технического состояния сварочной машины;
- выдачу команды на зачистку электродов;
- регулирование процесса сварки;
- выдачу данных о ходе технологического процесса в ЭВМ верхнего уровня.

В зависимости от вида свариваемой конструкции, марки сплава, типа сварочной машины и заданной циклограммы режима сварки в системе может быть обеспечен контроль различных параметров режима:

- сварочного тока (амплитудного, действующего или среднего значения);
- сварочного усилия сжатия электродов;
- ковочного усилия сжатия электродов;
- времени сварки; времени приложенияковки и т. п.

Кроме того, осуществляется контроль обобщающих параметров процесса: напряжения между электродами; энергии, выделяемой между электродами за время сварки; сопротивления участка электрод–электрод; теплового расширения металла при сварке (дилатометрия) и т. п.