

Системы автоматики

Общие сведения о системах автоматики

1. Свойства системы, виды систем автоматики и автоматизированных систем.
2. Функции систем автоматики.
3. Элементы систем автоматики.
4. Ветви автоматики.
5. Аналоговые и дискретные сигналы.
6. Передача сигналов на расстояния.
7. Элементы и виды систем управления оборудованием.
8. АСУ и САУ оборудованием.
9. Техническая документация систем автоматики.
10. Схемы систем автоматики.

Свойства системы, виды систем автоматики и автоматизированных систем

Система — совокупность элементов, объединенная связями между ними и обладающая определенной целостностью. Характерными свойствами системы, отличающими её от простого набора элементов (кучи) являются следующие:

- система является совокупностью элементов, которые при определенных условиях могут рассматриваться как самостоятельные системы и носят название — **подсистемы**;

- наличие существенных связей между элементами и их свойствами, превосходящих по силе связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему, под существенными связями понимаются такие, которые закономерно, с необходимостью определяют интеграционные свойства системы, указанное свойство отличает систему от простого конгломерата и выделяет её из окружающей среды в виде целостного объекта;

- наличие определенной организации, что проявляется в снижении энтропии (степени неопределенности) системы по сравнению с энтропией отдельных элементов системы;
- существование новых интегральных свойств, присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из её элементов в отдельности, их наличие показывает, что свойства системы хотя и зависят от свойств элементов, но не определяются ими полностью.

Система автоматики – совокупность ТСА и объекта управления (контроля), объединенных связями и вступающих в определенные отношения между собой и с окружающей средой для выполнения функций системы автоматики: контроля, защиты, управления.

В зависимости от выполняемых функций системы автоматики делятся на три группы:

- системы автоматического контроля;
- системы автоматической защиты;
- системы автоматического управления (САУ).

Системы автоматики могут функционировать как автономно, так и в составе систем управления оборудованием, некоторых автоматизированных систем.

ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения» дает следующее определение: **автоматизированная система** — совокупность персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию (информационный процесс) выполнения установленных функций. Из данного определения следует, что **автоматизированная система** — информационная система, в которой действия над информацией выполняются техническими и программными средствами при участии персонала.

Информационная система – совокупность персонала и средств для выполнения действий над информацией, обеспечивающая реализацию информационных процессов (технологий).

В настоящее время информационные системы оснащены компьютерами, которые выполняют сбор, поиск, обработку, хранение, представление, передачу информации, а поэтому современные информационные системы называют **компьютерными информационными системами (КИС)**. По архитектуре (степени распределенности) различают локальные и распределенные КИС. В локальных КИС все информационные и программные ресурсы сосредоточены в одном компьютере, в распределенных – на нескольких компьютерах.

Автоматизация – деятельность по созданию, модернизации и поддержанию работоспособности автоматизированных систем и систем автоматики.

Средства автоматизации делятся на технические и программные. К техническим средствам автоматизации относятся устройства, реализующие информационные процессы и воздействующие на объекты управления; к программным: компьютерные программы, пользовательские программы для контроллеров и калькуляторов, базы данных.

Автоматизированные системы представлены двумя группами систем:

- автоматизированные вычислительные системы (АВС), предназначенные для выполнения расчетов, реализации вычислительных процедур;
- автоматизированные информационные системы (АИС), выполняющие сбор, поиск, обработку, хранение, представление, передачу информации.

Некоторые виды автоматизированных систем:

- автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ);
- автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ);
- автоматизированные системы научных исследований (АСНИ);
- автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП);
- автоматизированные системы управления военного назначения (АСУВН);
- автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУД);
- автоматизированные системы управления зданиями (АСУЗ);
- автоматизированные системы управления предприятием (АСУП);
- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП);
- системы автоматизации проектных работ (САПР).

Системы автоматики обязательно присутствуют в следующих автоматизированных системах: АСУТП, АСДУ, АСКУЭ, АСУД, АСУЗ, АСУВН, АСНИ (эмпирических исследований).

Деятельность по созданию, модернизации и поддержанию работоспособности систем автоматики машин и оборудования, АСУТП, АСУЗ называют — **автоматизация технологических процессов (АТП).**

Функции систем автоматики

Контроль – наблюдение за поведением объекта контроля (системы, процесса), заключающееся в измерении фактических параметров состояния, записи результатов измерения, представлении этих результатов. На основе данных контроля осуществляется принятие решений, в том числе управленческих. Контроль, который осуществляется при помощи технических средств автоматики, называется: **автоматический контроль**.

Контроль применяется во многих сферах деятельности человека. Оперативный контроль проводится постоянно при функционировании технических средств и технологических процессов, природных явлений. Плановый контроль выполняется периодически в соответствии с требованиями правил эксплуатации технических средств, норм безопасности и планом проведения контроля.

Управление – деятельность по упорядочению процессов, протекающих в природе, технике и обществе, устранению дезорганизации и приведению в новое состояние с учетом тенденций развития и изменения условий.

Выделяют следующие виды управления:

- техническое управление (управление техническими средствами и системами, технологическими процессами);
- естественное управление (управление процессами жизнедеятельности живых организмов);
- социальное управление (управление общественными процессами, людьми и организациями).

Каждый из данных видов управления отличается назначением, качественным своеобразием, специфическими особенностями, интенсивностью совершаемых управленческих функций и операций.

В экономике **управление (management)** – процесс принятия управленческого решения и контроля его реализации с целью обеспечения желаемого функционирования экономической системы (подсистемы).

В кибернетике **управление (control)** – процесс целенаправленного воздействия на объект управления, обеспечивающий желаемое его функционирование, например, движение по заданной программе. **Кибернетика** – наука, изучающая законы получения, хранения, передачи и обработки информации сложными развивающимися системами различной природы и разрабатывающая общие принципы построения систем управления.

С позиций кибернетики процесс управления системой, как направленное воздействие на ее элементы для достижения цели управления – информационный процесс, состоящий из следующих этапов:

- сбор информации о состоянии объекта управления и окружающей среды;
- обработка собранной информации (анализ собранной информации, принятие управленческого решения, его воспроизведение).

На основании управленческого решения осуществляется определенное воздействие на объект управления – управляющее воздействие.

Сбор информации о состоянии объекта управления и окружающей среды, а также ее анализ – это контроль, а поэтому контроль является этапом (частью) информационного процесса управления.

Цель управления – совокупность требований, предъявляемых к объекту управления.

Оперативное управление предусматривает сбор информации о состоянии объекта управления и окружающей среды, ее обработку постоянно при функционировании объекта управления, выдача управляющих воздействий производится сразу после принятия решения, если она необходима.

Управление может осуществляться непосредственно или на расстоянии (дистанционное управление). Дистанционное управление, при котором передача информации осуществляется в виде кодированных электрических сигналов по каналам проводной или беспроводной связи называется – **телеуправление**.

Автоматическое управление реализуется САУ без непосредственного участия человека. Автоматическое управление оперативное управление.

Защита – наблюдение за состоянием технических средств и систем, при работе которых могут возникнуть опасные ситуации, приводящие к авариям, возгораниям, несчастным случаям и т.д., и воздействие на эти технические средства и системы. Указанное воздействие выражается в отключении или блокировке технического средства или системы при возникновении опасной ситуации. Используется защита в электрических сетях и в электроустановках, в некоторых видах оборудования.

Защита, которая осуществляется техническими средствами автоматики без непосредственного участия человека, называется: **автоматическая защита**.

Осуществление контроля, защиты, управления системами автоматики вместо человека имеет следующие преимущества:

- высокая точность измерений параметров объектов управления (контроля), окружающей среды;
- регистрация больших объемов информации с высокой производительностью;
- воспроизведение информации в разных формах;
- быстроедействие;
- надежность.

Элементы систем автоматики

К элементам систем автоматики относятся:

- объекты управления (контроля);
- технические средства автоматики (ТСА).

Объекты контроля – различные средства, системы, процессы, о состоянии которых требуется иметь информацию, а также изделия, материалы, которые необходимо разделить на группы по определенным параметрам.

Объекты управления – технические средства и системы, технологические процессы, которые нуждаются в оказании специально организованных воздействий извне для достижения (поддержания) определенного состояния.

Состояние объекта управления (контроля) характеризуется рядом конкретных значений параметров, которые называются **переменными состояния объекта управления (контроля)**. В качестве переменных состояния объекта управления (контроля) могут выступать: перемещение, сила, скорость, частота вращения, механическое напряжение, деформации, давление, температура, расход жидкости или газа, уровень жидкости, электрическое напряжение, ток, заряд, освещенность и другие физические величины.

Технические средства автоматики (ТСА) – устройства, предназначенные для применения в системах автоматики, они осуществляют сбор, обработку, хранение, представление информации в целях контроля, защиты, управления, а также воздействие на объект управления. Системный подход к построению и использованию ТСА (их группировка и унификация по функциональному, информационному и конструктивно-технологическому признакам) позволил объединить их в рамках **Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП)**.

Прибор – общее название устройств, предназначенных для освещения, нагрева, измерений, контроля, вычислений, учета, выполнения действий над информацией и т.д.

Технические средства автоматики (ТСА):

- датчики, которые измеряют фактические значения параметров объектов управления (контроля), окружающей среды, преобразуют результаты измерений в сигналы;
- вторичные приборы, сигнальные устройства, воспроизводящие информацию о состоянии объектов управления (контроля), окружающей среды, а также записывающие ее на носители;
- предохранители и коммутационные устройства, осуществляющие коммутацию электрических цепей;
- автоматические управляющие устройства (АУУ), которые сопоставляют заданные и фактические значения управляемых параметров, формируют, согласно принятым законам управления, управляющие сигналы (АУУ содержат элементы – задатчики, вырабатывающие заданные значения управляемых параметров, и тем самым задающие алгоритмы функционирования САУ, в отдельных случаях задатчик может быть самостоятельным устройством);

- исполнительные устройства, которые преобразуют управляющие сигналы в воздействия на объекты управления;
- преобразователи, устройства сопряжения (связи) с объектом (УСО), усилители, предназначенные для преобразования сигналов;
- проводящие устройства и их соединения, обеспечивающие передачу сигналов.

Элементы систем автоматики, которые осуществляют обработку информации (сигналов), воздействия на объекты управления называются **функциональными элементами** или **звеньями**. Объекты управления (контроля) также являются функциональными элементами систем автоматики.

Ветви автоматики

Устройства ГСП, питающиеся при эксплуатации энергией одного рода, образуют структурную группу в ГСП, или **ветвь ГСП** (электрическую, пневматическую, гидравлическую).

В отдельных видах изделий ГСП могут быть использованы и другие виды энергии (акустическая, оптическая, механическая). В ГСП входят также устройства, работающие без использования энергии (приборы и регуляторы прямого действия).

Системы автоматики, комплектуемые из приборов определенной ветви ГСП, называют также как и ветвь ГСП. Таким образом, существует три ветви автоматики:

- электрическая;
- пневматическая;
- гидравлическая.

В настоящее время в системах автоматики широко используются микропроцессорные устройства, а поэтому внутри электрической ветви выделяют ветвь **цифровой автоматики**.

Системы автоматики, комплектуемые из приборов электрической ветви, имеют преимущества по чувствительности, точности, быстродействию, дальности, обеспечивают высокую схемную и конструктивную унификацию приборов. Применение полупроводниковых микросхем способствует уменьшению габаритов и веса приборов, сокращению количества потребляемой ими энергии, повышению их надежности, расширению функциональных возможностей (создание многофункциональных приборов), позволяет применять при их изготовлении современную прогрессивную технологию.

Приборы пневматической ветви характеризуются безопасностью применения в легковоспламеняемых и взрывоопасных средах, высокой надежностью в тяжелых условиях работы, особенно при использовании в агрессивной атмосфере. Они легко комбинируются друг с другом. Однако пневматические приборы уступают электрическим и электронным устройствам в тех случаях, когда технологический процесс требует больших быстродействий или передачи сигналов на значительные расстояния.

Гидравлические приборы позволяют получать точные перемещения исполнительных устройств при больших усилиях.

Аналоговые и дискретные сигналы

Сигнал (signum – знак) – специально создаваемое физическое явление, обеспечивающее передачу условного отображения информации.

Сигнал – поток энергии или вещества, имеющий параметр, изменяемый по определенному закону. Указанный параметр потока называется несущим, так как несет информацию.

Применительно к системам автоматики **сигнал** – поток энергии или вещества, поступающий в функциональный элемент или выходящий из него.

Общее свойство любых сигналов – это передача воздействия от одних элементов системы автоматики к другим в одном направлении, поэтому на схемах сигналы показывают направленными отрезками (векторами). По направлению различают входные (поступающие, входы) и выходные сигналы (выходящие, выходы). Выходной сигнал конкретного функционального элемента зависит от входного, так как он является реакцией на воздействие (входной сигнал).

По физической природе носителя информации различают:

- электрические сигналы;
- радиосигналы;
- оптические сигналы;
- акустические (в том числе звуковые) сигналы;
- пневматические сигналы;
- гидравлические сигналы;
- механические сигналы;
- световые сигналы.

В ГСП приняты следующие унифицированные сигналы, обеспечивающие информационное сопряжение между устройствами ГСП:

- электрические (постоянные напряжение, ток; параметры переменных напряжения, тока);
- пневматические (давление);
- гидравлические (давление).

В зависимости от функции, описывающей параметры сигнала, различают:

- **аналоговый сигнал**, который описывается непрерывной функцией времени (несущий параметр непрерывно изменяется во времени);
- **дискретные сигналы (релейный, импульсный, цифровой)**, у которых несущий параметр изменяется дискретно во времени.

Релейный сигнал выражается наличием или отсутствием какого-либо состояния (включено или выключено), воздействия (тока, напряжения, давления); высоким или низким уровнем воздействия, что условно обозначается 1 или 0.

Импульсный сигнал представляет собой последовательность импульсов определенной формы с изменяющимся параметром.

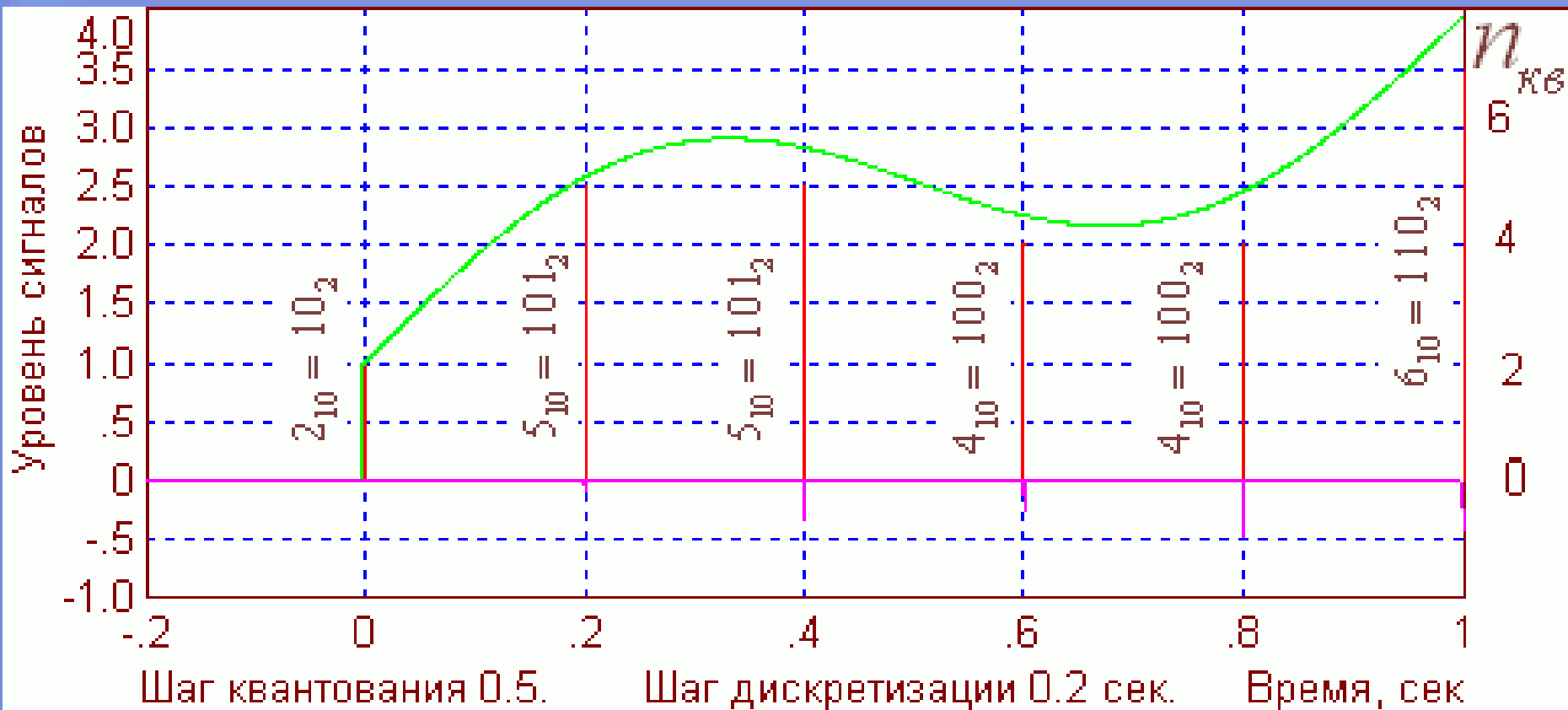
Цифровой сигнал имеет параметр, изменяющийся скачкообразно, один уровень данного параметра обозначает 0, а другой – 1. Таким образом, **цифровой сигнал** – последовательность цифр (0 и 1) или последовательность битов. Биты образуют числа определенного разряда в двоичной системе счисления (двоичные коды) или кодовые слова, которые несут информацию.

Любой электрический аналоговый сигнал может быть преобразован в двоичный код или в кодовое слово устройством, которое называют: **аналого-цифровой преобразователь (АЦП)**. АЦП производит дискретизацию аналогового сигнала по времени, то есть преобразование непрерывного сигнала в последовательность коротких импульсов с амплитудой, равной значению сигнала в моменты стробирования (появления импульсов), и квантование — замену величины каждого импульса из последовательности, полученной в результате дискретизации, целым числом шагов квантования, представляемым в двоичной системе счисления.

Основными показателями работы АЦП являются: частота дискретизации и шаг квантования. Чем больше частота дискретизации (величина обратная продолжительности импульса) и меньше шаг квантования (величина аналогового сигнала, соответствующая одному кванту), тем точнее кодовое слово отражает исходный аналоговый сигнал и больше битов будет в нем.

Преобразование аналогового сигнала в кодовые слова

Дискретизация и квантование. Ошибки



В результате обработки информации в процессоре M -разрядный двоичный код становится N -разрядным двоичным кодом.

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) обеспечивает преобразование кодовых слов в аналоговый сигнал. АЦП и ЦАП обеспечивают взаимодействие компьютеров и других микропроцессорных устройств с аналоговыми устройствами.

Схема взаимодействия цифрового процессора с аналоговыми устройствами



Передача сигналов на расстояния

В системах автоматики и автоматизированных системах сигналы, несущие информацию, могут передаваться на значительные расстояния: от десятков метров до десятков километров, а в системах космического назначения — на сотни, тысячи и даже миллионы километров. При больших расстояниях передачи сигналов окружающая среда оказывает сильные помехи, что приводит к искажению передаваемой информации. Для исключения негативного воздействия окружающей среды на сигналы, последние подвергают специальным преобразованиям. Принципы и закономерности функционирования технических систем, обеспечивающих контроль и управление на расстоянии посредством передачи специально преобразованных сигналов изучает наука — **телемеханика**.

Для передачи преобразованных помехоустойчивых сигналов между разнесенными в пространстве звеньями систем автоматики и автоматизированных систем организуется **канал связи** — совокупность технических средств, обеспечивающих передачу помехоустойчивых сигналов от одного устройства другому. В системах автоматики используются симплексные каналы связи, допускающие передачу сигналов только в одном направлении, и полудуплексные каналы связи, допускающие передачу информации в обоих направлениях поочередно.

Технические средства канала связи выполняют следующие действия: модуляция сигнала; преобразование модулированного сигнала; демодуляция модулированного сигнала. Передача информации между техническими средствами канала связи осуществляется по проводным и беспроводным линиям связи. В случае проводной линии связи технические средства соединены проводящим устройством: кабелем или проводом.

В настоящее время для передачи информации используются следующие виды кабеля:

- витая пара;
- коаксиальный кабель;
- волоконно-оптический кабель.

Если линия связи беспроводная, то технические средства имеют фидеры и антенны, излучающие и принимающие радиоволны. Беспроводные линии связи называют **линиями радиосвязи**, по ним передаются **радиосигналы** — искусственно создаваемые радиоволны, несущие информацию. **Радиоволны** — электромагнитное излучение с длинами волн в электромагнитном спектре длиннее инфракрасного. Радиоволны имеют частоту от 3 кГц до 300 ГГц, и соответствующую длину волны от 1 мм до 100 км. Как и все другие электромагнитные волны, радиоволны распространяются со скоростью света.

Скорость манипуляции или **символьная скорость** — число различных состояний сигнала в линии связи в единицу времени. При этом сами состояния называются символами. Основная единица измерения скорости манипуляции — **бод** (число символов в секунду) — количество изменений информационного параметра сигнала в секунду, для цифровых сигналов — количество битов, передаваемых в секунду. Бодами также выражают полную ёмкость канала, включая служебные символы (биты), если они есть. Скорость манипуляции не следует путать со **скоростью передачи информации**, определяющей количество информации, передаваемое в единицу времени и измеряемое в битах в секунду.

Электрические сигналы, подлежащие передаче в системах автоматики, в большинстве случаев лежат в низкочастотной части спектра (в диапазоне от нуля до нескольких десятков герц). Передача этих сигналов на расстояния иногда используется, но дальность действия подобных систем ограничена и редко превышает нескольких десятков метров, так как низкочастотные сигналы наиболее сильно подвержены воздействию помех при передаче их на большие расстояния. Для повышения помехоустойчивости низкочастотные электрические сигналы подвергают модуляции.

Модуляция — процесс изменения одного или нескольких параметров высокочастотного несущего электромагнитного колебания по закону входного сигнала. Передаваемая информация заложена во входном сигнале, а роль переносчика информации выполняет высокочастотное (модулированное) колебание, называемое несущим. В результате модуляции спектр низкочастотного входного сигнала переносится в область высоких частот. Это позволяет при организации вещания настроить функционирование всех приёмо-передающих устройств на разных частотах с тем, чтобы они не мешали друг другу. Устройство, осуществляющее модуляцию сигнала, называется: **модулятор**.

Демодуляция — процесс обратный модуляции — преобразование модулированных колебаний высокой частоты в низкочастотный сигнал. **Демодулятор** — устройство, осуществляющее демодуляцию сигнала.

Методы модуляции сигналов:

- непрерывные;
- импульсные;
- цифровые.

В непрерывных методах модуляции в качестве несущего используют непрерывное гармоническое колебание, вырабатываемое высокочастотным генератором. В зависимости от того, какой именно параметр несущего колебания изменяется в соответствии с изменением низкочастотного сигнала, различают модуляции: амплитудную, частотную и фазовую. При демодуляции производится измерение изменяемого параметра несущего колебания.

В импульсных методах модуляции несущим колебанием является периодическая последовательность прямоугольных импульсов. Модулятор в соответствии с изменением низкочастотного сигнала изменяет какой-либо параметр этой последовательности импульсов: амплитуду — амплитудно-импульсная модуляция (АИМ); частоту — частотно-импульсная модуляция (ЧИМ); длительность — широтно-импульсная модуляция (ШИМ); момент появления — фазоимпульсная модуляция (ФИМ). Для демодуляции импульсного сигнала необходимо измерять тот параметр импульсов, который несет информацию (амплитуду, длительность, частоту, фазу).

Точность передачи информации при практическом использовании непрерывных и импульсных методов модуляции ограничена воздействием помех и не идеальностью характеристик модулятора, демодулятора и других устройств, участвующих в передаче сигнала.

Цифровые методы модуляции обеспечивают высокую точность передачи сигнала, так как в этом случае сигнал подвергается дискретизации по времени и квантованию по уровню. При этом увеличивая число уровней квантования (и соответственно разрядность кода), можно сделать ошибку квантования по уровню сколь угодно малой. Естественно, что за это приходится расплачиваться увеличением времени передачи сигнала или расширением требуемой полосы пропускания канала связи (если увеличивать частоту следования импульсов).

Цифровую модуляцию также называют: **манипуляция** — процесс преобразования последовательности кодовых символов в последовательность элементов сигнала (частный случай модуляции — при дискретных уровнях модулирующего сигнала).

Существуют следующие виды манипуляции:

- амплитудная манипуляция (скачкообразно меняется амплитуда несущего колебания);
- частотная манипуляция (значениям 0 и 1 последовательности кодовых символов соответствуют определенные частоты синусоидального сигнала при неизменной амплитуде);
- фазовая манипуляция (фаза несущего колебания меняется скачкообразно);
- квадратурная амплитудная манипуляция (КАМ) — манипуляция, при которой изменяется как фаза, так и амплитуда сигнала, что позволяет увеличить количество информации, передаваемой одним состоянием (отсчётом) сигнала.

Так как при цифровых методах модуляции информацию несет не какой-либо параметр колебаний, а вид кодовой комбинации, то при приеме нет необходимости измерять искаженные в канале связи амплитуду, длительность или частоту с неизбежной при этом ошибкой измерения, достаточно установить произошел скачок несущего параметра или нет. Этим обстоятельством и объясняются высокие точность и помехоустойчивость цифровых методов модуляции. Если точность непрерывных и импульсных методов составляет 0,5...1,0 %, то цифровые методы позволяют достигнуть точности 0,05...0,1 % и выше.

Элементы и виды систем управления оборудованием

Система управления — совокупность обслуживающего персонала, средств сбора информации об объекте управления и окружающей среде, обработки информации, ее передачи, воздействия на объект управления, предназначенная для достижения целей управления.

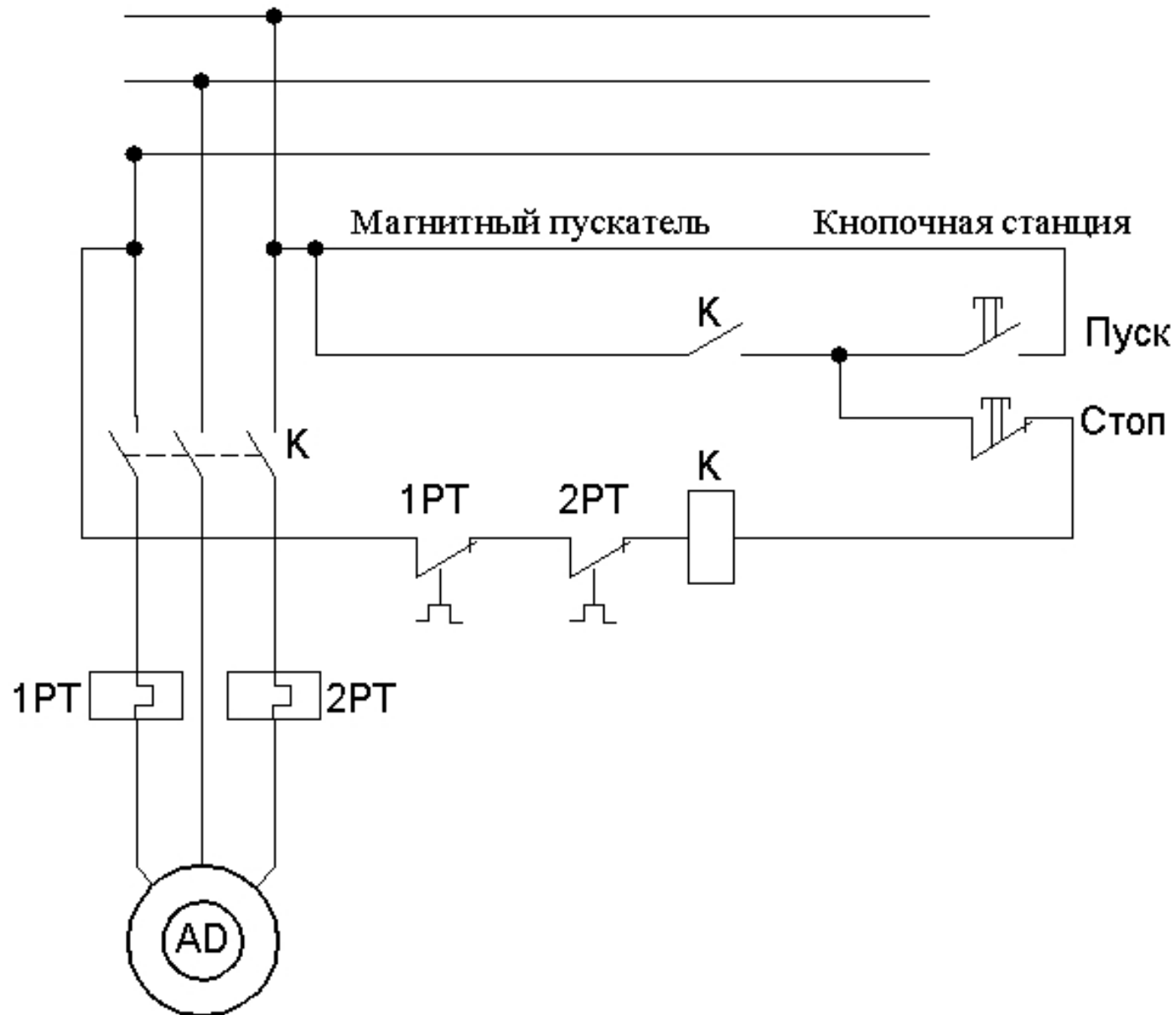
Система управления оборудованием включает один или несколько **контуров управления**. Каждый контур управления автономно воздействует на объект управления.

Системы управления оборудованием бывают трех видов:

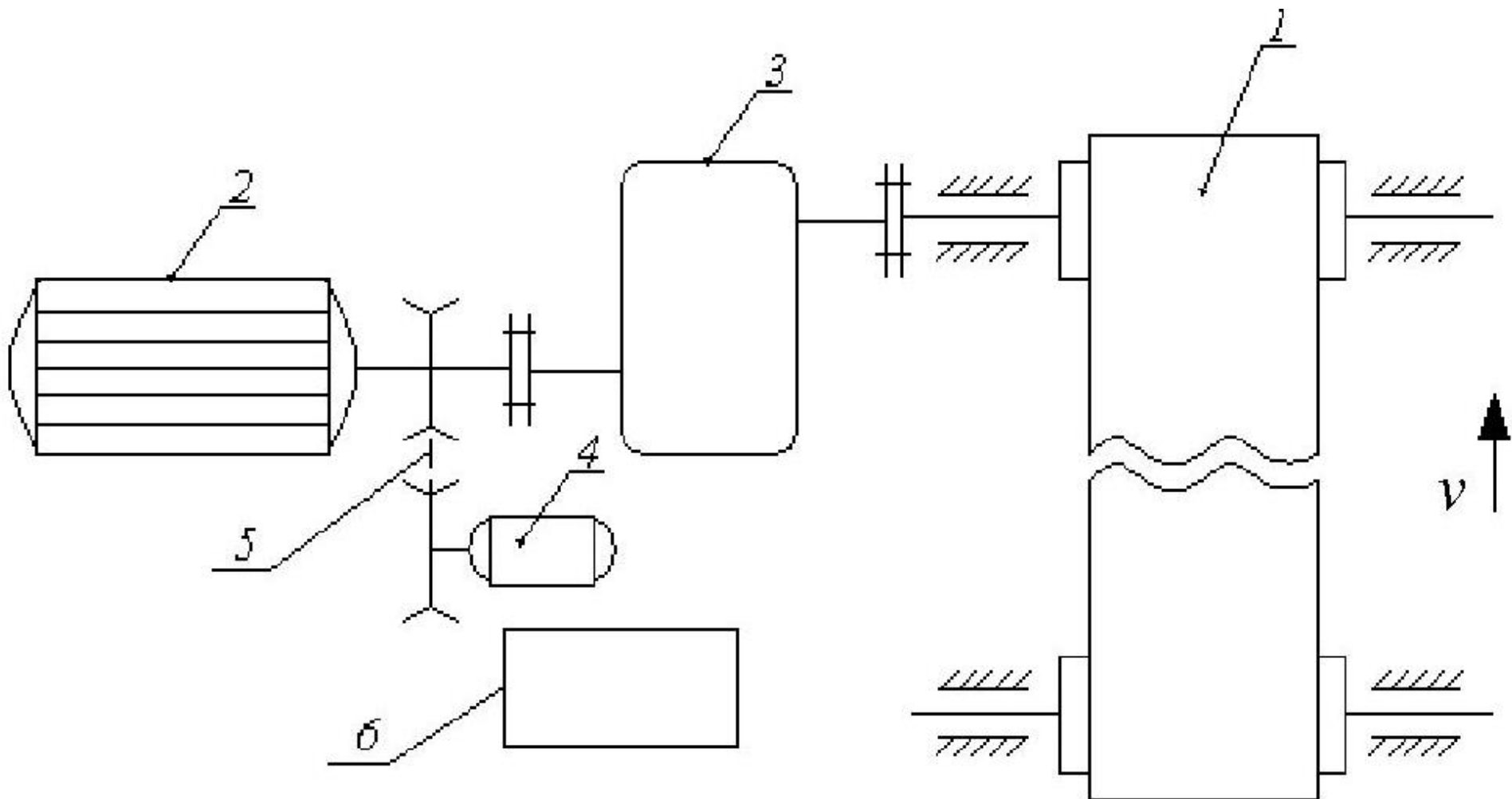
- системы ручного управления;
- автоматизированные системы управления (АСУ);
- системы автоматического управления (САУ).

В системах ручного управления операции информационного процесса управления выполняет человек – оператор. На основании принятого управленческого решения оператор воздействует на орган управления, который вырабатывает сигнал для исполнительного устройства. Исполнительное устройство воздействует на объект управления. Оператор, орган управления и исполнительное устройство образуют систему управления оборудованием.

Электрическая схема системы нереверсивного управления асинхронным трехфазным электродвигателем

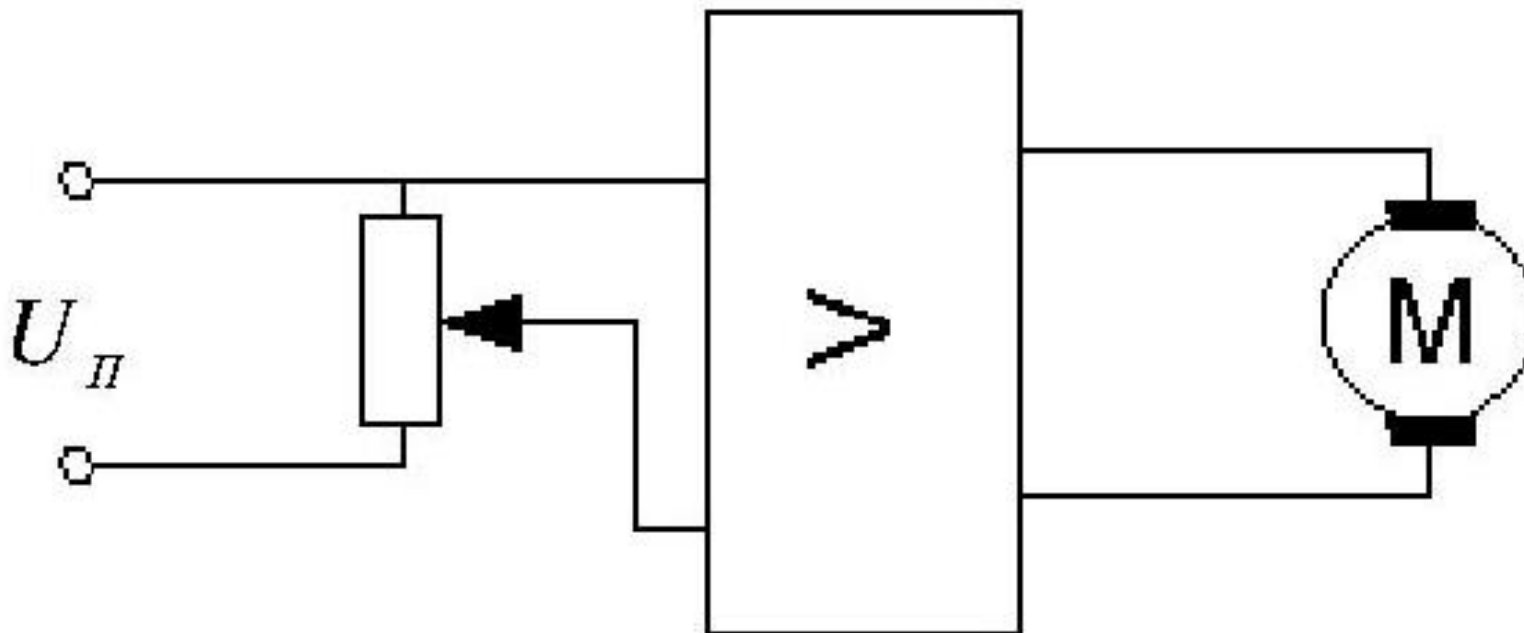


от электродвигателя постоянного тока



$$v = 0,5D\omega / z$$

Исполнительная цепь

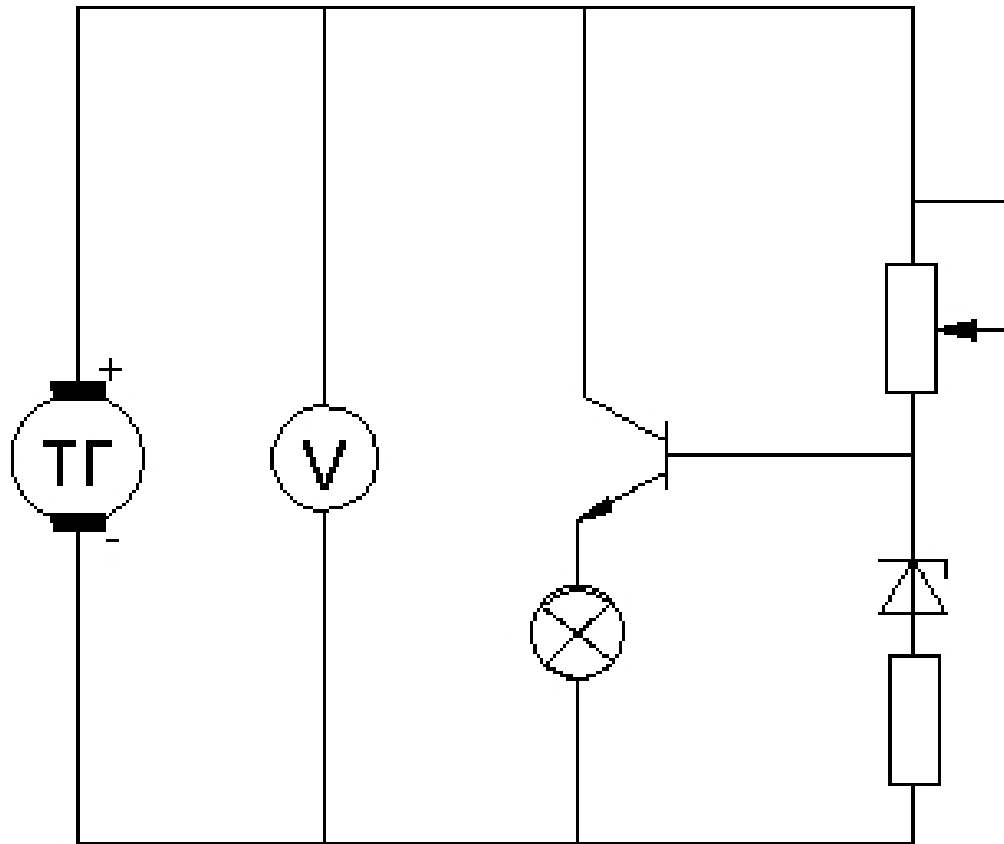


$$u = k_y u_{II}$$

АСУ и САУ оборудованием

В АСУ человек является обязательным элементом системы, но его функции сокращены. АСУ включает систему автоматического контроля, которая выполняет сбор информации о состоянии объекта управления, или сбор информации и ее анализ, что позволяет оператору точно принять управленческое решение на основе показаний вторичных приборов и сигнальных устройств. К АСУ также относятся системы управления, включающие контуры автоматического и ручного управления. Примером такой АСУ является тормозная система автомобиля с антиблокировочной системой.

Информационная цепь



$$v = \frac{Dp u_{ТГ}}{2zCF}$$

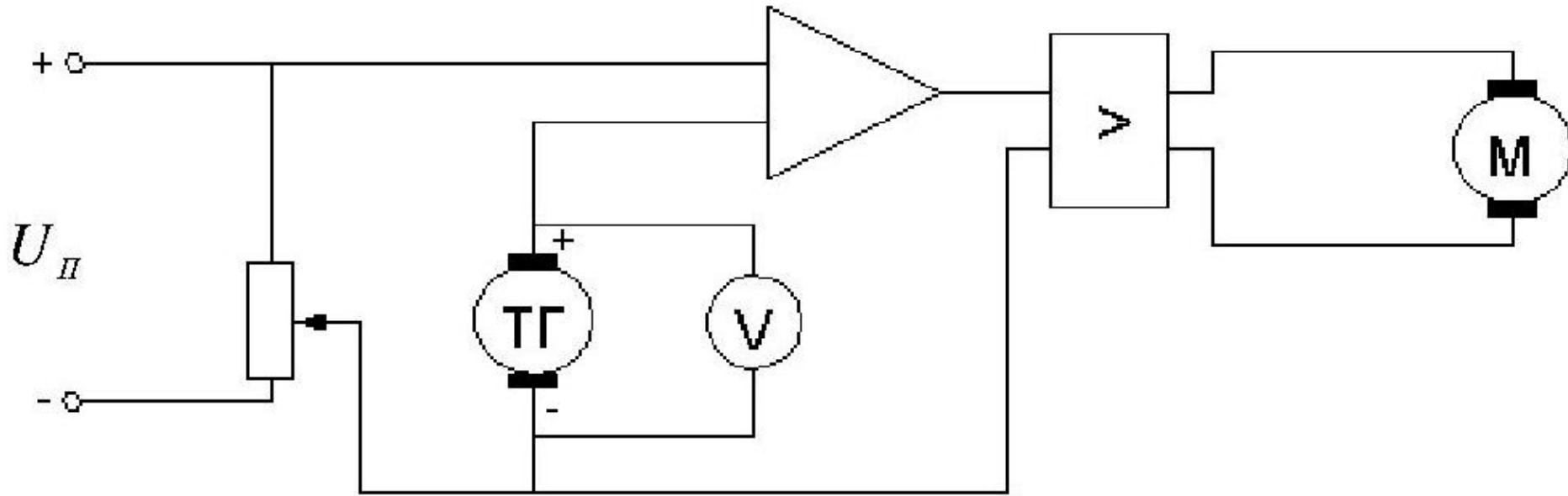
$$u_{ТГ0} = \frac{2zCFv_0}{Dp} \quad (1.1)$$

Сигнальная лампочка включена в цепь биполярного транзистора n-p-n типа. При напряжении на клеммах тахогенератора ниже напряжения соответствующего заданной скорости транспортера стабилитрон находится в непробитом состоянии и на базу транзистора поступает положительный потенциал, транзистор открыт и сигнальная лампочка светится.

Вторичный прибор, сигнальная лампочка, кнопочная станция пускателя и рычаги ползунков потенциометра и реостата расположены на пульте управления 6. Такая система управления называется автоматизированной, так как сбор информации о состоянии объекта управления выполняется техническим средством автоматики – датчиком угловой скорости (тахогенератором), а электронная схема, включающая стабилитрон, транзистор, реостат и резистор производит анализ информации о состоянии объекта управления и выдает результат этого анализа в виде сигнала (света лампочки). Датчик угловой скорости, вторичный прибор, сигнальная лампочка, электронная схема, а также соединяющие их проводящие устройства образуют систему автоматики.

В САУ все операции управления (сбор информации о состоянии объекта управления, ее анализ, принятие управленческого решения, его воспроизведение, воздействие на объект управления) выполняют технические средства автоматики, а поэтому САУ функционируют без непосредственного участия человека.

Электрическая принципиальная схема САУ транспортером с приводом от электродвигателя постоянного тока



$$\begin{aligned} u_o &= k_o (u_{II} - u_{TG}) \\ u &= k_y u_o = k_y k_o (u_{II} - u_{TG}) \end{aligned} \quad (1.2)$$

Оснащение машин и оборудования системами автоматики позволяет снизить напряженность труда операторов, повысить производительность и безопасность технологических процессов, качество продукции или услуг.

Техническая документация систем автоматики

При разработке, изготовлении, ремонте, обслуживании и эксплуатации систем автоматики и их составляющих руководствуются требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД) – комплекса стандартов, который определяет состав, правила разработки, оформления и обращения конструкторской документации.

Конструкторская документация – графические и текстовые документы, которые в совокупности или в отдельности определяют состав и устройство системы автоматики и содержат всю информацию, необходимую для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, обслуживания и ремонта системы автоматики.

Конструкторская документация текстовая – документация, которую выполняют рукописным (печатным) способом на листах бумаги формата А4 согласно установленным формам.

К текстовой конструкторской документации относятся:

- **спецификации**, которые определяют составные части сборочных единиц, комплексов или комплектов;
- **перечень элементов принципиальной схемы** устанавливает ее состав;
- **технические условия** содержат требования к системе автоматики;
- **пояснительная записка** содержит словесное описание системы автоматики, а также обоснование принятых во время разработки технических решений;
- **ведомости** включают перечни составных элементов: ведомость спецификаций, ведомость покупных изделий, ведомость ссылочных документов, а также ведомости технического предложения, эскизного и технического проектов;
- **эксплуатационная документация** предназначена для изучения системы автоматики и правил ее эксплуатации; содержит техническое описание, инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию, паспорт, ведомость запасных изделий и т.п.

При наличии в системе автоматизации технических средств, требующих программного обеспечения, необходимо иметь документацию на данное программное обеспечение.

Документация на программное обеспечение – текстовые и графические документы (руководства пользователя, диалоговая (оперативная) документация, справочные материалы), описывающие, как пользоваться программным продуктом. Программные продукты и документация на программное обеспечение разрабатываются в соответствии с требованиями единой системы программной документации (ЕСПД).

Конструкторская документация чертежная — графическая документация, состоящая из чертежей пяти видов:

- **чертеж детали** содержит ее изображение и информацию, необходимую для ее изготовления и контроля;
- **сборочный чертеж** содержит изображение и информацию сборочной единицы — нескольких сопряженных деталей, необходимую для ее сборки и контроля;
- **чертеж общего вида** определяет конструкцию всего технического средства, взаимодействие его основных частей и поясняет принцип действия;
- **электромонтажный чертеж** содержит информацию, необходимую для электрического монтажа системы автоматики или ее части;
- **монтажный чертеж** содержит контурное (упрощенное) изображение системы автоматики, а также информацию для ее установки на месте использования.

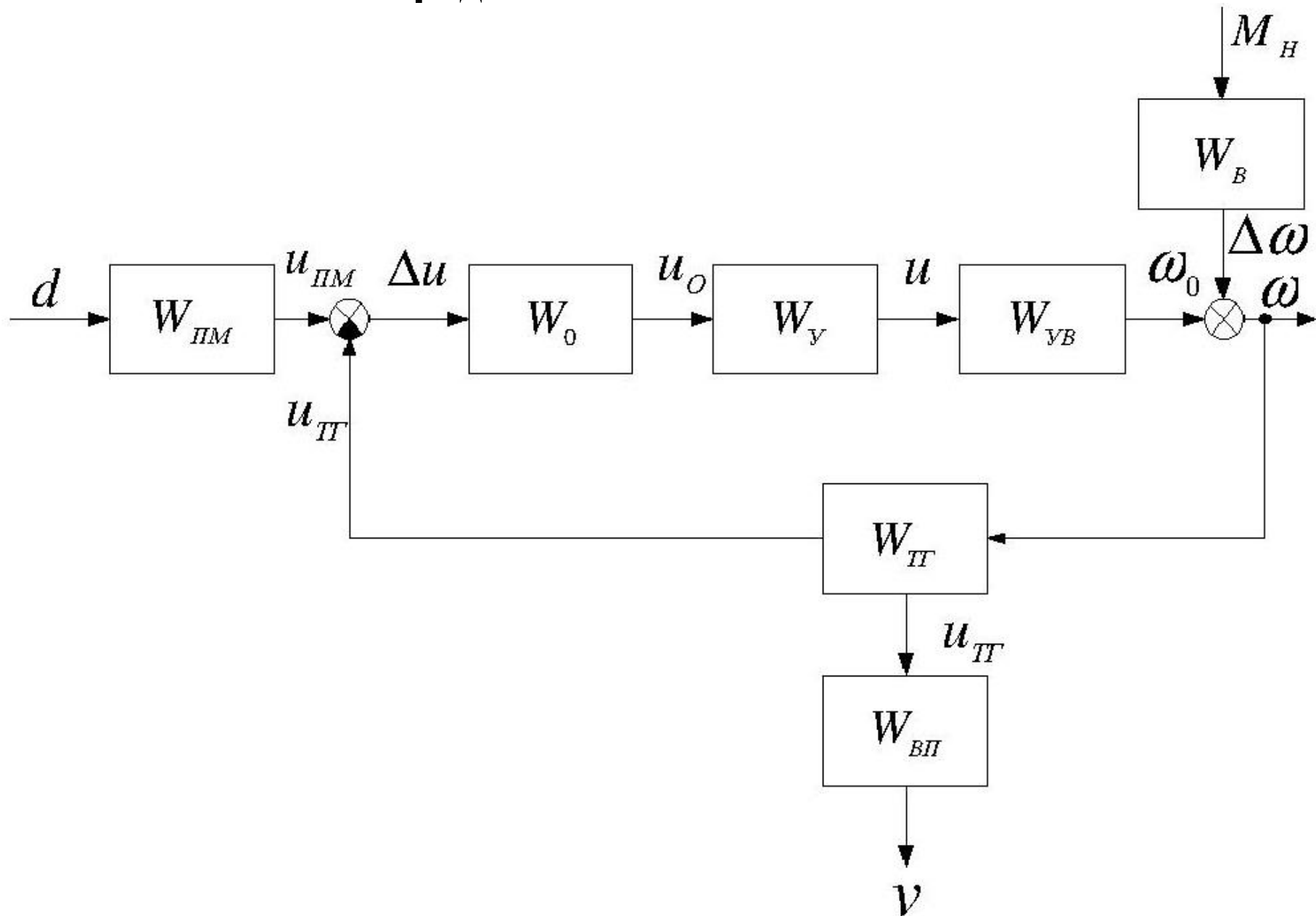
Схемы систем автоматики

Конструкторская документация схемная – графическая документация, которая состоит из схем шести видов:

- **структурная схема** – условное изображение совокупности элементарных звеньев системы автоматики или отдельного устройства, связей между ними, один из видов графической модели (под элементарным звеном понимают часть объекта, системы управления и т.д., которая реализует элементарную функцию); элементарные звенья изображаются прямоугольниками, а связи между ними – сплошными линиями со стрелками, показывающими направление действия звена, иногда в поле прямоугольника вписывают математическое выражение закона преобразования сигнала в звене (передаточную функцию звена), в этом случае схему называют алгоритмичной;

- **принципиальная схема** определяет полный состав элементов и связи между ними, дает подробное представление о принципе действия изделия, элементы показывают условными графическими обозначениями; к принципиальным схемам относятся электрические, гидравлические, пневматические, кинематические схемы;

Структурная схема САУ транспортером с приводом от электродвигателя постоянного тока



- **функциональная схема** определяет функциональные элементы, входящие в систему автоматики, и связи между ними, описывает процессы, протекающие в системе; функциональные элементы изображаются прямоугольниками с текстовыми пояснениями, сигналы показываются стрелками;

- **схема соединений (монтажная)** показывает расположение и соединения составных частей системы автоматики и определяет необходимые: провода, кабели, трубы, муфты, зажимы, соединители и т.д.;

- **схема подключения** показывает внешние соединения устройства;

- **схема общая** устанавливает составные части комплекса устройств системы автоматики и способы их установки на месте эксплуатации, крепежные устройства.

Функциональная схемы САУ транспортером с приводом от электродвигателя постоянного тока

