МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ

РАССМОТРЕНО
на заседании ПЦМК
технических дисциплин
протокол № _____
от «___» _____20 г.
Председатель _____/Л.Б. Шаврина

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
_____С.В. Клюквина
«_____» _____20 г.

Методические рекомендации для студентов по проведению практических работ по ПМ 01 Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации

МДК 01.03 Теоретические основы контроля и анализа функционирования систем автоматического управления

для специальности

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Саратов, 2019

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А» **Шаврина Л.Б.**

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 3 курса, специальности **15.02.07** Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям).

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....
Введение.....
Цель практических занятий.....
Организация практического занятия.....
Структура практического занятия.....
Список рекомендуемой литературы……..

Введение

Практические занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Семинар является видом практических занятий.

В процессе практического занятия обучающиеся выполняют одно или несколько практических заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

– формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;

– обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

– совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;

– развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

– выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Цель практических занятий

В результате освоения ПМ 01 «Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации» обучающийся должен **иметь практический опыт**:

-проведения измерений различных видов;

-произведения подключения;

уметь:

-выбирать метод и вид измерения;

-пользоваться измерительной техникой, различными приборами и типовыми элементами средств автоматизации;

-рассчитывать параметры типовых схем и устройств,

-осуществлять рациональный выбор средств измерений;

-производить поверку, настройку приборов;

-выбирать элементы автоматики для конкретной системы управления, исполнительные элементы и устройства мехатронных систем;
-снимать характеристики и производить подключение приборов;
-учитывать законы регулирования на объектах, рассчитывать и устанавливать параметры настройки регуляторов;
-проводить необходимые технические расчеты электрических схем включения датчиков и схем предобработки данных несложных мехатронных устройств и систем;
-рассчитывать и выбирать регулирующие органы;
-ориентироваться в программно-техническом обеспечении микропроцессорных систем;
-применять средства разработки и отладки специализированного программного обеспечения для управления объектами автоматизации;
-применять Общероссийский классификатор продукции (далее - ОКП);

знать:

-виды и методы измерений;
-основные метрологические понятия, нормируемые метрологические характеристики;
-типовые структуры измерительных устройств, методы и средства измерений технологических параметров;
-принцип действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения;
-назначение, устройства и особенности программируемых микропроцессорных контроллеров, их функциональные возможности, органы настройки и контроля.

Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению ПМ 01 «Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации» основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1 Проводить анализ работоспособности измерительных приборов и средств автоматизации.

ПК 1.2 Диагностировать измерительные приборы и средства автоматического управления.

ПК 1.3 Производить поверку измерительных приборов и средств автоматизации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

А также формированию общих компетенций:

ОК.2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК.3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК.4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития

ОК.5 Использовать информационно- коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК.6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями

ОК.9Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Критерии оценки выполнения практической работы:

№	Критерии оценки	Оценка
1	Студент выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите работы ответил на все вопросы	Отлично
2	Студент выполнил работу полностью, проявил самостоятельность, активность, при защите ответил не на все вопросы	Хорошо
3	Студент выполнил работу полностью, при выполнении работы проявил недостаточную самостоятельность, пользовался помощью преподавателя, при защите работы ответил не на все вопросы	Удовлетворительно
4	Студент не закончил выполнение работы, самостоятельности при выполнении работы не проявил, на вопросы при защите не ответил	Неудовлетворительно

Организация практического занятия

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.) - кабинет (В соответствии с УП).

В соответствии с требованиям ФГОС СПО 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент *практические занятия. (с использованием персональных компьютеров).*

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер,* отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;

- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;
- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.

Методические рекомендации к практическим работам разработаны на основе рабочей программы ПМ 01 «Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации».

Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению ПМ 01 «Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации» основной профессиональной образовательной программы по специальности 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» и овладению профессиональными компетенциями.

Практическая работа № 1,2

Тема: Изучение конструкций реле, применение в схемах релейной защиты

Цель работы: ознакомиться с конструкциями реле и применением их в схемах релейной защиты.

Ход работы:

Релейной защитой называется специальные устройства (реле, контакторы, автоматы и т.д.) обеспечивающие автоматическое отключение повреждённой части установки или приводит в действии сигнализацию.

Реле называется аппараты, замыкающие или размыкающие электрические сети, или механически воздействуют на выключатели при заданном значении величин напряжения, на которые они реагируют.

Указательное реле РУ –21

Указательные реле (рис. 1) используются в схемах РЗ и автоматики в качестве указателей срабатывания этих устройств. Устройство реле РУ-21, широко распространенного в настоящее время, состоит из электромагнита с обмоткой 1. Когда по обмотке проходит ток, якорь 2 притягивается, освобождая флажок (блинкер) 3. Флажок падает под действием собственного веса и занимает положение, при котором он виден через смотровое окно 4. Возврат флажка в исходное положение производится нажатием на кнопку 5.

Тепловые реле применяются для защиты от перегрузок в сетях напряжением до 1 кВ. Такие реле входят в конструкцию магнитных пускателей.

Рассмотрим реле с использованием полупроводниковых приборов (диодов и транзисторов). Эти реле обладают малым временем возврата и малыми погрешностями по току срабатывания, относятся к бесконтактным аппаратам, в которых используются усилительные свойства транзисторов. Принцип действия полупроводниковых реле сводится, как правило, к скачкообразному изменению тока в электрической цепи при воздействии на него, управляющего сигнала. К недостаткам таких реле следует отнести: наличие небольшого тока в цепи нагрузки в положении «выключено», в связи, с чем бесконтактные реле не могут быть использованы для полного разрыва цепи; большие разбросы характеристик, зависимость от температуры, нелинейность сопротивлений.

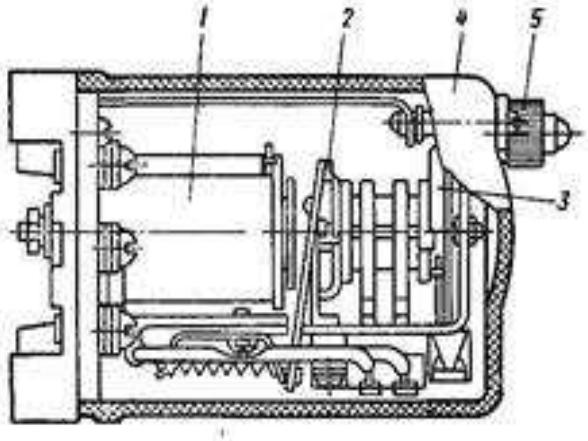


Рисунок 1–Указательное реле РУ –21

Промежуточное реле РП – 341

Промежуточные реле (рис. 2), как правило, выполняются на электромагнитном принципе и предназначены для увеличения числа контактов основного реле, когда при его срабатывании требуется замкнуть и разомкнуть несколько цепей. Кроме того, промежуточные реле имеют значительно более мощные контакты по сравнению с контактами основного реле. Поэтому, если необходимо замыкание

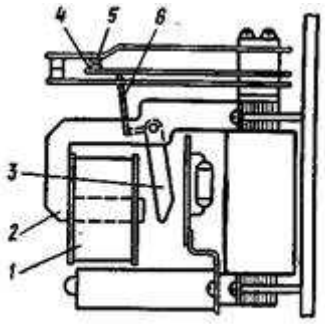


Рисунок 2 – Промежуточное реле РП – 341

или размыкание цепей такой мощности, на которую контакты основного реле не рассчитаны, то они сначала замыкают цепь катушки промежуточного реле, которое своими контактами замыкает соответствующие цепи основного реле. При прохождении тока по катушке 1, превышающего ток нормального режима, срабатывает якорь 3 магнитнойсистемы 2. С помощью рычага 6 замыкаются контакты 4 и 5.

Реле прямого действия ЭТ – 520

Рассмотрим принцип действия и конструкции различных типов реле, применяемых в схемах РЗ. На рис. 3 показана конструкция электромагнитного реле серии ЭТ-520 мгновенного срабатывания. Ток срабатывания реле регулируется натяжением спиральной пружины 4 с помощью рычага 7. Обмотка 1, расположенная на сердечнике 2, состоит из двух секций, что позволяет последовательным или параллельным включением секций изменять пределы регулирования тока срабатывания четырьмя ступенями. Якорь 3 поворачивается и контактный мостик 5 замыкает неподвижные контакты 6, чем обеспечивается подача отключающего импульса на выключатель. У ставка реле устанавливается на шкале 8.

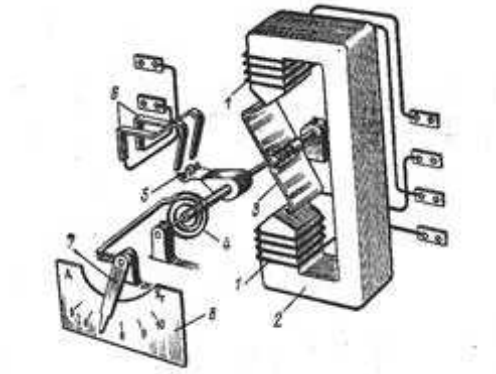


Рисунок 3 – Токовое реле ЭТ – 520.

Реле тока РТ – 80

По принципу действия данное реле является комбинированным, состоящим из индуктивного и электромагнитного элементов. При перегрузках, когда величина тока в обмотке реле меньше тока срабатывания электромагнитного элемента, отключение происходит с выдержкой времени за счёт индукционного элемента, а при токах в обмотке реле, превышающих ток срабатывания индукционного элемента, срабатывает электромагнитный элемент без выдержки времени.

При протекании по обмотке реле тока диск индукционного элемента медленно вращается, причем его вращению препятствует тормозной момент создаваемый постоянным магнитом. Под действием электромагнитного момента, создаваемое током реле рамка поворачивается, червяк входит в зацепление с зубьями сегмента, начинает постепенно подниматься, преодолевая усилия пружины и специальной планкой замыкает контакты реле. Время срабатывания регулируется винтом.

Электромагнитный элемент состоит из ярма электромагнита и якоря, через которые замыкается часть потоков рассеивания электромагнита. При протекании больших токов по

обмотке реле, якорь втягивается и без выдержки времени замыкает контакты реле. Токи срабатывания электромагнитного элемента регулируется изменением количества витков обмотки и погашением регулировочного винта.

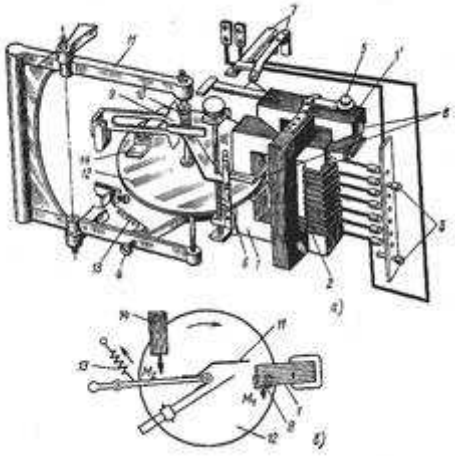


Рисунок 4 – Реле тока РТ – 80

Реле напряжения РНТ

По конструкции реле максимального напряжения схожи с реле максимального тока, но катушка имеет большее число витков меньшего сечения провода. При подключении напряжения подвижные контакты замыкают неподвижные. При падении напряжения до установленных значений подвижных контакты под действием пружины возвращается в исходное положение, тем самым размыкается (силовая) цепь. На этих реле так же имеются дополнительные пары нормально разомкнутых контактов, которые при срабатывании замыкаются и сигнализируют об этом.

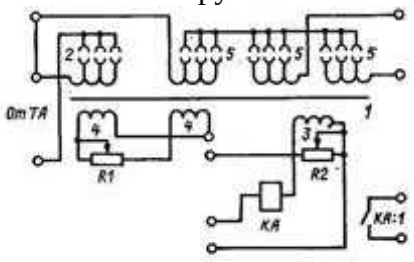


Рисунок 5 – Реле напряжения РНТ

Реле времени ЭВ

Реле времени (рис. 6) предназначено для создания выдержки времени срабатывания РЗ.

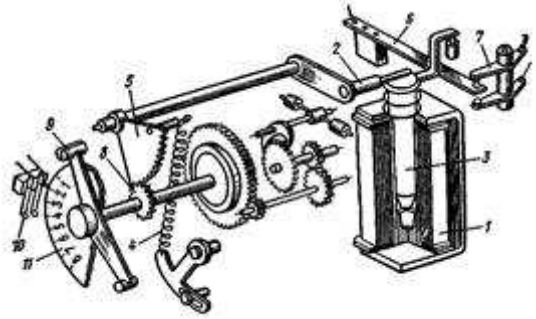
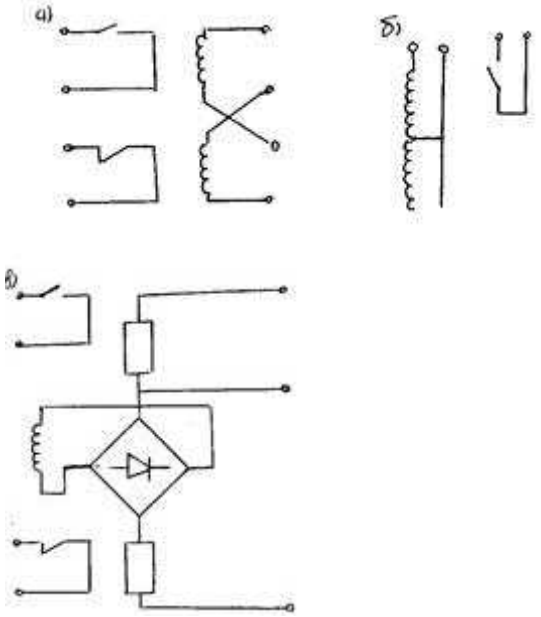


Рисунок 6 – Реле времени типа ЭВ

Реле времени имеют выдержки в диапазоне 0,1–20 с. Наибольшее распространение получили реле времени с часовыми механизмами. При подаче напряжения на обмотку 1 реле якорь 3 втягивается, палец 2освобождается и под действием пружины 4 происходит поворот зубчатого сектора 5 по часовой стрелке, а шестерня 8 и подвижной контакт 9 поворачиваются против часовой стрелки, что приводит к замыканию контактов 10. Выдержка времени

регулируется перемещением контактов 10 по шкале 11, отградуированной в секундах; контакты 6 и 7 мгновенного срабатывания без выдержки времени.



Принципиальные схемы рассмотренных выше реле (схемы выходов):

а) Реле тока прямого действия Pf-40/50

б) Реле тока РТ – 81/1 – У4

в) Реле напряжения РН – 54/160

Вывод: Ознакомились с конструкциями реле и применением их в схемах релейной защиты.

Практическая работа № 3

Тема: «Исследование работы аппаратов автоматического управления. Работа реле»

Цель работы: исследовать работу аппаратов автоматического управления

Ход работы:

1. Рассмотреть устройство реле и описать обозначения позиций.

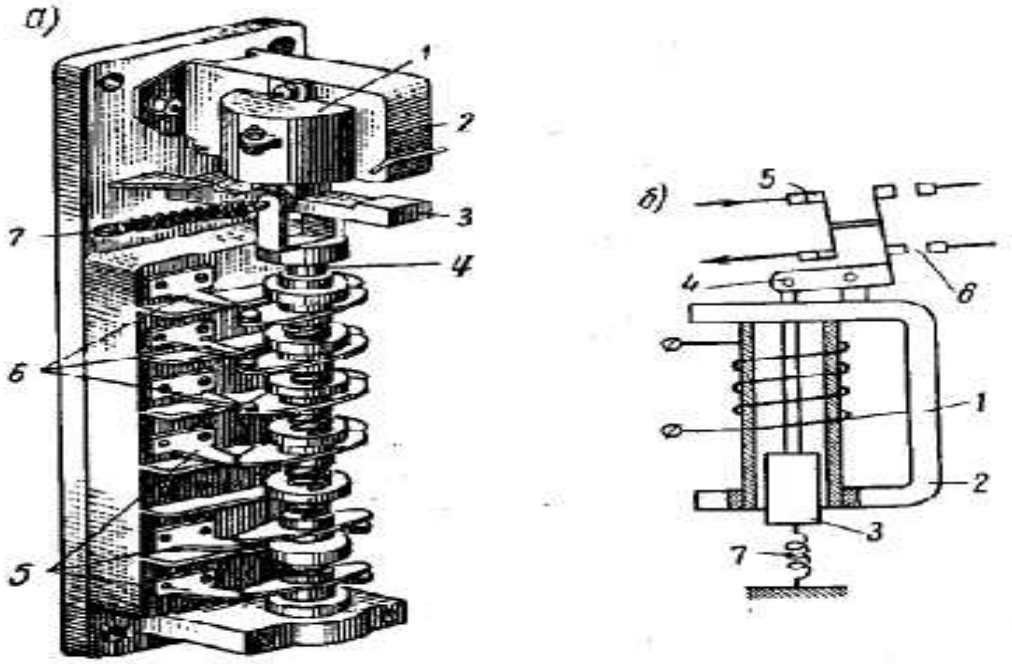


Рис. 1 Электромагнитное реле:
а — внешний вид; б — схема устройства

Устройство электрического реле:

1 – катушка
2 – сердечник (неподвижная часть)
3 – якорь
4 – шток
5 – размыкающие контакты
6 – замыкающие контакты
7 – пружины

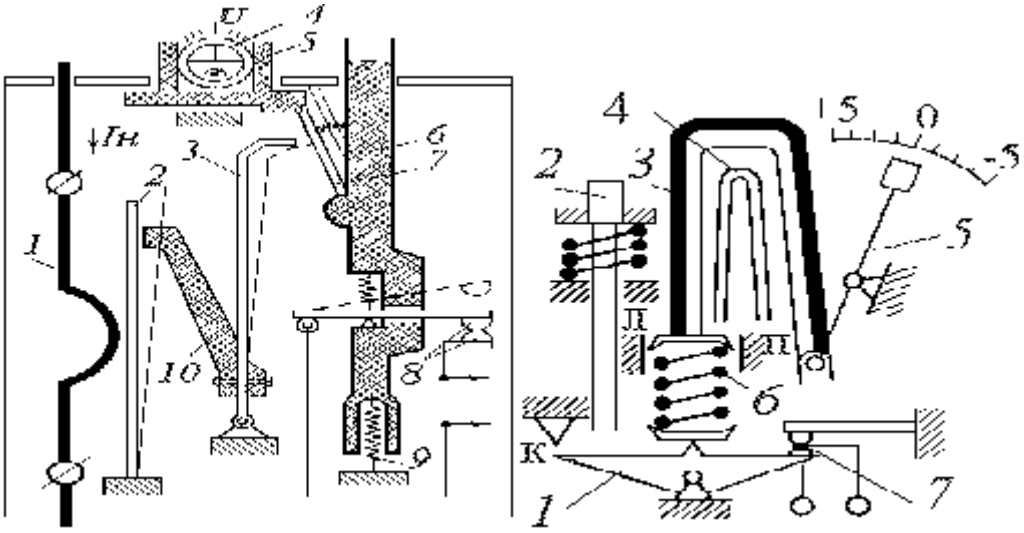


Рис. 2.Тепловое реле

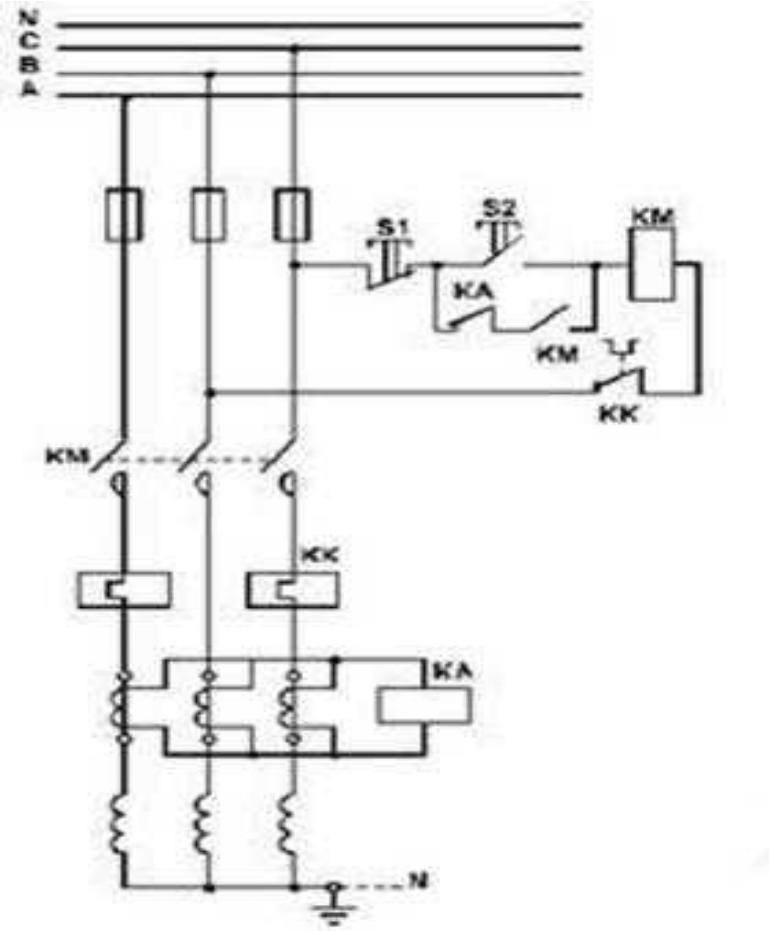
Устройство теплового реле:

Схема устройства теплового реле: а - ТРН, б - серии ТРП

1 - нагревательный элемент,
2 - биметаллическая пластина,
3 - биметаллическая пластина температурного компенсатора,
4 - эксцентриковый механизм регулятора, 5 - движок уставки,
6 - штанга расцепителя,
7 - защелка,

8 - контакты,
9 - пружина,
10 - толкатель реле.

2. Изучить электрическую цепь.



Ответить на вопросы:

1. Для чего служат аппараты автоматического управления?
2. Какие типы и виды Вы знаете?
3. Принцип работы электромагнитного реле.
4. Принцип работы теплового реле.

Практическая работа № 4

Тема: «Исследование работы электродвигательного исполнительного механизма».
Цель работы: изучить работу электродвигательного исполнительного механизма.
Ход работы:

Все электрические исполнительные механизмы можно разделить на две основные группы:

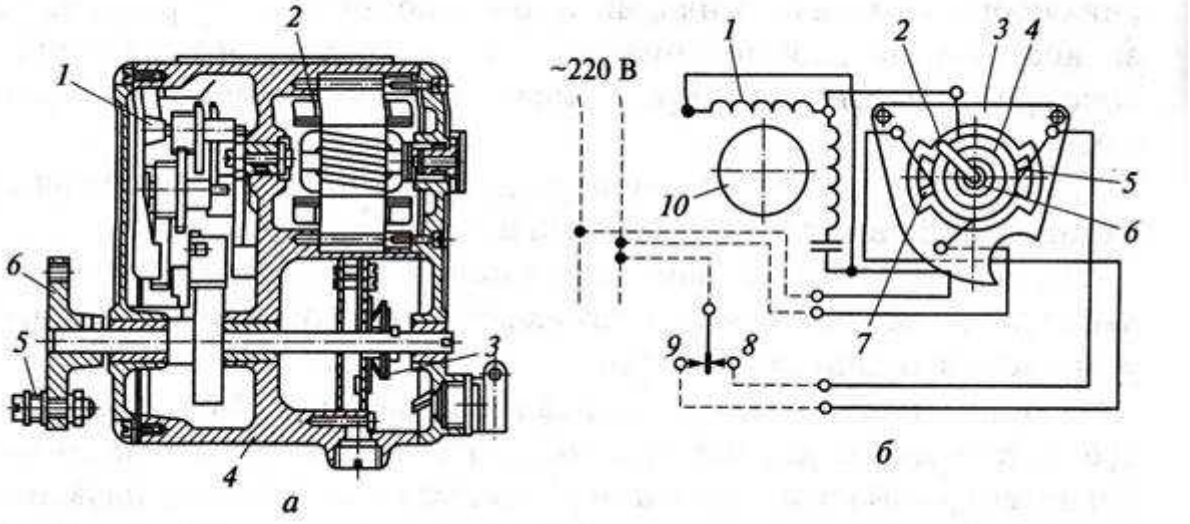
1. электромагнитные
2. электродвигательные.

Электродвигательные исполнительные механизмы представляют собой электроприводы, предназначенные для перемещения регулирующих органов в системах автоматического регулирования и управления и состоят из электродвигателя, редуктора, выходного устройства для связи с регулирующим органом и ряда дополнительных устройств.

1. У механизмов с контактным управлением, включение, отключение и реверсирование двигателей осуществляются от релейно-контактной аппаратуры, т.е. скорость перемещения выходного элемента (вала или штока) не зависит от управляющего сигнала, а направление перемещения определяется знаком сигнала. Для механизмов с бесконтактным управлением используют магнитные, электронные и полупроводниковые усилители.

Позиционные исполнительные механизмы применяют для управления рабочими органами по сигналам от контактных или релейных устройств вторичных приборов.

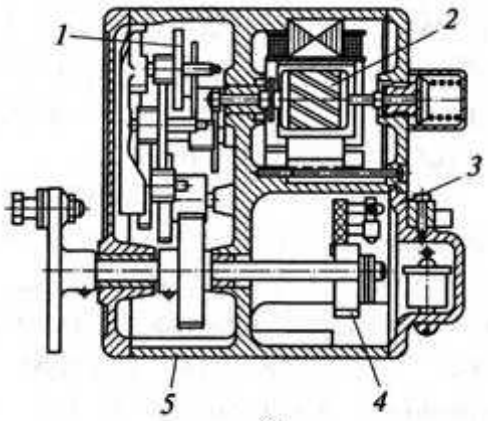
ПИМ(рис.а) используется в системах двухпозиционного регулирования и в системах управления рабочими органами. Он представляет собой силуминовый литой корпус 4, в котором размещены однофазный асинхронный двигатель (АД) 2, и редуктор 1. На одном конце выходного вала редуктора закреплён диск 6 с эксцентричным пальцем 5, к которому присоединяется регулирующий орган; на другом конце вала редуктора закреплён ползун блокирующего переключателя 3. На электрической схеме (рис.б) показано, что им управляет контактное управляющее устройство измерительного прибора (вторичного преобразователя).



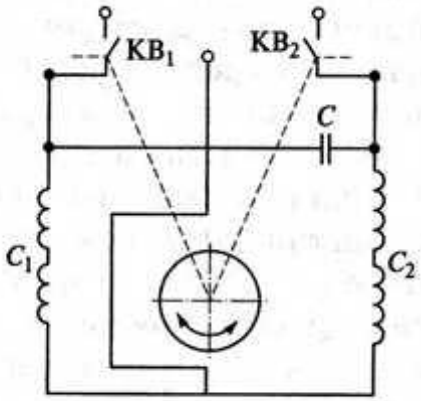
Оно может замыкать контакт 8 или 9 и находиться в нейтральном положении. В этом положении ползун 2 переключателя 3 находится в изолированном контакте 5 или 7, обмотка 1 статора двигателя обесточена и ротор неподвижен. При изменении регулируемого параметра замкнётся контакт 8 и в обмотке статора АД появится ток, идущий по цепи через контакты 8 и 5, ползун 12, внутреннее токонесущее кольцо 4 и обмотку статора 1. Вал ротора через редуктор сообщает вращение выходному валу 6, ползун 12 сходит с контакта 5 и скользит по токонесущей пластине, цепь двигателя остаётся замкнутой. После одного полуоборота ползун 12 сойдёт на контакт 7,цепь разомкнётся и АД остановится. При замыкании контакта 9 цепь окажется снова замкнутой, АД будет вращаться в том же направлении до тех пор пока ползун 12 не сойдёт с токонесущей пластины на контакт 5. Так как выходной вал редуктора непосредственно соединён с рабочим органом, то последний будет соответственно полностью закрываться или открываться. Таким образом, для управления исполнительным механизмом ДР-М необходимо иметь две контактные группы.

Пропорциональные исполнительные механизмы используют для управления рабочими органами регуляторов пропорционального действия.

Пропорциональный исполнительный механизм ПР – М (рис. в) используют в системах функционального регулирования, конструкция его аналогична конструкции механизма ДР – М . В корпусе 5 размещён однофазный реверсивный конденсаторный двигатель 2, редуктор 1, конечные выключателя и реостат обратной связи 4. Подвижной контакт реостата обратной связи 3 закреплён на валу двигателя и при его работе скользит по обмотке реостата.



в



г

Таким образом, каждому положению выходного вала исполнительно го механизма соответствует определённое положение подвижного контакта реостата обратной связи.

Цепь питания (рис. Г) обмоток статора замыкается контактами регулирующего устройства. Выключатели КВ1 и КВ2 включены в разрыв проводов, подводящих ток к обмоткам статора С1 и С2, и предназначены для ограничения хода выходного вала механизма. Выключатели устанавливают вручную на любой угол поворота в пределах 0…180°.

При повороте вала на заранее установленный угол размыкается выключатель КВ1 и останавливается исполнительный механизм. Это соответствует крайнему положению рабочего органа. А контакт выключателя КВ2 соответствует второму крайнему положению рабочего органа, в это время он замкнут.

Исполнительные механизмы ДР –М и ПР –М имеют диск и шток для соединения с регулирующими органами, которые совершают вращательные или поступательные движения. По заводской настройке продолжительность перемещения вала из одного крайнего положения в другое составляет 30 с.; настройку можно изменить сменой шестерен редуктора, т.е. изменить его передаточное число и соответственно продолжительность поворота вала: 10. 15, 22, 45, 60, 75, 90, 105, 120 с.

Для управления регулирующими органами, приведение в действие которых требует больших усилий, применяют исполнительные механизмы МЭО-К.

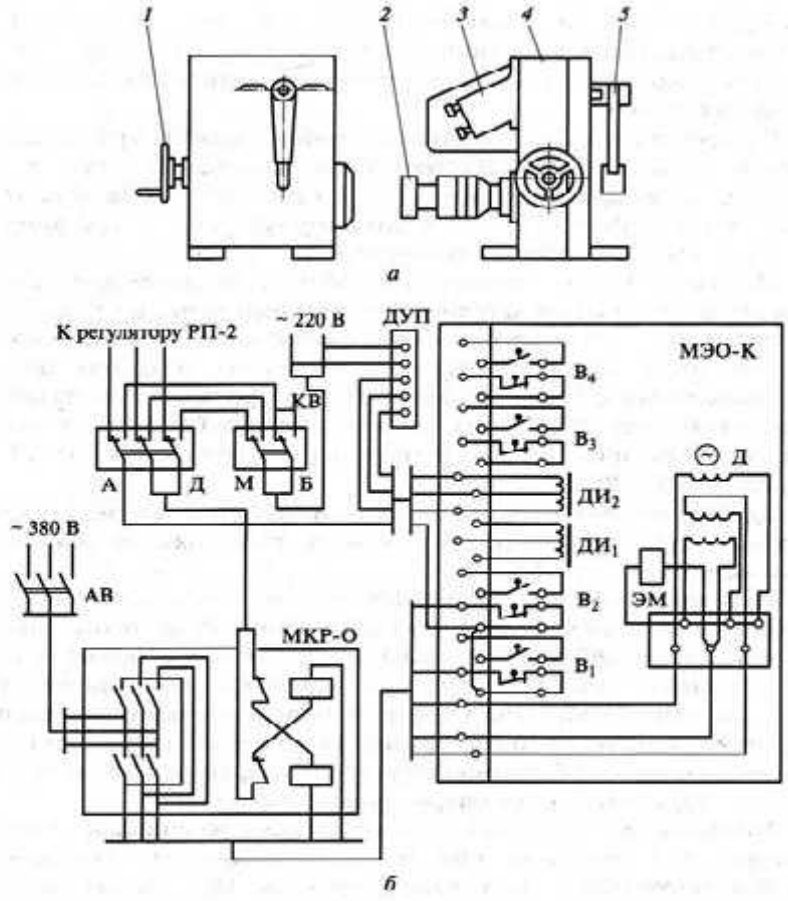


Рис. Исполнительный механизм МЭО-К:
а — устройство; б — электрическая схема подключения

Исполнительный механизм МЭО-К (рис.а) состоит из электродвигателя 2, редуктора 4, узла индукционных датчиков и конечных выключателей. Исполнительный механизм подключается через штуцерный ввод 3, для сочленения с регулирующим органом служит кривошип 5, маховик 1 предназначен для ручного управления. К регулирующему устройству (рис.б) механизм МЭОК – подключают ключом КВ, с помощью которого переключаются схемы на ручное и дистанционное операторные управления. Исполнительный механизм управляется с помощью магнитного реверсивного пускателя типа МКР –О. Исполнительный механизм к сети питания подключается выключателем АВ. Схема собственно исполнительного механизма МЭО –К включает трёхфазный реверсивный электродвигатель Д типа АОЛ, электромагнитный тормоз ЭМ, который фиксирует выходной вал в любом положении после снятия управляющего сигнала. Для выключения электродвигателя в крайних положениях выходного вала предназначены конечные выключатели В1….В4. Изменяя

Положение кулачков конечных выключателей можно регулировать угол поворота выходного вала в пределах 0…270°. Индукционный датчик ДИ2 предназначен для подключения дистанционного указателя ДУП, индукционный датчик ДИ1, является датчиком обратной связи по положению выходного вала исполнительного механизма.

Контрольные вопросы:

1. Что представляют собой электродвигательные исполнительные механизмы?
2. Отличия механизмов с контактным управлением и с бесконтактным управлением?
3. Характеристика и работа позиционных исполнительных механизмов?
4. Характеристика и работа пропорциональных исполнительных механизмов?
5. Характеристика и работа исполнительных механизмов МЭО-К.

Практическая работа № 5

Тема: «Изучение электромагнитных исполнительных устройств. Виды и особенности».

Цель работы: изучить электромагнитные исполнительные устройства.

Ход работы:

Электромагнитные исполнительные устройства – специализированные приборы, предназначенные для механического переключения режимов в различных механизмах. Работают по принципу электромагнетизма, то есть срабатывание происходит за счет подачи напряжения на их катушки, которые в результате создают сильное магнитное поле, притягивающее к себе переключатель или блокиратор.

Строение и принцип действия электромагнитного исполнительного устройства, отличие от аналогов

Ближайшим аналогом электромагнитного исполнительного устройства являются исполнительные механизмы, работающие за счет электрического двигателя. В них действие выполняется путем проворачивания якорь электромотора Электромагнитные приборы более компактные и надежные, так как не требуют обслуживания, даже редкого.

Принцип действия устройства заключается в перемещении сердечника, связанного с исполнительным механизмом. Тот в свою очередь может в конечном счете перекрывать задвижку арматуру трубопровода, замка или приводить в движение сложный механизм. Управление срабатыванием исполнительного устройства выполняется автоматически, полуавтоматически или в ручном режиме.

Электромагнитное исполнительное устройство имеет следующее строение:

Катушка.

Магнитный сердечник.

Связанный рабочий механизм.

К рабочей катушке прибора подводится электрическое напряжение. В момент его подачи создается электромагнитное поле. Его силы достаточно чтобы катушка могла притянуть к себе тяжелый находящийся внутри устройства сердечник. Тот в свою очередь связан с рабочим механизмом. По сути, сердечник сдвигает определенную задвижку или тягу механизма. В момент отключения подачи напряжения сердечник возвращается в свое обычное положение, тем самым блокирующий механизм открывается. Возврат выполняется за счет силы притяжения или эластичности находящейся в конструкции пружины растяжения. Чаще всего используется именно последний вариант. Фактический износ механизма в таком случае заключается только в потере амортизирующих качеств пружины.

Электромагнитные исполнительные устройства могут быть рассчитаны на работу в электрических цепях постоянного и переменного тока. Первые являются более распространенными. Дело в том, что при постоянном напряжении создается более сильное тяговое усилие электромагнитного поля. В связи с этим такие приборы часто устанавливаются и в цепи с переменным током, но подключаются через выпрямители. Устройства с прямым подключением в цепи с переменного тока, могут развить достаточно большое тяговое усилие только при увеличении количества витков на катушке. Таким образом, их производство обходится дороже в связи с перерасходом материалов. Также они получаются более объемными, что часто неприемлемо для небольших механизмов.

У большинства исполнительных устройств работа ограничивается всего двумя положениями сердечника. Он может находиться в крайнем нижнем и крайнем верхнем. В одном из них сердечник располагается в режиме включения, а в другом в режиме выключения.

Где применяются электромагнитные исполнительные устройства

Данные приборы имеют широкое распространение, так как используются в механизмах первой необходимости. Их можно встретить в конструкции:

Стартеров двигателей внутреннего сгорания.

Электромагнитных замков.

Электромагнитных клапанах для трубопроводов.

Электромагнитах для погрузки и т.п.

Все перечисленные приборы работают за счет присутствия в их конструкции электромагнитного исполнительного устройства. Оно за счет передвижения сердечника создает необходимое тяговое усилие для привода в движение определенного механизма.

Втягивающее реле стартера

Стартер двигателя внутреннего сгорания, по сути, является мощным электрическим двигателем, который раскручивает коленвал с поршнями, что и позволяет мотору запуститься. Для того чтобы включать стартер строго в момент запуска двигателя, и сразу же его отключать, используется электромагнитное исполнительное устройство. В противном случае стартер всегда бы вращался, за счет связи с мотором внутреннего сгорания.

Присутствующее в системе стартера электромагнитное исполнительное устройство работает как втягивающее реле. В момент поворота ключа зажигания оно активирует срабатывание бендикса стартера. Тот в свою очередь сцепляется с зубцами венца маховика. Последний начинает вращать двигатель. Как только мотор завелся, ключ зажигания отпускается. За счет этого подача напряжения на стартер прекращается, и заталкивающее усилие электромагнитного исполнительного устройства прекращается. В этот момент венец маховика прекращает сцепление с мотором.

Втягивающее реле стартера выполняет сразу 2 функции. В первую очередь при срабатывании оно замыкает цепь питания. То есть благодаря ему стартер не находится постоянно под напряжением. Он не вращается в момент отсутствия сцепления с двигателем. Вторая функция устройства заключается в выдвижении бендикса, связанного с маховиком.

Электромагнитный замок

Электромагнитные исполнительные устройства являются приводом работы электромагнитного замка, входящего в различные системы безопасности. Он используется для автоматического отпирания двери посредством подачи напряжения. Оно может включаться вручную посредством кнопки или же автоматически при приближении лица с RFID меткой.

Использование в автоматических замках именно электромагнитного исполнительного устройства объясняется его высокой эффективностью. К примеру, замок при напряжении 12В и потреблении тока всего 0,32А, от обычного трансформатора или автомобильного аккумулятора, может выдавать усилие в 1 т. Это чуть больше чем 4 Вт мощности. Устройства с приводом от электродвигателя потребляли бы в разы больше энергии.

Автоматические замки работают по тому же принципу, что и базовые электромагнитные исполнительные устройства. В качестве их сердечника используется задвижка. Она выпирает из корпуса прибора установленного в двери или воротах, и входит в их коробку или опору. В спокойном положении язычок замка вытянут, и дверь не открывается. При подаче питания сердечник втягивается и замок разблокирует проход.

Электромагнитные клапаны

Электромагнитные исполнительные устройства также входят в конструкцию автоматических клапанов, применяемых в трубопроводах. Они могут использоваться в газопроводе, водопроводе, нефтепроводе и т.д. Задача таких клапанов проста – по команде мгновенно перекрыть запорную арматуру, или наоборот открыть ее.

Электромагнитные клапаны бывают двух типов:

Нормально открытые.

Нормально закрытые.

По сути это устройства одинаковой конструкции, но работающие наоборот. Нормально открытые без подачи напряжения позволяют жидкостям и газам протекать по трубопроводу. В момент подачи напряжения срабатывает их запорная арматура. Такие электромагнитные исполнительные устройства очень часто используются в сочетании с датчиками протечки.

При получении сигнала от датчика о разгерметизации трубопровода, устройство перекрывается без команды со стороны человека. Также оно может срабатывать при резком падении давления в системе.

Нормально закрытые клапана при отсутствии подачи напряжения всегда закрыты. Запорная арматура сработает только при включении питания. Подобные приборы более редкие. Необходимость в них возникает в основном для работы различного сложного производственного оборудования. Их применение для предотвращения утечек из трубопровода возможно, но нецелесообразно. При таком использовании устройство будет постоянно потреблять электроэнергию, в то время как нормально открытые клапаны почти всегда отключены. Кроме этого при обесточивании нормально закрытого клапана система будет автоматически перекрыта. При перебоях с электричеством это создаст много проблем.

Электромагнитные клапаны разделяются на 3 вида по принципу действия:

Запорные.

Трехходовые.

Переключающие.

Запорные имеют всего 2 рабочих положения. В спокойном состоянии они открыты или закрыты. При подаче напряжения или обесточивании они меняют положение запорной арматуры.

Трехходовые устройства позволяют распределять поток в трубопроводе от источника в двух направлениях. Такие клапаны получили распространение при проектировании или строительстве систем охлаждения и отопления.

Переключающие клапаны переводят поток с одного направления в другое. Это также важные для промышленных систем охлаждения устройства. В бытовом направлении они не актуальные, так как решают ненужные в простых системах отопления и водопровода задачи.

Электромагнит

Такие электромагнитные исполнительные устройства представляют собой большую катушку, создающую мощное электромагнитное поле. Электромагниты лишены подвижного сердечника, так как нацелены на притягивание металлических предметов, находящихся вне корпуса прибора. Подобные устройства используются на металлургических предприятиях, свалка металлолома.

При подаче напряжения электромагнит создает сильное притягивающее поле. За счет этого на него налипают металлические предметы. Устройство поднимается краном вместе с ломом. Как только питание отключается – исчезает электромагнитное поле. В этот момент сила притяжения пропадает, и налипший металл отваливается. Данными устройствами выполняется быстрая перегрузка металлолома любого размера.

Практическая работа № 6

Тема: «Изучение свойств объектов регулирования».

Цель работы: изучить свойства объектов регулирования

Ход работы:

Объект регулирования является элементом АСР, и свойства всей системы во многом определяются свойствами объекта. Изучение свойств объектов регулирования — важный и часто основной этап разработки АСР. Объект регулирования в отличие от остальных элементов АСР является заранее заданным элементом, свойства которого определяются его значением в технологическом процессе. Поэтому создание АСР сводится к подбору остальных элементов с такими свойствами, чтобы свойства всей системы обеспечивали требуемую точность стабилизации регулируемого параметра, что невозможно сделать без знания свойств объекта.

С позиций теории регулирования объект рассматривают как устройство, преобразующее по определенному закону свои входные сигналы в выходные. Состояние объекта в каждый момент времени определяется его выходными сигналами (регулируемыми

параметрами), зависимость которых от входных (т. е. характер преобразования сигналов) и обусловливает свойства объекта. Другие свойства объектов, характеризующие их физическую природу, конструкцию, условия эксплуатации, находящуюся в них среду и т. п., как указывалось, несущественны для процессов регулирования. Поэтому часто самым различным по своей природе объектам присущи одинаковые зависимости выходных сигналов от входных.

Принято различать статические и динамические свойства объектов регулирования. *Статические свойства* объекта — это его свойства в установившемся состоянии (в статике), т. е. при неизменяющихся входном и выходном сигналах. При этом зависимость установившегося значения выходного сигнала от входного называется *статической характеристикой* объекта.

В качестве примера рассмотрим статическую характеристику емкости *1* с притоком и потреблением жидкости, выходным сигналом которой является уровень (рис. 1, *а).* На линии потребления установлен клапан *2* с постоянным проходным сечением, а после клапана происходит свободный слив жидкости. В этом случае расход на потреблении ц уже не является входным сигналом объекта, так как он не может изменяться произвольно, а зависит от уровня в емкости х, т. е. от выходного сигнала.

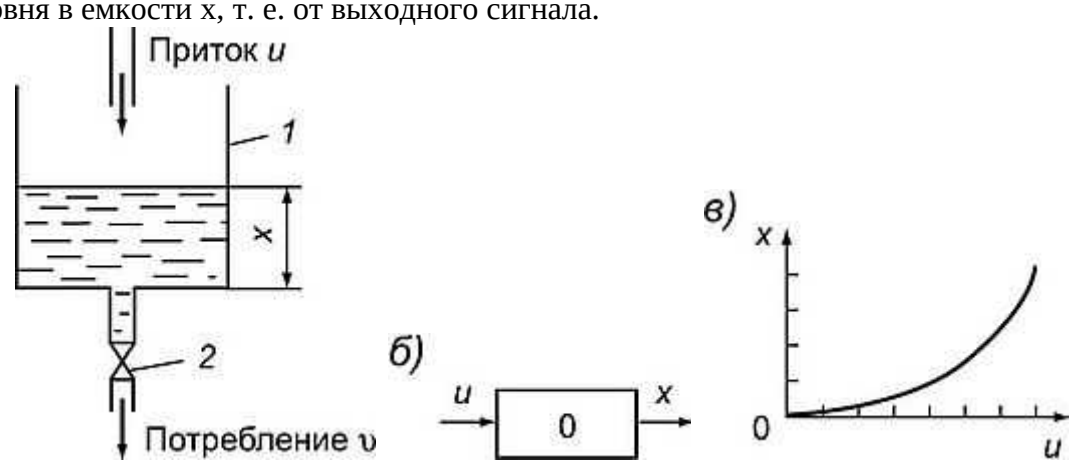


Рис. 1. Емкость как объект регулирования:

а — схема; б — структурная схема; в — статическая характеристика;

1 — емкость; 2 — клапан

Таким образом, в данном примере объект имеет один входной сигнал — расход на притоке *u* и один выходной — уровень в емкости х (рис. 1, *б).* В состоянии равновесия объекта приток и потребление должны быть одинаковы и постоянны.

В реальных условиях любой объект регулирования подвержен воздействию случайных возмущений и поэтому всегда находится в неустановившемся состоянии. Следовательно, статическая характеристика объекта регулирования не может полностью характеризовать его поведение в реальных условиях. С помощью этой характеристики можно определить лишь статическую ошибку АСР. Поведение же объекта в неустановившемся состоянии (в динамике) зависит от его *динамических свойств.*

Динамические свойства объекта проявляются только при изменении его входных сигналов. При этом и выходной сигнал будет изменяться во времени. Причем в зависимости от характера изменения входных сигналов выходной сигнал одного и того же объекта может изменяться по-разному. Поэтому для характеристики динамических свойств объекта нельзя построить зависимость выходного параметра от входного, аналогичную статической характеристике. Для выявления динамических свойств объекта необходимо узнать его реакцию на какой-либо определенный вид входного воздействия. Чтобы можно было сравнивать динамические свойства различных объектов, применяют одинаковые стандартизованные входные воздействия. Наиболее распространены следующие два вида стандартных воздействий:

- скачкообразные, когда входной сигнал изменяют мгновенно, скачком на определенную величину, а затем поддерживают постоянным (рис.2, *а);*
- импульсные, когда входной сигнал изменяют на очень большую величину в течение очень короткого промежутка времени, а затем возвращают к прежнему значению; такая форма воздействия имеет вид импульса (рис. 2, *б).*

До подачи стандартного воздействия объект должен находиться в состоянии равновесия, т. е. его входной и выходной сигналы должны быть постоянными во времени. Зависимость выходного сигнала объекта во времени начиная с момента подачи стандартного воздействия называется *динамической характеристикой* или *переходным процессом.* Графики типичных переходных процессов

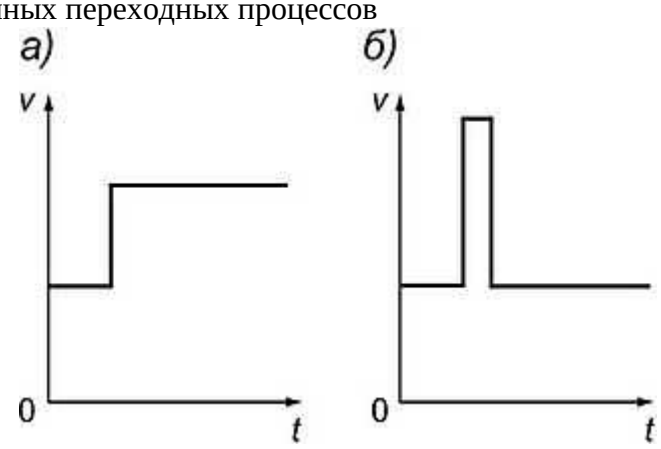


Рис. 2. Графики стандартных воздействий:

а — скачкообразное воздействие; б — импульсное воздействие

в промышленных объектах регулирования при скачкообразном входном воздействии приведены на рис. 3, где через х обозначен выходной сигнал, а через *t* — время.

Рассмотрим для примера переходный процесс в емкости с притоком и потреблением жидкости (см. рис. 2). До подачи стандартного воздействия по расходу на притоке объект находится в состоянии равновесия: приток и потребление одинаковы. Увеличим расход на притоке скачком (см. рис. 3, *а).* Тогда в емкости начнется накопление жидкости и уровень в ней будет возрастать. Скорость роста уровня зависит от разности расходов на притоке и потреблении) — *и, и* она тем больше, чем больше эта разность. Следовательно, разность расходов на притоке и потреблении будет уменьшаться, а рост уровня замедляться. Увеличение уровня прекратится, когда потребление снова сравняется с притоком и тем самым будет достигнуто новое состояние равновесия. Описанный переходный процесс х(/) показан на рис. 3, *б.*

Если объект регулирования имеет несколько входных сигналов (регулирующий и возмущающие параметры), то переходные процессы в нем при подаче стандартного воздействия по каждому входному сигналу могут быть различными. В этом случае различают воздействия, поданные по каналу регулирования (изменяется регулирующий параметр) или по каналу возмущения (изменяется возмущающий параметр). Наиболее интересен переходный процесс в объекте по каналу регулирования, так как именно через этот канал осуществляется прямая связь в АСР.

При изучении переходных процессов необходимо принимать во внимание, что всегда существуют реальные возмущающие воздействия, вызывающие случайные колебания выходного сигнала объекта. Чтобы четко выявить переходный процесс на фоне случайных колебаний, стандартные воздействия, очевидно, должны быть значительно более сильными, чем случайные воздействия на объект. Именно по этой причине стандартные воздействия имеют вид скачка или импульса, т. е. мгновенно, а значит и наиболее резко, изменяются входные сигналы. Величину скачкообразного или импульсного воздействия выбирают такой, чтобы, с одной стороны, получить заметный переходный процесс, а с другой — не допустить возникновения аварийного режима работы. Переходные процессы являются универсальным

средством изучения динамических свойств объектов. Чтобы понять, как в переходном процессе проявляются динамические свойства объекта и как их можно установить по виду процесса, рассмотрим типичные динамические свойства объектов и соответствующие им переходные процессы.

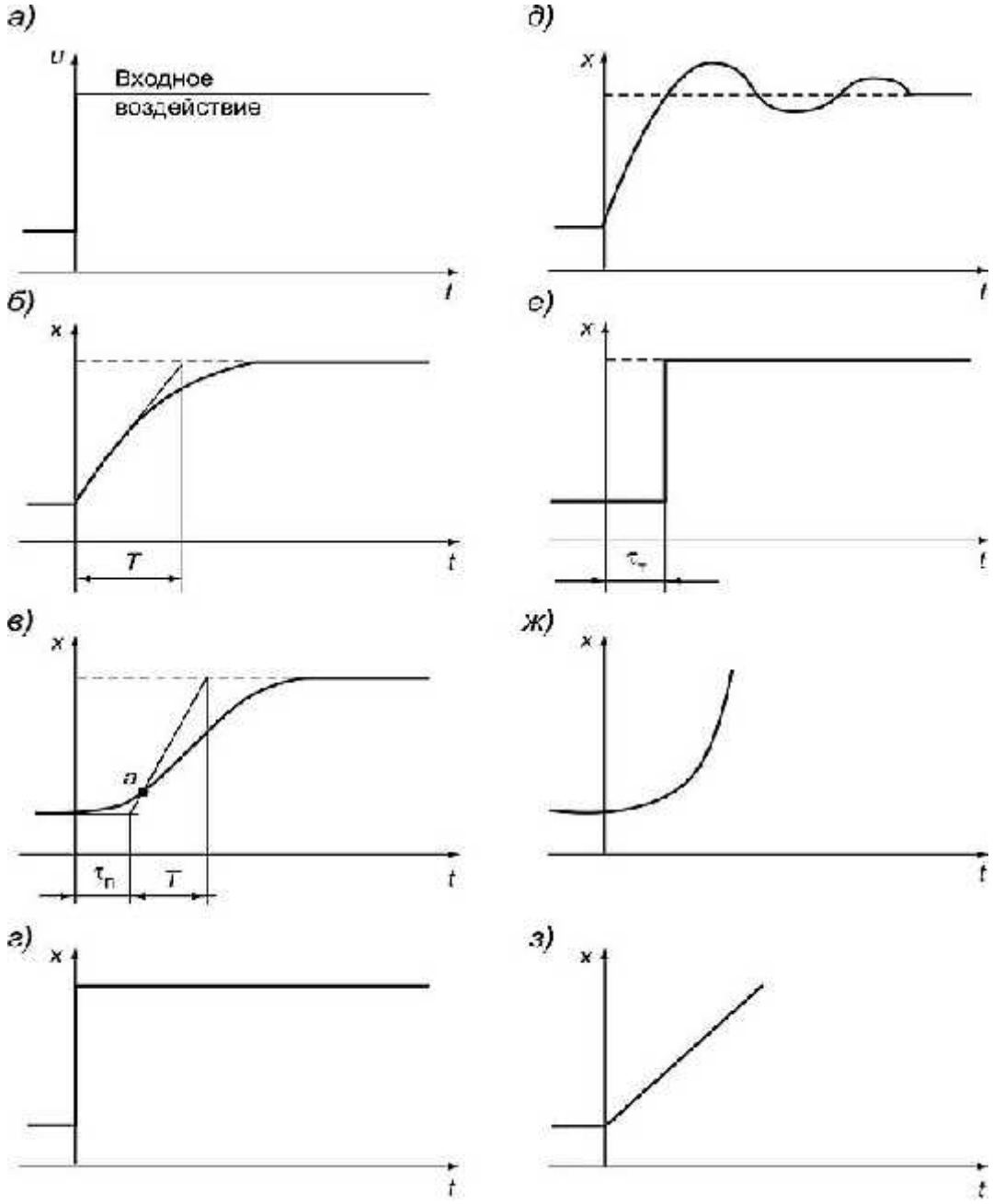


Рис. 3. Типичные переходные процессы в объектах регулирования при скачкообразном входном воздействии:

а — изменение входного сигнала; *б-з* — изменение выходного сигнала для различных объектов: *б, в* — инерционных; *г* — безынерционного; *д* — колебательного; е — объекта с запаздыванием; *ж* — неустойчивого; *з* — нейтрального.

Почти все объекты регулирования обладают инерцией, которая проявляется в том, что при мгновенном изменении входного сигнала выходной сигнал изменяется не мгновенно, а постепенно. Изменение выходного сигнала продолжается и после прекращения входного воздействия, т. е. когда входной сигнал уже не изменяется. Такое явление называется последействием. Примеры графиков переходных процессов для инерционных объектов показаны на рис. 3, *б, в.*

Инерция присуща объектам и протекающим в них процессам самой различной природы. Например, постепенное изменение уровня в емкости после скачкообразного или импульсного изменения притока жидкости — проявление гидродинамической инерции. У некоторых объектов инерция может быть пренебрежимо малой в сравнении с остальными элементами САР и не оказывает заметного влияния на процесс регулирования. Такие объекты называют *безынерционными*. В идеальном безынерционном объекте выходной сигнал изменяется синхронно с входным без всякого последействия, как показано на рис. 3, г. Инерция реальных объектов регулирования вызвана наличием в них запаса вещества или энергии. Чем больше этот запас, тем сильнее проявляется инерция объекта. Так, инерция емкости обусловлена запасом жидкости в ней. Способность объекта накапливать вещество или энергию называется *емкостью* и является количественной мерой инерции.

При переходных процессах в инерционных объектах запас вещества или энергии в них может изменяться как монотонно (только увеличиваться или только уменьшаться), так и колебательно. Например, груз, подвешенный на пружине, при отклонении его от положения равновесия начинает колебаться. Такой же колебательный характер имеет величина тока в электрическом колебательном контуре.

Общим для этих примеров является колебательный характер выходных сигналов объектов — положения груза и тока в электрическом контуре. Объекты, обладающие таким свойством, называются *колебательными*. В отличие от них объекты с монотонным изменением выходных сигналов называются *апериодическими* (неколебательными). Примеры переходных процессов в апериодических объектах регулирования приведены на рис. 3., *б, в*, в колебательном объекте — на рис. 3, *д*.

Еще одним важным свойством реальных объектов является *запаздывание*. Оно проявляется в том, что реакция объекта на входное воздействие, т. е. изменение его выходного сигнала, запаздывает по отношению к изменению входного сигнала. График переходного процесса с запаздыванием приведен на рис. 3, *е*.

Мы рассматривали объекты регулирования, в которых переходные процессы заканчиваются установившимся значением выходного сигнала (пунктирная линия на рис. 3, *б, в, д, е*). Такие объекты под влиянием входного воздействия переходят из одного состояния равновесия в другое (отсюда и название процесса — переходный). Эти объекты регулирования получили название *устойчивых*. Все рассмотренные выше переходные процессы присущи устойчивым объектам.

Устойчивые объекты регулирования обладают одним общим свойством — *самовыравниванием*, т. е. способностью переходить из одного установившегося состояния в другое по окончании переходного процесса при скачкообразном входном воздействии. Чем меньше изменяется выходной сигнал в переходном процессе при одном и том же скачкообразном входном воздействии, тем больше степень самовыравнивания объекта. Существуют устойчивые объекты с очень большим самовыравниванием, когда выходной сигнал после переходного процесса почти не отличается от его начального значения. График статической характеристики таких объектов расположен почти горизонтально, т. е. в установившемся состоянии выходной сигнал очень слабо зависит от входного. В инженерных системах зданий имеются объекты и с очень малым самовыравниванием, когда малейшее изменение входного сигнала вызывает значительное изменение выходного сигнала.

Устойчивость — широко распространенное в строительстве, но не обязательное свойство объектов: существуют и *неустойчивые объекты* регулирования. У таких объектов состояние равновесия существует, но оно неустойчиво, поэтому любое сколь угодно малое воздействие выводит неустойчивый объект из состояния равновесия и с течением времени он все больше отклоняется от этого состояния. Переходный процесс в неустойчивом объекте показан на рис. 3, *ж*.

Неустойчивые объекты довольно редки. Значительно чаще встречаются так называемые *нейтральные объекты*, занимающие промежуточное положение между

устойчивыми и неустойчивыми. Свойства нейтрального объекта рассмотрим сначала на примере. Нейтральный объект можно получить из рассмотренной выше емкости с притоком и потреблением жидкости, если расход на потреблении сделать независимым от уровня в емкости. Для этого достаточно, например, установить на линии потребления насос с постоянной производительностью. У такого объекта существует состояние равновесия: когда приток равен потреблению, уровень не изменяется. Однако в отличие от устойчивого объекта (емкости с клапаном на линии потребления) равенство притока и потребления может соблюдаться при любом значении уровня. Иначе говоря, в состоянии равновесия объекта его выходной сигнал — уровень — может быть любым независимо от расхода на притоке и потреблении, т. е. статической характеристики у такого объекта нет. Поэтому нейтральные объекты называют еще астатическими.

Приложим теперь скачкообразное воздействие к расходу на притоке, например увеличим его. Так как потребление не зависит от уровня в емкости, то разность между притоком и потреблением будет оставаться постоянной и, следовательно, уровень в емкости будет возрастать с постоянной скоростью, не стремясь ни к какому установившемуся значению. График такого переходного процесса приведен на рис. 3, з. Подобные свойства присущи всем нейтральным объектам. О нейтральных объектах можно сказать, что они не имеют самовыравнивания.

Проанализируем теперь, как рассмотренные динамические свойства объектов проявляются в соответствующих переходных процессах. Наиболее широко распространенное свойство инерции объектов в инженерных системах, как устойчивых, так нейтральных и неустойчивых, проявляется в переходном процессе в виде плавного, без скачков изменения выходного сигнала (рис. 3, *б, в, д, ж,* з). Следствием такого поведения инерционного объекта является последствие, т. е. изменение выходного сигнала при уже не изменяющемся (после скачка) входном сигнале. Количественно инерцию объекта можно было бы охарактеризовать скоростью изменения выходного сигнала. Однако, как видно из рис. 3., эта скорость изменяется с течением времени, причем у одних объектов она максимальна в начальный момент времени (рис. 3, *б),* а у других — в некоторой точке *а* (рис. 3, *в).*

Определение максимальной скорости переходного процесса позволяет ввести понятие постоянной времени, которая и служит оценкой инерции объекта. *Постоянной времени Т* объекта называется время, за которое его выходной сигнал х достиг бы установившегося значения в переходном процессе, если бы изменялся все время с максимальной скоростью. Как следует из определения, постоянная времени существует только у устойчивых объектов. Ее величину можно найти по графику переходного процесса. Для этого следует провести касательную к этому графику в точке максимальной скорости. Тогда постоянную времени *Т* находят, как показано на рис. 3, *б, в.* Такой способ обычно используется только для апериодических (неколебательных) объектов.

С точки зрения управления инерция объектов имеет как положительную, так и отрицательную сторону. Положительная состоит в том, что благодаря инерционности объект не успевает реагировать на кратковременные возмущения, что облегчает стабилизацию его регулируемого параметра. С другой стороны, неизбежное при этом последействие затрудняет компенсацию возмущений в АСР по отклонению, что снижает качество стабилизации технологических параметров.

Свойство колебательности объектов играет только отрицательную роль в процессе регулирования. Вследствие колебательности выходной сигнал объекта изменяется в течение переходного процесса на большую величину, чем в апериодическом объекте. Это видно из сравнения графиков переходных процессов в апериодическом (рис. 3, *б, в)* и колебательном (рис. 3, *д*) объектах.

Запаздывание в объектах регулирования проявляется в сдвиге по времени начала переходного процесса относительно входного воздействия. Величина этого временного сдвига называется *временем запаздывания,* а само запаздывание — *чистым* или *транспортным.* При

транспортном запаздывании выходной сигнал x совсем не изменяется в течение всего времени запаздывания $\tau_т$ (рис. 3, *е).* Однако эффект, похожий на запаздывание, наблюдается и в некоторых объектах без транспортного запаздывания, когда выходной сигнал x в переходном процессе сначала изменяется медленно (см. рис. 3, *в).* Такой эффект кажущегося запаздывания называется *переходным запаздыванием.* Время переходного запаздывания $\tau_п$ можно найти по графику переходного процесса, как показано на рис. 3, *в.*

Запаздывание, в особенности транспортное, является наиболее неблагоприятным свойством объектов с точки зрения их регулирования. Действительно, в АСР с обратной связью рассогласование, вызываемое возмущающими воздействиями на объект с запаздыванием, проявляется лишь по истечении времени запаздывания. Поэтому и регулирующее воздействие в таких АСР запаздывает по отношению к возмущающим воздействиям. Получается, что регулятор в АСР реагирует не на текущее, а на прошлое возмущение, что затрудняет его компенсацию и приводит к ухудшению стабилизации регулируемого параметра. По этой же причине объекты, имеющие переходное запаздывание, труднее поддаются регулированию.

Как правило, запаздывание обычно сочетается с инерцией. Наиболее трудные для регулирования безынерционные объекты с транспортным запаздыванием встречаются редко. Установлено, что для объектов с запаздыванием качество регулирования может быть лучше при меньшем отношении времени полного запаздывания $\tau = \tau_п + \tau_т$ к постоянной времени *T*. Отношение *x/T* минимально (равно нулю) для всех объектов без запаздывания и максимально (бесконечно велико) для безынерционных с запаздыванием, когда $T = 0$.

Устойчивые объекты легче поддаются управлению, чем неустойчивые. Так, в любом устойчивом объекте отклонение регулируемого параметра под действием возмущения имеет вполне определенную, не бесконечную величину (рис. 3, *б—е).* Поэтому при достаточно большом самовыравнивании, когда возмущающие воздействия вызывают малые колебания регулируемого параметра, можно обойтись без системы управления. В нейтральных же объектах, в особенности в неустойчивых, отклонение регулируемого параметра под действием возмущений с течением времени может стать сколь угодно большим. Поэтому управлять такими объектами, безусловно, необходимо. Таким образом, самовыравнивание объекта способствует управлению им и поэтому иногда называется *саморегулированием.*

Степень самовыравнивания, как отмечалось, характеризует запас устойчивости объекта. Объекты с большим самовыравниванием имеют большой запас устойчивости и легко поддаются управлению. Объекты с нулевым самовыравниванием, т. е. нейтральные, не имеют запаса устойчивости (говорят, что они находятся на границе устойчивости). Неустойчивые же объекты обладают отрицательным самовыравниванием, и им приписывают отрицательный запас устойчивости.

Практическая работа № 7

Тема: «Изучение статического режима работы системы».

Цель работы: изучить статического режима работы системы

Ход работы:

Основные виды САУ

В зависимости от принципа и закона функционирования ЗУ, задающего программу изменения выходной величины, различают основные виды САУ: *системы стабилизации, программные, следящие* и *самонастраивающиеся* системы, среди которых можно выделить *экстремальные, оптимальные* и *адаптивные* системы.

В *системах стабилизации* обеспечивается неизменное значение управляемой величины при всех видах возмущений, т.е. **y(t) = const.** ЗУ формирует эталонный сигнал, с которым

сравнивается выходная величина. ЗУ, как правило, допускает настройку эталонного сигнала, что позволяет менять по желанию значение выходной величины.

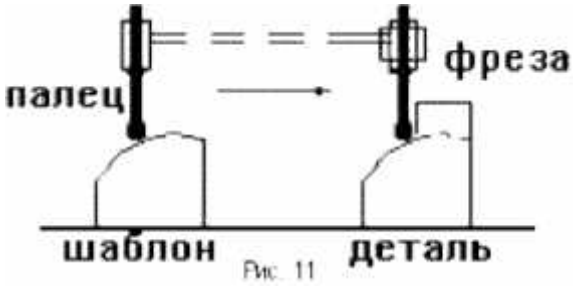


Рис. 11

В *программных системах* обеспечивается изменение управляемой величины в соответствии с программой, формируемой ЗУ. В качестве ЗУ может использоваться кулачковый механизм, устройство считывания с перфоленты или магнитной ленты и т.п. К этому виду САУ можно отнести заводные игрушки, магнитофоны, проигрыватели и т.п. Различают *системы с временной программой* (например, рис.1), обеспечивающие **y = f(t)**, и *системы с пространственной программой*, в которых **y = f(x)**, применяемые там, где на выходе САУ важно получить требуемую траекторию в пространстве, например, в копировальном станке (рис.11), закон движения во времени здесь роли не играет.

Следящие системы отличаются от программных лишь тем, что программа **y = f(t)** или **y = f(x)** заранее неизвестна. В качестве ЗУ выступает устройство, следящее за изменением какого-либо внешнего параметра. Эти изменения и будут определять изменения выходной величины САУ. Например, рука робота, повторяющая движения руки человека.

Все три рассмотренные вида САУ могут быть построены по любому из трех фундаментальных принципов управления. Для них характерно требование совпадения выходной величины с некоторым предписанным значением на входе САУ, которое само может меняться. То есть в любой момент времени требуемое значение выходной величины определено однозначно.

В *самонастраивающихся системах* ЗУ ищет такое значение управляемой величины, которое в каком-то смысле является оптимальным.

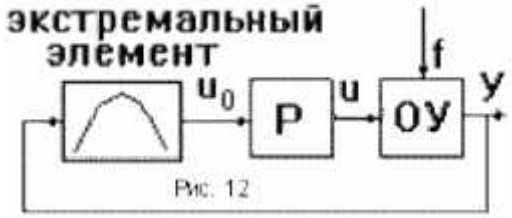


Рис. 12

Так в *экстремальных системах* (рис.12) требуется, чтобы выходная величина всегда принимала экстремальное значение из всех возможных, которое заранее не определено и может непредсказуемо изменяться. Для его поиска система выполняет небольшие пробные движения и анализирует реакцию выходной величины на эти пробы. После этого вырабатывается управляющее воздействие, приближающее выходную величину к экстремальному значению. Процесс повторяется непрерывно. Так как в данных САУ происходит непрерывная оценка выходного параметра, то они выполняются только в соответствии с третьим принципом управления: принципом обратной связи.

Оптимальные системы являются более сложным вариантом экстремальных систем. Здесь происходит, как правило, сложная обработка информации о характере изменения выходных величин и возмущений, о характере влияния управляющих воздействий на выходные величины, может быть задействована теоретическая информация, информация эвристического характера и т.п. Поэтому основным отличием экстремальных систем является наличие ЭВМ. Эти системы могут работать в соответствии с любым из трех фундаментальных принципов управления.

В *адаптивных системах* предусмотрена возможность автоматической перенастройки параметров или изменения принципиальной схемы САУ с целью приспособления к

изменяющимся внешним условиям. В соответствии с этим различают *самонастраивающиеся* и *самоорганизующиеся* адаптивные системы.

Все виды САУ обеспечивают совпадение выходной величины с требуемым значением. Отличие лишь в программе изменения требуемого значения. Поэтому основы ТАУ строятся на анализе самых простых систем: систем стабилизации. Научившись анализировать динамические свойства САУ, мы учтем все особенности более сложных видов САУ.

Статические характеристики

Режим работы САУ, в котором управляемая величина и все промежуточные величины не изменяются во времени, называется *установившимся*, или *статическим режимом*. Любое звено и САУ в целом в данном режиме описывается *уравнениями статики* вида **y = F(u,f)**, в которых отсутствует время **t**. Соответствующие им графики называются *статическими характеристиками*. Статическая характеристика звена с одним входом u может быть представлена кривой **y = F(u)** (рис.13). Если звено имеет второй вход по возмущению **f**, то статическая характеристика задается семейством кривых **y = F(u)** при различных значениях **f**, или **y = F(f)** при различных **u**.

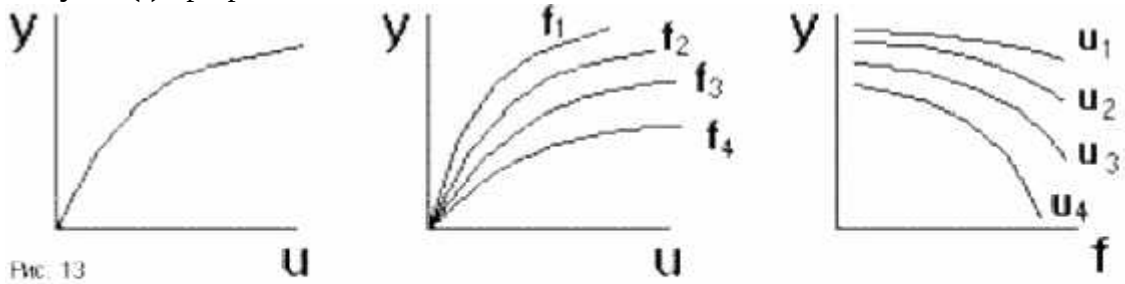


Рис. 13

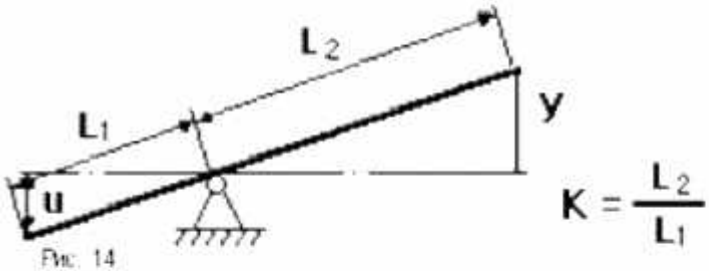
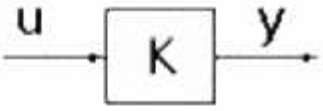


Рис. 14



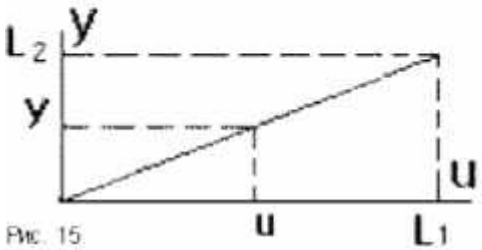


Рис. 15

Так примером одного из функциональных звеньев системы регулирования воды в баке (см. выше) является обычный рычаг (рис.14). Уравнение статики для него имеет вид **y = Ku**. Его можно изобразить звеном, функцией которого является усиление (или ослабление) входного сигнала в **K** раз. Коэффициент **K = y/u**, равный отношению выходной величины к входной называется *коэффициентом усиления* звена. Когда входная и выходная величины имеют разную природу, его называют *коэффициентом передачи*.

Статическая характеристика данного звена имеет вид отрезка прямой линии с наклоном **a = arctg(L_2/L_1) = arctg(K)** (рис.15). Звенья с линейными статическими характеристиками называются *линейными*. Статические характеристики реальных звеньев, как правило, нелинейны. Такие звенья называются *нелинейными*. Для них характерна зависимость коэффициента передачи от величины входного сигнала: **K = $\Delta y/\Delta u \neq$ const**.

Например, статическая характеристика насыщенного генератора постоянного тока представлена на рис.16. Обычно нелинейная характеристика не может быть выражена какой-либо математической зависимостью и ее приходится задавать таблично или графически.

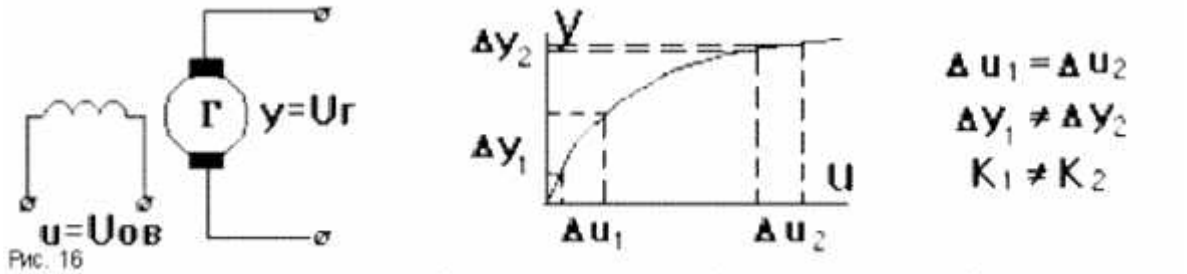


Рис. 16

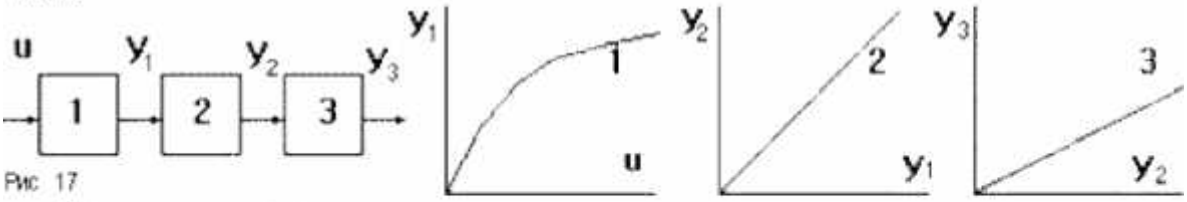


Рис. 17

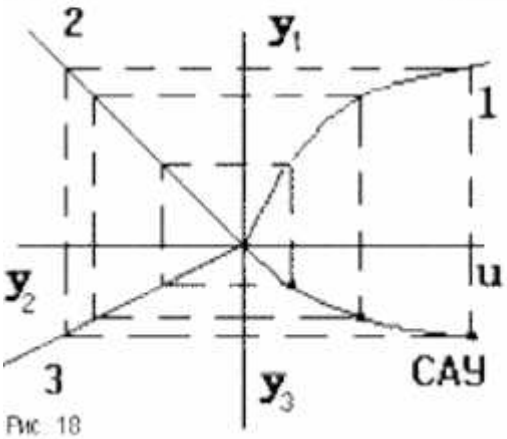


Рис. 18

Зная статические характеристики отдельных звеньев, можно построить статическую характеристику САУ (рис.17, 18). Если все звенья САУ линейные, то САУ имеет линейную статическую характеристику и называется *линейной*. Если хотя бы одно звено нелинейное, то САУ *нелинейная*.

Звенья, для которых можно задать статическую характеристику в виде жесткой функциональной зависимости выходной величины от входной, называются *статическими*. Если такая связь отсутствует и каждому значению входной величины соответствует множество значений выходной величины, то такое звено называется *астатическим*. Изображать его статическую характеристику бессмысленно. Примером астатического звена может служить двигатель, входной величиной которого является напряжение **U**, а выходной -

$$\alpha = k\int_0^t U dt$$

угол поворота вала , величина которого при **U = const** может принимать любые значения. Выходная величина астатического звена даже в установившемся режиме является функцией времени.

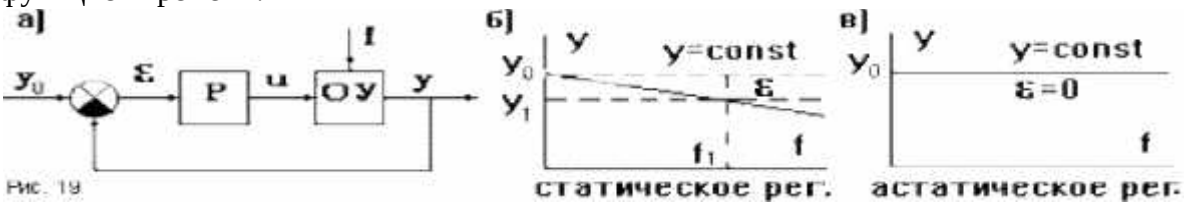


Рис. 19

Статическое и астатическое регулирование

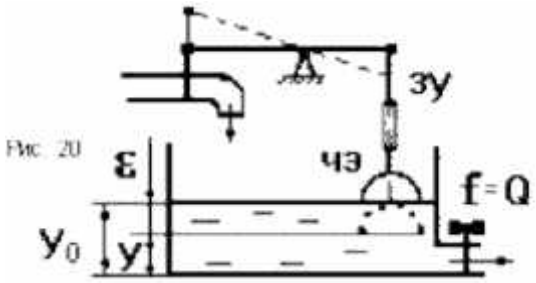


Рис. 20

Если на управляемый процесс действует возмущение **f**, то важное значение имеет статическая характеристика САУ в форме **y = F(f)** при $\mathbf{y_o = const}$. Возможны два характерных вида этих характеристик (рис.19). В соответствии с тем, какая из двух характеристик свойственна для данной САУ, различают *статическое и астатическое регулирование*.

Рассмотрим систему регулирования уровня воды в баке (рис.20). Возмущающим фактора является поток **Q** воды из бака. Пусть при **Q = 0** имеем $\mathbf{y = y_o}$, **e = 0**. ЗУ системы настраивается так, чтобы вода при этом не поступала. При $\mathbf{Q \neq 0}$, уровень воды понижается ($\mathbf{e \neq 0}$), поплавок опускается и открывает заслонку, в бак начинает поступать вода. Новое состояние равновесия достигается при равенстве входящего и выходящего потоков воды. Но в любом случае при $\mathbf{Q \neq 0}$ заслонка должна быть обязательно открыта, что возможно только при $\mathbf{e \neq 0}$. Причем, чем больше Q, тем при больших значениях e, устанавливается новое равновесное состояние. Статическая характеристика САУ имеет характерный наклон (рис.19б). Это есть пример *статического регулирования*. Для получения статического регулирование, все звенья САР должны быть статическими.

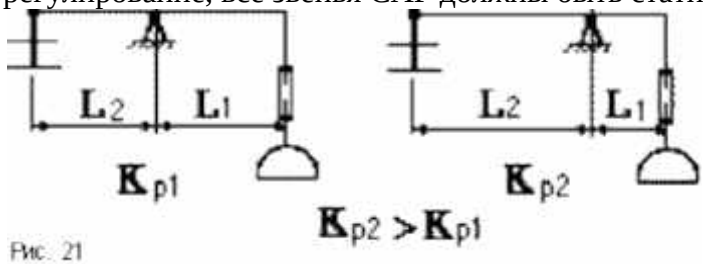


Рис. 21

Статические регуляторы работают при обязательном отклонении **e** регулируемой величины от требуемого значения. Это отклонение тем больше, чем больше возмущение **f**. Это заложено в принципе действия регулятора и не является его погрешностью, поэтому данное отклонение называется *статической ошибкой регулятора*. Из рис.21 видно, что, чем больше коэффициент передачи регулятора $\mathbf{K_p}$, тем на большую величину откроется заслонка при одних и тех же значениях **e**, обеспечив в установившемся режиме большую величину потока **Q**. Это значит, что на статической характеристике одинаковым значениям **e** при больших $\mathbf{K_p}$ будут соответствовать большие значения возмущения **Q**, статическая характеристика САУ пойдет более полого. Поэтому, *чтобы уменьшить статическую ошибку надо увеличивать коэффициент передачи регулятора*. Того же результата можно добиться, увеличивая коэффициент передачи объекта управления, но это дело конструкторов, проектирующих данный объект, а не специалистов по автоматике.

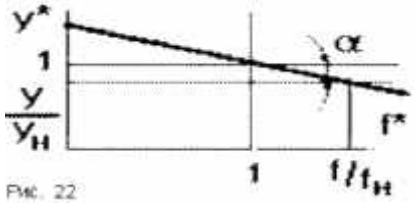


Рис. 22

Статизм **d**, САР, характеризует насколько сильно значение регулируемой величины отклоняется от требуемого значения при действии возмущений, и равна тангенсу угла наклона статической характеристики, построенной в относительных единицах:

$$d = tg(a) = \frac{\Delta y / y_н}{\Delta f / f_н}$$ (рис.22),

где $y = y_н$, $f = f_н$ - точка номинального режима САУ. При достаточно больших значениях $K_р$ имеем $d \approx 1/K_р$.

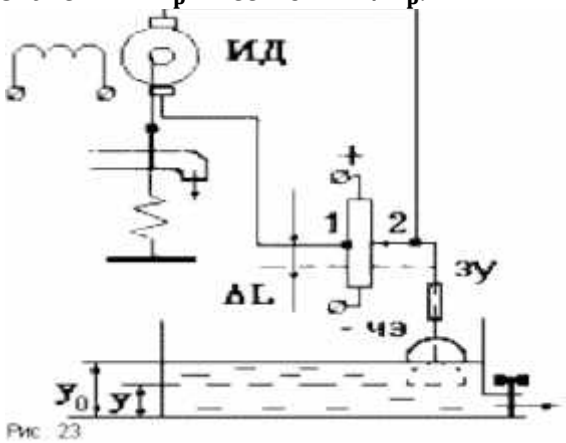


Рис 23

В некоторых случаях статическая ошибка недопустима, тогда переходят к *астатическому* регулированию, при котором регулируемая величина в установившемся режиме принимает точно требуемое значение независимо от величины возмущающего фактора. Статическая характеристика астатической САУ не имеет наклона (рис.19в). Возможные неточности относятся к погрешностям конкретной системы и не являются закономерными.

Для того, чтобы получить астатическое регулирование, необходимо в регулятор включить астатическое звено, например ИД, между ЧЭ и УО (рис.23).

Если уровень воды понизится, то поплавок переместит движок потенциометра на величину ΔL, за счет этого появится разность потенциалов $\Delta\varphi \neq 0$ и ИД начнет поднимать заслонку до тех пор, пока $\Delta\varphi$ не уменьшится до нуля, а это возможно только при $y = y_o$. При поднятии уровня воды разность потенциалов сменит знак, и двигатель будет вращаться в противоположную сторону, опуская заслонку.

Достоинства и недостатки статического и астатического регулирования: статические регуляторы обладают статической ошибкой; астатические регуляторы статической ошибки не имеют, но они более инерционны, сложны конструктивно и более дороги.

Обеспечение требуемой статической точности регулирования является первой основной задачей при расчете элементов САУ.

Вопросы

1. Перечислите и дайте краткую характеристику основных видов САУ?
2. Что называется статическим режимом САУ?
3. Что называется статическими характеристиками САУ?
4. Что называется уравнением статики САУ?
5. Что называется коэффициентом передачи, в чем отличие от коэффициента усиления?
6. В чем отличие нелинейных звеньев от линейных?
7. Как построить статическую характеристику нескольких звеньев?
8. В чем отличие астатических звеньев от статических?
9. В чем отличие астатического регулирования от статического?
10. Как сделать статическую САР астатической?
11. Что называется статической ошибкой регулятора, как ее уменьшить?
12. Что называется статизмом САР?
13. Назовите достоинства и недостатки статического и астатического регулирования?

Практическая работа № 8

Тема: «Изучение динамического режима работы системы».

Цель работы: изучить динамического режима работы системы

Ход работы:

Для решения любой задачи, связанной с расчетом автоматической системы управления, необходимо прежде, всего дать математическое описание исследуемой системы с помощью алгебраических и дифференциальных уравнений. Различают два рода уравнений: уравнения статики, или уравнения установившихся режимов, и уравнения динамики, или уравнения переходных процессов.

Уравнения статики, при которых возмущающие и задающие воздействия принимаются постоянными, обычно являются алгебраическими, а *уравнения динамики* — дифференциальными. Они определяют поведение системы в переходном процессе при действии возмущающих сил или после прекращения их действия. Для составления уравнений динамики автоматическую систему разбивают на элементы (звенья) и для каждого из них составляют соответствующее уравнение на основании того физического закона, от которого зависит процесс, происходящий в данном звене. Совокупность уравнений динамики, определенных для всех звеньев автоматической системы, определяет процесс автоматического управления.

Составление **уравнений динамики** звеньев автоматической системы управления на основе физических законов является самой ответственной задачей при расчете автоматической системы, поскольку неточность в исходных предпосылках может исказить результаты последующих расчетов. В промышленных установках протекает множество процессов, поэтому дать какие-либо общие рекомендации (кроме уже упомянутых) по составлению уравнений динамики звеньев не представляется возможным. В каждом случае необходим индивидуальный подход к конкретной промышленной установке, поэтому, как правило, уравнения динамики промышленных объектов зависят от умения исследователя.

Общее уравнение современных систем является сложным дифференциальным уравнением высокого порядка и часто нелинейным. Анализ такого уравнения является трудоемкой математической задачей, поэтому следует его упростить, пренебрегая некоторыми величинами, влияние которых значительно меньше остальных. Нелинейные уравнения заменяют приближенными линейными уравнениями, пользуясь при этом чаще всего методом отклонений. Идея малости отклонений не противоречит, а соответствует принципу работы замкнутой системы. В этом случае в уравнения процесса регулирования вводят не абсолютные значения величин, а их отклонения. Анализ таких уравнений значительно упрощается, так как становится возможным применение принципа наложения. Это незначительно влияет на точность расчета, если исходить из движения системы в пределах малых отклонений от состояния равновесия. Это позволяет переходить от уравнений звеньев в частных производных к обыкновенным линейным уравнениям с постоянными коэффициентами. При разработке математической модели системы намечают обобщенные коэффициенты, выбирают начало и направление отсчета. При этом руководствуются тем, что уравнение системы составляется в приращениях, а за начало отсчета выбирают равновесное состояние системы. Для составления уравнений с помощью метода отклонений, прежде всего, необходимо получить зависимость между обобщенными координатами для состояния равновесия системы. После этого считают равновесие нарушенным и составляют уравнение переходного режима. Для этого вычитают из уравнения динамики уравнение статики.

Составление уравнений системы — ответственный и сложный процесс. Эта задача для уравнений динамики значительно упрощается при использовании ТДЗ, которые описаны дифференциальными уравнениями, передаточными функциями и всеми необходимыми характеристиками.

Если при составлении дифференциальных уравнений системы управления принимаются во внимание все факторы, влияющие на динамику процесса регулирования, то

уравнения получаются сложными, в большинстве случаев нелинейными. В связи с этим для аналитического решения задач в общем виде иногда приходится заменять нелинейные уравнения приближенными линейными. Такая операция называется *линеаризацией.*

Основой линеаризации уравнений является предположение, что в течение всего процесса регулирования имеют место лишь достаточно малые отклонения всех изменяющихся переменных от их установившихся значений. Вводя в нелинейные уравнения процесса управления не абсолютные значения переменных, а их отклонения, удается перейти к линейным уравнениям в приращениях.

Линеаризация уравнений и запись их в приращениях позволяет получить нулевые начальные условия, необходимые при решении дифференциальных уравнений.

При линеаризации уравнений движения элементов системы управления рабочая точка должна соответствовать установившемуся режиму. В этом режиме есть только постоянная составляющая, а все производные $У^{(n)} = 0$, т.е. все отклонения 1-го, 2-го и прочих порядков, равны нулю. В устойчивых САУ отклонения переменных достаточно малы, поэтому ими можно пренебречь. Вследствие этого для инженерных расчетов систем управления используют дифференциальные уравнения не выше 2-го порядка.

Чаще применяют метод малых отклонений, который позволяет линеаризовать как нелинейные статические характеристики, так и линейные дифференциальные уравнения. Это связано с тем, что динамические свойства реальных элементов систем регулирования иногда выражаются весьма сложными дифференциальными уравнениями.

Допуская упрощения в дифференциальных уравнениях, описывающих звенья, получаем сравнительно ограниченное число видов дифференциальных уравнений. Таким образом, различные процессы могут приближенно описываться дифференциальными уравнениями одного вида. Это положение, в частности, является одной из основ теории моделирования. Благодаря общности динамических свойств звеньев одного типа возникла возможность построения теоретических основ автоматического управления, позволяющих одними и теми же методами исследовать различные процессы в САУ.

При составлении дифференциальных уравнений динамики любой автоматической системы, последнюю разделяют на отдельные звенья и записывают уравнение каждого звена в отдельности. Уравнения всех звеньев образуют единую систему, которую можно преобразовывать к одному уравнению путем исключения промежуточных переменных.

Уравнение звена должно быть составлено так, чтобы оно выражало зависимость между теми величинами, которые в схеме исследуемой системы указаны на входе и выходе данного звена. Классификация звеньев производится по виду дифференциальных уравнений. В звеньях *позиционного типа* линейной зависимостью $Y=KX$ связаны входная и выходная величина в установившемся режиме. В звеньях *интегрирующего типа* линейная зависимость $У^{(,)} = KX$ устанавливается между производной выходной величины и входной величиной в установившемся режиме. В звеньях *дифференцирующего типа* линейной зависимостью $Y = KX^{(X)}$ связаны в установившемся режиме выходная величина и производная входной величины.

На рис. 1, *а* приведена структурная схема системы автоматического регулирования, где указаны все переменные, определяющие динамический режим работы системы. Положим, что датчик можно описать дифференциальным уравнением

$$M = A_2 \frac{\mathrm{d}^2 Y}{\mathrm{d}t} + A_1 \frac{\mathrm{d}Y}{\mathrm{d}t} + A_0,$$

где A — коэффициент уравнения.

Работу регулятора можно описать дифференциальным уравнением

$$R = B_2 \frac{\mathrm{d}^2 Y}{\mathrm{d}t^2} + B_1 \frac{\mathrm{d}Y}{\mathrm{d}t} + B_0.$$

Работа исполнительного механизма характеризуется дифференциальным уравнением

$$Z = C_2 \frac{d^2 Y}{dt^2} + C_1 \frac{dY}{dt} + C_0.$$

Объект имеет следующее дифференциальное уравнение:

$$Y = D_2 \frac{d^2 X_{об}}{dt^2} + D_1 \frac{dX_{об}}{dt} + D_0;$$

$$X_{об} = X - Z.$$

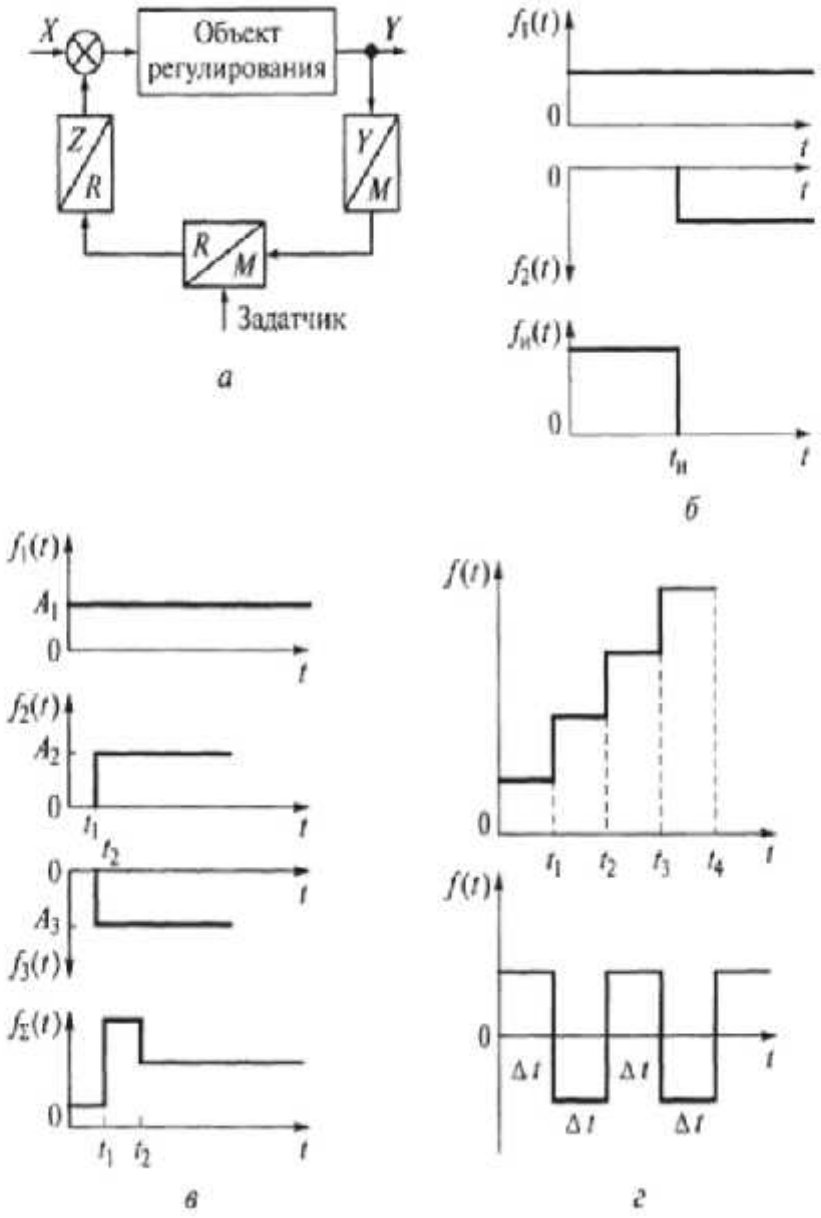


Рис. 1. **Формирователи импульсных сигналов:**

а — структурная схема со звеньями, преобразующими параметры: *б* — формирование импульсного возмущения с помощью двух ступенчатых воздействий; *в* — формирование трехуровневого сигнала возмущения; *г* — формирование сложных функций; *M, R, Y,* Z — функциональные параметры

Практическая работа № 9

Тема: «Изучение основные показатели качества работы САУ»

Цель работы: изучить основные показатели качества работы САУ

Ход работы:

Качество работы САУ определяют следующие основные свойства: точность, быстродействие, запас устойчивости, чувствительность. Качество работы системы управления характеризует динамику ее перехода с одного режима на другой при типовых воздействиях, выражаемых единичной скачкообразной, единичной импульсной или гармонической функцией. Наиболее распространенным является единичное скачкообразное воздействие. Переход системы с одного режима на другой может происходить в результате внешних задающих или возмущающих воздействий.

В системах стабилизации задающие воздействия представляют собой постоянные величины. Поэтому они определяют качество работы системы только в установившемся режиме. Переходные процессы стабилизирующих систем вызываются возмущающими воздействиями, обусловленными переменным характером нагрузки или изменениями окружающей среды. При разработке стабилизирующей САУ решается так называемая инвариантная задача, состоящая в создании структуры системы, не реагирующей на возмущающие воздействия.

В программах и следящих системах как падающие, так и возмущающие воздействия изменяются по некоторому закону во времени, вызывая переходные процессы в системе. При разработке подобных САУ решается ковариантная задача, состоящая в выборе такой структуры системы, которая с минимальной ошибкой воспроизводила бы необходимые задающие воздействия.

Каждое свойство, характеризующее качество работы САУ, имеет количественные критерии оценки.

Точность САУ оценивается ошибкой, равной разности между заданным и действительным значениями управляемого пара метра.

Запас устойчивости, показывающий, насколько далеко от границы устойчивости находится САУ, количественно характеризуется границами колебательности, максимальным значением перерегулирования, числом колебаний переходного процесса, декрементом затухания.

Быстродействие позволяет судить о том, насколько быстро САУ реагирует на появление управляющих и возмущающих воздействий, и характеризуется временем затухания переходного процесса.

Существуют и комплексные – интегральные критерии качества, которые учитывают совокупность свойств (точность, запас устойчивости, быстродействие) и представляют собой некоторую обобщенную оценку качества. Эти критерии широко используются для построения оптимальных систем управления.

Чувствительность САУ – это свойство системы изменять свои характеристики (показатели качества) при отклонении тех или иных параметров от номинального (расчетного) значения. Чувствительность САУ принято оценивать посредством функций чувствительности.

При оценке качества работы САУ пользуются прямыми и косвенными методами.

Методы прямой оценки качества САУ основаны на рассмотрении кривых ее переходного процесса. Эти кривые строят, применяя аналитические и графические решения, математическое моделирование САУ на ЭВМ.

Методы косвенной оценки предполагают перевод переходного процесса из временной области в частотную, поскольку процедура вычислений в частотной области проще. Поэтому такие методы называют еще частотными методами оценки качества САУ. Частотные критерии качества получили широкое распространение в теории автоматического управления.

Точность работы САУ

Точность работы САУ характеризуется функцией ошибки при типовых задающих или возмущающих воздействиях. Функция ошибки представляет собой (рис. 1, а, б) сигнал рассогласования та выходе элемента сравнения, то есть разность между заданным и действительным значениями управляемого параметра:

$x(t) = g(t) – y(t)$.

Действительное значение управляемого параметра y(t) наиболее удобно представать в операторной форме путем преобразования структурной схемы системы, состоящей из ряда звеньев.

Структурная схема на рисунке 1, а, б дает наглядное представление о передаточных функциях относительно задающего g(t) или относительно возмущающего f(t) воздействий, присутствующий в системе раздельно или вместе.

В соответствии с рисунком 1 для выходного параметра при отрицательном воздействии – f(t) можно записать:

$$y(t) = \frac{W_p(p)\,g(t)}{1+W_p(p)} - \frac{W_f(p)\,f(t)}{1+W_p(p)} = \Phi_g(p)\,g(t) - \Phi_f(p)\,f(t),$$

где $W_p(p) = W(p)_{y.y} W_{o.y}(p)$ – передаточная функция разомкнутой структурной схемы, представляющая собой произведение передаточных функций управляющего устройства Wy.y.(p) и объекта управления Wo.y;

Wf(p) – передаточная функция по возмущению;

Фg(p) – передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию (ее называют еще главным оператором системы);

Фf(p) – передаточная функция замкнутой системы во возмущающему воздействию.

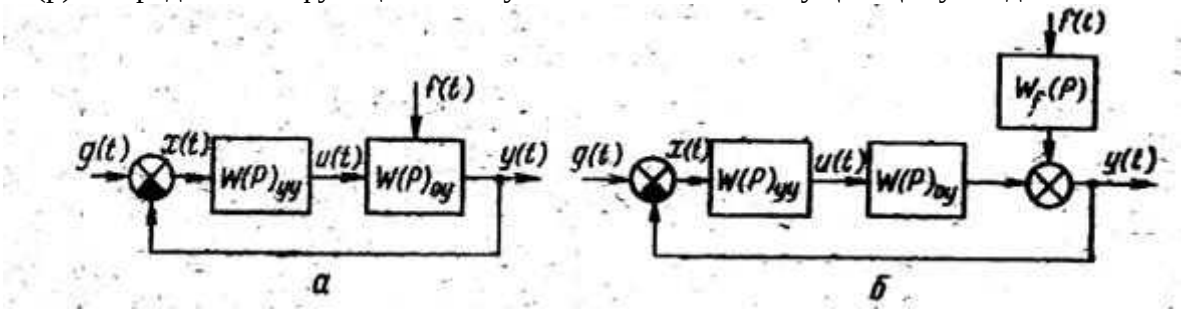


Рисунок 1 – Структурные схемы САУ:

а – обобщенная; б – развернутая.

Вопросы:

1. Общие сведения о качестве работы САУ
2 Точность работы САУ
3 Определение запаса устойчивости и быстродействия САУ
4 Чувствительность САУ

Практическая работа № 10

Тема: «Изучить структурную устойчивость САУ»
Цель работы: изучить структурную устойчивость САУ
Ход работы:

Вывод об устойчивости реальных систем необходимо делать на основе анализа исходного нелинейного уравнения и для определения неустойчивости или устойчивости системы будет достаточно выявить положительность (отрицательность) действительных корней характеристического уравнения.

Критериями устойчивости называют определенные правила, по которым в теории автоматического управления определяют знаки корней характеристического уравнения, не решая его. Различают алгебраические и частотные критерии устойчивости.

Алгебраическими критериями устойчивости системыназывают необходимое и достаточное условие отрицательности корней при определенных значениях коэффициентов в характеристическом уравнении.

Частотными критериями устойчивости системы установлена зависимость устойчивости системы от формы частотных характеристик системы.

Контрольные вопросы:

1. Понятие об устойчивости САУ. Необходимое и достаточное условие устойчивости.

2. Определение понятия устойчивости по Ляпунову.

3. Теорема Ляпунова.

4. Понятие о критериях устойчивости. Виды критериев.

5. Критерии устойчивости Гурвица, Рауса.

6. Критерий устойчивости Михайлова.

7. Критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе.

8. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Определение по ЛЧХ запасов устойчивости по амплитуде и фазе.

Практическая работа № 11

Тема: «Изучение структуры САУ»

Цель работы: изучение структуры САУ

Ход работы:

Автоматизированная система управления (сокращённо АСУ) — комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и т. п. Термин «автоматизированная», в отличие от термина «автоматическая», подчёркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации. АСУ с Системой поддержки принятия решений (СППР), являются основным инструментом повышения обоснованности управленческих решений.

Создателем первых АСУ в СССР является доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Белоруссии, основоположник научной школы стратегического планирования Николай Иванович Ведута (1913—1998). В 1962—1967 гг. в должности директора Центрального научно-исследовательского института технического управления (ЦНИИТУ), являясь также членом коллегии Министерства приборостроения СССР, он руководил внедрением первых в стране автоматизированных систем управления производством на машиностроительных предприятиях. Активно боролся против идеологических PR-акций по внедрению дорогостоящих ЭВМ, вместо создания настоящих АСУ для повышения эффективности управления производством.

Важнейшая задача АСУ — повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления. Различают автоматизированные системы управления объектами (технологическими процессами — АСУТП, предприятием — АСУП, отраслью — ОАСУ) и функциональные автоматизированные системы, например, проектирование плановых расчётов, материально-технического снабжения и т. д.

Цели автоматизации управления. В общем случае, систему управления можно рассматривать в виде совокупности взаимосвязанных управленческих процессов и объектов. Обобщенной целью автоматизации управления является повышение эффективности использования потенциальных возможностей объекта управления. Таким образом, можно выделить ряд целей: предоставление лицу, принимающему решение (ЛПР), релевантных данных для принятия решений.

Ускорение выполнения отдельных операций по сбору и обработке данных

Снижение количества решений, которые должно принимать ЛПР

Повышение уровня контроля и исполнительской дисциплины

Повышение оперативности управления

Снижение затрат ЛПР на выполнение вспомогательных процессов

Повышение степени обоснованности принимаемых решений

Состав АСУ

В состав АСУ входят следующие виды обеспечений: информационное, программное, техническое, организационное, метрологическое, правовое и лингвистическое.

Основными классификационными признаками, определяющими вид АСУ, являются:

— сфера функционирования объекта управления (промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство, непромышленная сфера и т. д.)

— вид управляемого процесса (технологический, организационный, экономический и т. д.);

— уровень в системе государственного управления, включения управление народным хозяйством в соответствии с действующими схемами управления отраслями (для промышленности: отрасль (министерство), всесоюзное объединение, всесоюзное

промышленное объединение, научно-производственное объединение, предприятие (организация), производство, цех, участок, технологический агрегат).

Функции АСУ устанавливают в техническом задании на создание конкретной АСУ на основе анализа целей управления, заданных ресурсов для их достижения, ожидаемого эффекта от автоматизации и в соответствии со стандартами, распространяющимися на данный вид АСУ. Каждая функция АСУ реализуется совокупностью комплексов задач, отдельных задач и операций. Функции АСУ в общем случае включают в себя следующие элементы (действия):

— планирование и (или) прогнозирование;

— учет, контроль, анализ;

— координацию и (или) регулирование.

Необходимый состав элементов выбирают в зависимости от вида конкретной АСУ. Функции АСУ можно объединять в подсистемы по функциональному и другим признакам.

Функции при формировании управляющих воздействий

Функции обработки информации (вычислительные функции) — осуществляют учет, контроль, хранение, поиск, отображение, тиражирование, преобразование формы информации;

Функции обмена (передачи) информации — связаны с доведением выработанных управляющих воздействий до ОУ и обменом информацией с ЛПР;

Группа функций принятия решения (преобразование содержания информации) — создание новой информации в ходе анализа, прогнозирования или оперативного управления объектом

Классы структур АСУ

В сфере промышленного производства с позиций управления можно выделить следующие основные классы структур систем управления: децентрализованную, централизованную, централизованную рассредоточенную и иерархическую]

Децентрализованная структура

Построение системы с такой структурой эффективно при автоматизации технологически независимых объектов управления по материальным, энергетическим, информационным и другим ресурсам. Такая система представляет собой совокупность нескольких независимых систем со своей информационной и алгоритмической базой.

Для выработки управляющего воздействия на каждый объект управления необходима информация о состоянии только этого объекта.

Централизованная структура

Централизованная структура осуществляет реализацию всех процессов управления объектами в едином органе управления, который осуществляет сбор и обработку информации об управляемых объектах и на основе их анализа в соответствии с критериями системы вырабатывает управляющие сигналы. Появление этого класса структур связано с увеличением числа контролируемых, регулируемых и управляемых параметров и, как правило, с территориальной рассредоточенностью объекта управления.

Достоинствами централизованной структуры являются достаточно простая реализация процессов информационного взаимодействия; принципиальная возможность оптимального управления системой в целом; достаточно легкая коррекция оперативно изменяемых входных параметров; возможность достижения максимальной эксплуатационной эффективности при минимальной избыточности технических средств управления.

Недостатки централизованной структуры следующие: необходимость высокой надежности и производительности технических средств управления для достижения приемлемого качества управления; высокая суммарная протяженность каналов связи при наличии территориальной рассредоточенности объектов управления.

Централизованная рассредоточенная структура

Основная особенность данной структуры — сохранение принципа централизованного управления, то есть выработка управляющих воздействий на каждый объект управления на

основе информации о состояниях всей совокупности объектов управления. Некоторые функциональные устройства системы управления являются общими для всех каналов системы и с помощью коммутаторов подключаются к индивидуальным устройствам канала, образуя замкнутый контур управления.

Алгоритм управления в этом случае состоит из совокупности взаимосвязанных алгоритмов управления объектами, которые реализуются совокупностью взаимно связанных органов управления. В процессе функционирования каждый управляющий орган производит прием и обработку соответствующей информации, а также выдачу управляющих сигналов на подчиненные объекты. Для реализации функций управления каждый локальный орган по мере необходимости вступает в процесс информационного взаимодействия с другими органами управления. Достоинства такой структуры: снижение требований к производительности и надежности каждого центра обработки и управления без ущерба для качества управления; снижение суммарной протяженности каналов связи.

Недостатки системы в следующем: усложнение информационных процессов в системе управления из-за необходимости обмена данными между центрами обработки и управления, а также корректировка хранимой информации; избыточность технических средств, предназначенных для обработки информации; сложность синхронизации процессов обмена информацией.

Иерархическая структура

С ростом числа задач управления в сложных системах значительно увеличивается объем переработанной информации и повышается сложность алгоритмов управления. В результате осуществлять управление централизованно невозможно, так как имеет место несоответствие между сложностью управляемого объекта и способностью любого управляющего органа получать и перерабатывать информацию.

Кроме того, в таких системах можно выделить следующие группы задач, каждая из которых характеризуется соответствующими требованиями по времени реакции на события, происходящие в управляемом процессе:

- задачи сбора данных с объекта управления и прямого цифрового управления (время реакции, секунды, доли секунды);
- задачи экстремального управления, связанные с расчётами желаемых параметров управляемого процесса и требуемых значений уставок регуляторов, с логическими задачами пуска и остановки агрегатов и др. (время реакции — секунды, минуты);
- задачи оптимизации и адаптивного управления процессами, технико-экономические задачи (время реакции — несколько секунд);
- информационные задачи для административного управления, задачи диспетчеризации и координации в масштабах цеха, предприятия, задачи планирования и др. (время реакции — часы).

Очевидно, что иерархия задач управления приводит к необходимости создания иерархической системы средств управления. Такое разделение, позволяя справиться с информационными трудностями для каждого местного органа управления, порождает необходимость согласования принимаемых этими органами решений, то есть создания над ними нового управляющего органа. На каждом уровне должно быть обеспечено максимальное соответствие характеристик технических средств заданному классу задач.

Кроме того, многие производственные системы имеют собственную иерархию, возникающую под влиянием объективных тенденций научно-технического прогресса, концентрации и специализации производства, способствующих повышению эффективности общественного производства. Чаще всего иерархическая структура объекта управления не совпадает с иерархией системы управления. Следовательно, по мере роста сложности систем выстраивается иерархическая пирамида управления. Управляемые процессы в сложном объекте управления требуют своевременного формирования правильных решений, которые

приводили бы к поставленным целям, принимались бы своевременно, были бы взаимно согласованы. Каждое такое решение требует постановки соответствующей задачи управления. Их совокупность образует иерархию задач управления, которая в ряде случаев значительно сложнее иерархии объекта управления.

Виды АСУ

Автоматизированная система управления технологическим процессом или АСУ ТП — решает задачи оперативного управления и контроля техническими объектами в промышленности, энергетике, на транспорте.

Автоматизированная система управления производством (АСУ П) — решает задачи организации производства, включая основные производственные процессы, входящую и исходящую логистику. Осуществляет краткосрочное планирование выпуска с учётом производственных мощностей, анализ качества продукции, моделирование производственного процесса. Для решения этих задач применяются MIS и MES-системы, а также LIMS-системы.

Примеры:

Автоматизированная система управления уличным освещением («АСУ УО») — предназначена для организации автоматизации централизованного управления уличным освещением.

Автоматизированная система управления наружного освещения («АСУНО») — предназначена для организации автоматизации централизованного управления наружным освещением.

Автоматизированная система управления дорожным движением («АСУ ДД») — предназначена для управления транспортных средств и пешеходных потоков на дорожной сети города или автомагистрали

Автоматизированная система управления предприятием («АСУП») — Для решения этих задач применяются MRP,MRP II и ERP-системы. В случае, если предприятием является учебное заведение, применяются системы управления обучением.

Примеры:

«Система управления гостиницей». Наряду с этим названием употребляется PMS Property Management System

«Автоматизированная система управления операционным риском» — это программное обеспечение, содержащее комплекс средств, необходимых для решения задач управления операционными рисками предприятий: от сбора данных до предоставления отчетности и построения прогнозов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое Автоматизированная система управления (АСУ)?
2. Кто был первым создателем АСУ?
3. В чем состоит главная задача АСУ?
4. Перечислите цели автоматизации управления?
5. Из чего состоит АСУ?
6. По каким признакам делится АСУ?
7. Перечислите Классы структур АСУ?
8. Назовите главную особенность Централизованной рассредоточенной структуры?
9. Назовите достоинства Централизованная рассредоточенная структура?
10. Перечислите задачи иерархической структуры?
11. Перечислите виды АСУ?
12. Приведите примеры АСУ?

На оценку «5»- 11-12 полных ответов на вопросы, на «4»- 10 полных ответов на вопросы, «3»- минимум 9 полных ответов на вопросы.

Практическая работа № 12

Тема: «Изучение особенности анализа и синтеза импульсных систем»

Цель работы: изучение особенности анализа и синтеза импульсных систем

Ход работы:

Понятие системы с импульсной модуляцией (ИМ)

Модуляцией называют процесс изменения физических параметров носителя в определенном соответствии с сообщением. В рассматриваемых нами системах носителями во всех случаях являются колебания тока или напряжения, а при модуляции изменяются параметры этих колебаний.

В импульсных системах колебания имеют форму импульсов - прямоугольных, трапецеидальных, треугольных, колоколообразных и т.д. При внесении информации изменяются те или иные параметры импульсов: амплитуда - амплитудно-импульсная модуляция (АИМ), длительность - широтно-импульсная модуляция (ШИМ), временное расположение - временная-импульсная модуляция (ВИМ), имеющая две разновидности - фазо-импульсную (ФИМ) и частотно-импульсную (ЧИМ) модуляции. Во всех этих системах осуществляется квантование по времени. По этому признаку выделяют класс импульсных систем. Широко применяются комбинации видов модуляции, например, АИМ с ШИМ, ШИМ с ЧИМ и т.д. Если квантование осуществляется не по времени, а по уровню, получаем кодовую модуляцию (КМ). При одновременном квантовании и по уровню и по времени будем иметь импульсно-кодовую модуляцию (ИКМ). ЕЕ еще называют кодовая с тактированием. В системах с КМ и ИКМ важно, что значение выходной величины может принимать только дискретные наперед заданные значения. Это дает возможность обеспечение гарантированной точности представления сигналов в виде импульсов и широко используется в цифровых системах управления. Используется также сочетание кодовой с другими видами импульсной модуляции, например, КМ с ШИМ, КМ с ШИМ и ЧИМ и т.д. Здесь возможны два основных варианта. В первом - базовым является квантование по времени, например, ШИМ, а длительность импульсов задается дискретно в соответствии с КМ. Во втором - базовым является квантование по уровню (КМ), а ШИМ действует в промежутках между уровнями. Такое сочетание в дальнейшем, в силу некоторых особых свойств сигналов названо нами многозонной импульсной модуляцией (МИМ).

Импульсная система - это совокупность элементов и связей. На рис.1 показан импульсной системы с ШИМ.

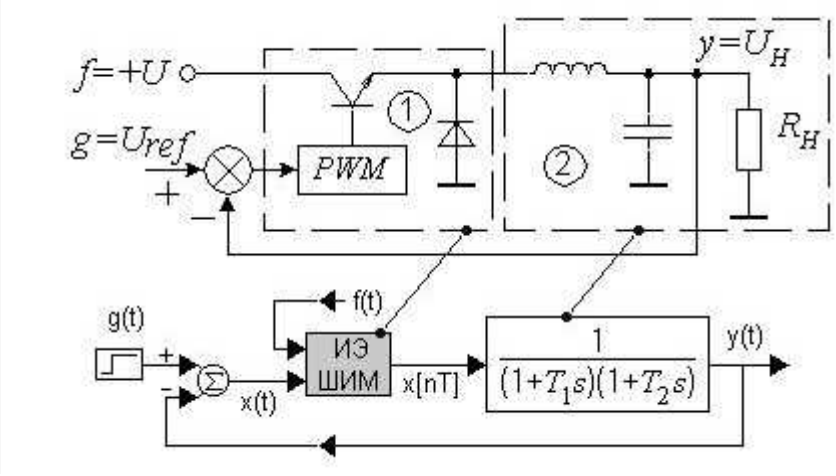


Рисунок 1 – Пример импульсной системы с ШИМ.

Начало пояснения к рисунку 1: 1 – импульсное звено – ключ с ШИМ; 2 – непрерывное звено – фильтр с нагрузкой; изменение $+U$ можно рассматривать как возмущение $f(t)$ ИЭ - импульсный элемент.

Линейной называется импульсная система, в которой линейны все ее элементы - импульсный элемент (ИЭ) с модулятором (М), канал передачи (КП), непрерывная часть (НЧ). Нелинейной - система, у которой хотя бы один из элементов нелинеен.

Определение линейности и нелинейности непрерывной части делятся в теории цепей (курс теоретических основ электротехники). Для выяснения свойств импульсной части (ИЭ;М) введем понятие амплитудной и модуляционной характеристик. Первая из них устанавливает зависимость амплитуды импульсов на выходе модулятора от входного управляющего сигнала, вторая - модулируемого параметра от этого же сигнала. Очевидно, что у АИМ эти две характеристики совпадают, так как модулируемым параметром является амплитуда импульсов.

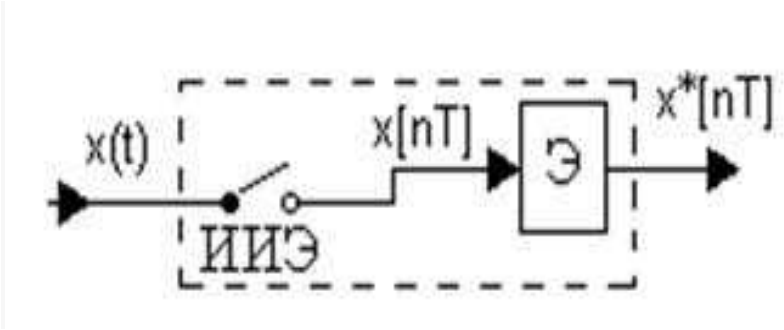


Рисунок 2 – Идеальный импульсный элемент с АИМ.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет импульсная система?
2. Что называется модуляцией?
3. Какие формы имеют колебания в импульсных системах?
4. Перечислите виды модуляции с расшифровкой.
5. В чем состоит определение линейности и нелинейности системы?
6. Зачертить рисунок 1 и дать пояснение ко всем составляющим на рисунке (начало примера как записывать дано после рисунка 1)
7. Зачертить рисунок 2 и дать пояснение ко всем составляющим на рисунке.

Практическая работа № 13

Тема: «Изучение систем ЧПУ»

Цель работы: изучение систем ЧПУ

Ход работы:

В составе токарной группы станков с ЧПУ можно выделить следующие подгруппы.

1. Токарные станки с диаметром устанавливаемой детали над станиной 320…1 000 мм. Предназначены для обработки деталей типа валов, дисков, которые закрепляются в центре.

2. Токарные автоматы и полуавтоматы. Служат для изготовления деталей из пруткового и трубчатого материала или из предварительно обработанных заготовок. Здесь можно выделить:

— токарные патронные и центровые полуавтоматы с диаметром

— обрабатываемой детали над суппортом 160…400 мм;

— токарные патронные полуавтоматы с диаметром обрабатываемой детали над станиной 200…630 мм.

3. Токарно-револьверные (прутково-патронные) станки и автоматы. Используются для обработки заготовок, где отношение L/D, не намного больше 1:1 и имеется большой объем обработки внутренних поверхностей, требующих нескольких технологических переходов. Станки оснащаются револьверными головками и дополнительными боковыми суппортами, несущими инструмент. Как правило, конструкции этой подгруппы не имеют задней бабки, необходимой для обработки в центрах. Широко распространены токарно-револьверные прутково-патронные станки с диаметром обрабатываемого прутка 16…40 и 25…65 мм.

4. Лоботокарные станки (фронтальные). Применяются для обработки наружных и внутренних поверхностей заготовок типа дисков. Типовыми технологическими задачами являются: черновое, чистовое, отделочное точение; продольная и поперечная копировальная обработка, наружное и внутреннее точение фасонными резцами, нарезание резьб. В данной подгруппе можно выделить лоботокарные полуавтоматы с диаметром устанавливаемой детали над станиной 1 000…1 250 мм.

5. Специализированные токарные станки. Предназначены для обработки специальных деталей, например, обточки у коленчатых валов шеек осей, обработки труб с фланцами. Различают отрезные, затыловочные, резьбонарезные станки для обработки особо громоздких деталей, например тяжелые токарные станки с диаметром обрабатываемой детали над суппортом 800…3 000 мм.

6. Токарно-карусельные станки с диаметром обрабатываемой детали над станиной 1 250…8 000 мм.

Рисунок 1.Система управления станка с ЧПУ

Одним из важных критериев выбора станков с ЧПУ является тип системы управления. Именно она отвечает за точность позиционирования узлов и обрабатывающих инструментов, технологический процесс обработки заготовки и качество изготавливаемой детали в соответствии с заданными настройками. С одной стороны, управляющая система должна быть максимально простой и функциональной, а с другой – надёжной и высокотехнологичной. Поэтому правильный выбор потребует учёта множества влияющих факторов.

Управление станками с ЧПУ осуществляется оператором, который на электронной управляющей системе задаёт алгоритм работы вручную или методом программирования, а она в свою очередь посредством исполнительных механических узлов и агрегатов реализует заданные действия для обработки заготовки. Благодаря минимизации человеческого фактора в технологии получения готового изделия и достигается высокое качество готовых деталей. Поэтому важно в данном процессе создать эффективное взаимодействие оператора и ЧПУ.

За счёт программного управления обеспечивается практически полная автоматизация производственного процесса. Достаточно задать нужную программу обработки, установить заготовку и запустить программу, чтобы в итоге получить партию идентичных по размеру и качеству деталей. Программируемые контроллеры способны решать поставленные логические задачи и проводить вычисления, с одновременным отображением текущего состояния выполнения процесса на встроенном экране или путём визуального сигнализирования.

В целях предотвращения повреждения основных узлов станков в ЧПУ реализована система защиты, которая оповещает о неисправностях, не допускает запуска логически неверных режимов обработки, а также проводит самодиагностику оборудования.

Способы программирования станков с ЧПУ

Существует два основных способа программирования ЧПУ: оперативный (ручной) и при помощи независимой управляющей программы. Первый способ позволяет оператору

вручную непосредственно при помощи органов управления ввести нужную программу для обработки детали, внести необходимые корректировки или выполнить отладку работы механизмов. Он отличается простотой и отсутствием необходимости применения компьютеров и специального программного обеспечения. Однако он не подходит для реализации сложных технологических процессов.

К основным преимуществам оперативного управления станков относятся:

— пошаговый контроль за изготовлением детали;

— простота программирования;

— отсутствие необходимости привлечения высококвалифицированных программистов;

— значительная экономия времени, требуемая на перепрограммирование;

— возможность внесения правок в программу и проверки правильности её исполнения до запуска на ЧПУ.

Программирование с использованием управляющей программы является наиболее востребованным, так как позволяет ускорить набор множества стандартных процедур обработки, провести их отладку и корректность работы. Такой способ управления подходит для предприятий, на которых производятся сложные детали, требующие проведения нескольких последовательных или одновременных циклов обработки в едином техпроцессе.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите состав токарной группы станков с ЧПУ.
2. Напишите основные элементы токарных станков с ЧПУ.
3. За что отвечает система управления станка с ЧПУ?
4. Что решают программируемые контроллеры?
5. Охарактеризуйте способы программирования станков с ЧПУ.
6. Перечислите основные преимущества оперативного управления.
7. Какое на ваш взгляд самое главное и важное преимущество? Объясните, почему вы так решили.

Практическая работа № 14

Тема: «Изучить самонастраивающиеся системы»

Цель работы: изучить самонастраивающиеся системы

Ход работы:

Структурная схема самонастраивающейся системы управления представлена на рис. 1. К основному контуру управления, состоящему из регулятора Р и объекта О, добавлен контур самонастройки КС, с помощью которого осуществляется коррекция параметров и алгоритма управления регулятора.

Основная задача самонастраивающейся системы заключается в поддержании заданной в виде функционала меры качества системы вблизи экстремального значения при изменениях в процессе функционирования системы входных управляющих воздействий x(t), возмущающих воздействий f(t), а также динамических характеристик объекта.

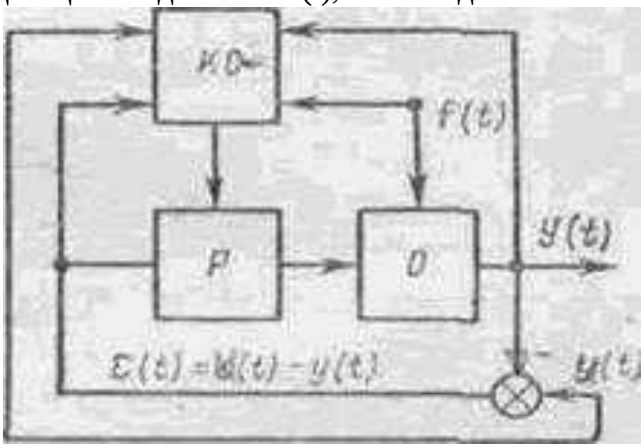


Рис. 1

Так как значение функционала качества J изменяется при действии указанных возмущений, то для выполнения основной задачи возникает необходимость в определении. Если время, требующееся для определения условий экстремума, не является критическим фактором, например в случае сравнительно медленного изменения значений функционала качества J в процессе управления, тогда целесообразно применять для определения условий экстремума поисковые методы. Беспоисковые методы определения условий экстремума не требуют специальных затрат времени на поисковые движения и используют, как правило, аналитические методы определения указанных условий. Сравнивая поисковые и беспоисковые самонастраивающиеся системы, можно сказать, что для определения условий экстремума поисковые системы нуждаются в меньшей информации, но обладают небольшим быстродействием при наличии процесса поиска, а беспоисковые системы при прочих равных условиях обладают более высоким быстродействием, но требуют более полной информации об управляемом процессе.

Принципы построения поисковых самонастраивающихся систем

Задача поисковой самонастройки формулируется следующим образом. Предполагается, что имеется множество состояний системы (x1, x2,..., xп)=X, которое является областью определения целевой функции или функционала качества системы.

Из множества состояний X необходимо выбрать определённые состояния:

$$H_j = h_j(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

где j = 1, 2, …, m, при которых обеспечивается экстремальное значение функционала качества.

Связь между экстремальным значением функционала качества и предпочтительными состояниями системы из множества X не задана в явном виде, и требуемый выбор обеспечивается путем последовательного приближения к решению в результате опробования различных состояний системы. Таким образом, существенной чертой самонастраивающихся систем данного класса является наличие процесса поиска как последовательной, итеративной

процедуры выбора одного из множества возможных путей для достижения поставленной цели.

Поиск экстремума может осуществляться различными способами, начиная от простого просмотра всех имеющихся в наличии состояний системы и кончая сложными вероятностными процедурами сравнения вариантов выбираемых путей. На сложность процедуры поиска влияют многие факторы: а) общее число состояний или параметров системы в области поиска (с увеличением множества состояний приходится принимать специальные меры для ускорения процедуры поиска экстремума); б) вид целевой функции, которая может быть унимодальной или обладать многими экстремумами (в случае многоэкстремальных функций процедуры поиска не должны заканчиваться в окрестности локальных экстремумов); в) дрейф экстремума, приводящий к ошибкам и нарушениям в поиске; г) ограничения области поиска, длительности поиска и точности используемой информации; д) непрерывность или дискретность поиска и т. д.

Все методы поиска подразделяются на регулярные и случайные. В регулярных методах поиска выбор направления поискового движения осуществляется по заранее заданному закону, а в случайных методах направление к экстремуму «нащупывается» случайным образом.

Принципы построения беспоисковых самонастраивающихся систем

Такие самонастраивающиеся системы обладают существенным преимуществом по сравнению с поисковыми системами в отношении быстродействия, поскольку в них отсутствуют процессы поиска, замедляющие работу системы. Кроме того, поисковые движения, как правило, создают заметные возмущения для работы основного контура. Часто такие возмущения становятся недопустимыми по конструктивным соображениям, например поисковые колебательные возмущения могут преждевременно выводить из строя исполнительные механизмы системы управления.

Однако беспоисковые самонастраивающиеся системы, так же как и поисковые, решают аналогичную задачу адаптации динамических характеристик системы в условиях изменения меры качества под воздействием управляющих, параметрических и внешних возмущений. Беспоисковое определение условий экстремума функционала качества позволяет получить темп процесса адаптации, соизмеримый с темпом переходных процессов в системе.

В беспоисковых системах используют несколько различных принципов аналитического определения условий экстремума, которые базируются на компенсационных подходах, например принцип инвариантности или сравнения с эталоном-моделью, либо на идентификационных подходах, позволяющих определять связанные с функционалом качества параметры или характеристики управляемого процесса.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается основная задача самонастраивающейся системы?
2. Опишите принцип построения поискового метода самонастраивающихся систем.
3. Опишите принцип построения беспоискового метода самонастраивающихся систем.
4. Сравните поисковые и беспоисковые самонастраивающиеся системы.
5. Зачертить рисунок 1, дать ему название и расшифровать буквы (например, О-объект) на рисунке.

Практическая работа № 15

Тема: «Изучить самоорганизующиеся системы»

Цель работы: изучить самоорганизующиеся системы

Ход работы:

Процессы самоорганизации могут иметь место только в системах с большим количеством элементов, связи между которыми имеют не жесткий, а вероятностный характер. Эти процессы происходят за счет перестройки существующих и образования новых связей между элементами системы. Отличительная особенность процессов самоорганизации - их целенаправленный, но вместе с тем и естественный, спонтанный характер: эти процессы, протекающие при взаимодействии системы с окружающей средой, в той или иной мере автономны, относительно независимы от нее.

Различают три типа процессов самоорганизации. Первый - это самозарождение организации, т.е. возникновение из некоторой совокупности объектов определенного уровня новой целостной системы со своими специфическими закономерностями. Второй тип - процессы, благодаря которым система поддерживает определенный уровень организации при изменении внешних и внутренних условий ее функционирования (гомеостатические механизмы, в частности, действующие по принципу обратной связи). Третий тип связан с совершенствованием и с саморазвитием таких систем, которые способны накапливать и использовать прошлый опыт. Термин "самоорганизующаяся система" ввел английский кибернетик Эшби У.Р. (1947).

В широком плане понятие самоорганизации отражает фундаментальный принцип Природы, лежащий в основе наблюдаемого развития от менее сложных к более сложным и упорядоченным формам организации вещества. Но у этого понятия есть и более узкое значение, непосредственно характеризующее способ реализации перехода от простого к более сложному. В таком значении самоорганизацией называют природные скачкообразные процессы, переводящие открытую неравновесную систему, достигшую в своем развитии критического состояния, в новое устойчивое состояние с более высоким уровнем сложности и упорядоченности по сравнению с исходным. Критическое состояние - это состояние крайней неустойчивости, достигаемое открытой неравновесной системой в ходе предшествующего периода плавного, эволюционного развития.

Понятия «простой» и «сложный» всегда относительны, их смысл выявляется только при сопоставлении свойств родственных объектов. Так, протон сложен относительно кварков, но прост относительно атома водорода; атом сложен относительно протона и электрона, но прост относительно молекулы и т.д. При этом мы видим, что сложные объекты обладают новыми качествами, которых лишены исходные простые элементы, составляющие их. Таким образом, Природу можно представить как цепочку нарастающих по сложности элементов.

Процессы объединения «простых» элементов с образованием «сложных» систем протекают лишь при выполнении определенных условий. Например, если температура (энергия) окружающей среды превышает энергию связи двух частиц, то они не смогут удерживаться вместе. При снижении температуры до значений, при которых энергия среды и энергия связи частиц окажутся равными, наступает критический момент, и дальнейшее снижение температуры делает возможным процесс фиксирования частиц (например, протона и электрона) в атоме водорода. Намного сложнее обстоит дело при соединении атомов в молекулы. Здесь также существуют пороговые значения параметров (температуры, плотности), называемые критическими значениями, которые отделяют область возможного образования от области, где этот процесс невозможен.

Затем идут новые уровни сложности и упорядоченности вещества. Наиболее высокий уровень упорядоченности, известный науке, демонстрирует феномен жизни и порождаемый им разум. Долгое время считалось, что феномен жизни противоречит господствовавшим физическим представлениям о стремлении материи к хаосу. Жизнь представлялась упорядоченным и закономерным поведением материи, основанным не только на тенденции

переходить от упорядоченности к неупорядоченности, но частично и на существовании упорядоченности, которая поддерживается все время. Эта проблема впервые была четко сформулирована в книге известного физика-теоретика Э. Шредингера «Что такое жизнь?». Анализ, проделанный им, показывал, что феномен жизни разрушает постулат о единственной тенденции развития вещества - от случайно возникшей упорядоченности к неупорядоченности, рожденный классической термодинамикой. Живые системы оказались способны поддерживать упорядоченность вопреки «естественной» тенденции.

После выхода книги Шредингера создалась любопытная ситуация: за живым веществом признавалась способность проявлять как тенденцию к разрушению упорядоченности, так и тенденцию к ее сохранению. А за неживой природой по-прежнему признавалась только одна тенденция - неизбежно разрушать любую упорядоченность, возникшую в результате случайных отклонений от равновесия. И лишь сравнительно недавно стало ясно, что тенденция к созиданию, к переходу от менее упорядоченного состояния к более упорядоченному, то есть самоорганизация, присуща неживой природе в той же мере, что и живой. Нужны лишь подходящие условия для ее проявления.

Выяснилось, что все разномасштабные самоорганизующиеся системы, независимо от того, каким разделом науки они изучаются, будь то физика, химия, биология или социальные науки, имеют единый алгоритм перехода от менее сложных и менее упорядоченных к более сложным и более упорядоченным состояниям.

Самоорганизующиеся системы обретают присущие им структуры или функции без какого бы то ни было вмешательства извне. Обычно эти системы состоят из большого числа подсистем. При изменении определенных условий, которые называются управляющими параметрами, в системе образуются качественно новые структуры. Эти системы обладают способностью переходить из однородного, недифференцированного состояния покоя в неоднородное, но хорошо упорядоченное состояние или в одно из нескольких возможных состояний.

Этими системами можно управлять, изменяя действующие на них внешние факторы. Поток энергии или вещества уводит физическую, химическую, биологическую или социальную систему далеко от состояния термодинамического равновесия. Изменяя температуру, уровень радиации, давление и т.д., мы можем управлять системами извне. Самоорганизующиеся системы способны сохранять внутреннюю устойчивость при воздействии внешней среды, они находят способы самосохранения, чтобы не разрушаться и даже улучшать свою структуру.

Свойства самоорганизующихся систем

Поведение систем, рассматриваемых синергетикой, описывается с помощью нелинейных уравнений - уравнений второго или большего порядка, поскольку самоорганизующиеся системы крайне сложны (нелинейны). Следовательно, эти системы можно характеризовать как неустойчивые и неравновесные. Неравновесность в свою очередь порождает избирательность системы, ее сложные реакции на внешние воздействия среды. При этом некоторые более слабые внешние воздействия могут оказывать большее влияние на эволюцию системы, чем воздействия хотя и более сильные, но не адекватные собственным тенденциям системы. Иначе говоря, в нелинейных системах возможны ситуации, когда совместные действия двух причин вызывают эффекты, которые не имеют ничего общего с результатами воздействия этих причин по отдельности.

Важным следствием нелинейности поведения самоорганизующихся систем является пороговый характер многих процессов в таких системах, т.е. при плавном изменении внешних условий поведение системы изменяется скачком. Другими словами, в состояниях, далеких от равновесия, слабые возмущения (флуктуации) оказывают сильное воздействие на систему, разрушая сложившуюся структуру и способствуя ее радикальному качественному изменению. Поэтому нелинейные системы, являясь неравновесными и открытыми, создают и поддерживают неоднородности в среде. В таких условиях между системой и средой иногда

создаются отношения обратной положительной связи, а именно: система влияет на среду таким образом, что в последней вырабатываются определенные условия, которые в свою очередь обусловливают изменения в самой этой системе. Примером может служить ситуация, когда в ходе химической реакции или какого-то другого процесса вырабатывается фермент, наличие которого стимулирует производство самого этого фермента.

При взаимодействии открытых системы с внешней средой происходит диссипация энергии - переход энергии упорядоченного процесса в энергию неупорядоченного процесса, в конечном счете в тепловую энергию. В общем случае диссипативными именуют такие системы, в которых энергия упорядоченного процесса переходит в энергию неупорядоченного, в конечном счете теплового (хаотического) движения. В открытых системах с нелинейным протеканием процессов возможны термодинамически устойчивые неравновесные состояния, далекие от состояния термодинамического равновесия и характеризующиеся определенной пространственной и временной упорядоченностью (структурой), которую называют диссипативной, так как ее существование требует непрерывного обмена веществом и энергией с окружающей средой. При этом огромное количество микропроцессов приобретает интегративную результирующую на макроуровне, которая качественно отличается от того, что происходит с каждым отдельным ее микроэлементом. Благодаря этому могут спонтанно возникать новые типы структур, характеризующиеся переходом от хаоса и беспорядка к порядку и организации.

Понятие диссипативности непосредственно связано с понятием параметров порядка. Самоорганизующиеся системы характеризуются множеством параметров, причем эти параметры улавливают воздействие окружающей среды неодинаково. С течением времени в системе выделяется несколько ведущих, определяющих параметров, к которым «подстраиваются» остальные. Такие параметры системы именуются параметрами порядка. Соотношения, связывающие параметры порядка, обычно намного проще, чем математические модели, детально описывающие систему в целом, поскольку параметры порядка отражают содержание оснований неравновесной системы. Поэтому выявление параметров порядка - одна из важнейших задач, решаемых при изучении самоорганизующихся систем.

Разработка теории самоорганизации началась буквально в последние годы, причем по нескольким, сходящимся направлениям. Это синергетика (Г. Хакен), термодинамика неравновесных процессов (И. Пригожин), теория катастроф (Р. Том).

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается отличительная особенность процессов самоорганизации.
2. Охарактеризуйте три типа процессов самоорганизации.
3. Что собой представляет самоорганизующаяся система? Привести примеры.
4. Что способны сохранять самоорганизующиеся системы?
5. Перечислите свойства самоорганизующихся систем и дайте каждому свойству характеристику.

Практическая работа № 16

Тема: «Изучить автоматизированные системы»

Цель работы: изучить автоматизированные системы

Ход работы:

Информационный процесс — процесс получения, создания, сбора, обработки, накопления, хранения, поиска, распространения и использования информации. (См. рис.)

Информационные системы - системы, в которых происходят информационные процессы. Если поставляемая информация извлекается из какого-либо процесса (объекта), а выходная применяется для целенаправленного изменения того же самого объекта, то такую информационную систему называют системой управления.

Виды систем управления: ручные, автоматизированные (человеко-машинные) , автоматические (технические) .

Автоматизированная система управления или АСУ – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и тому подобное.

Создателем первых АСУ в СССР является доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Белоруссии, основоположник научной школы стратегического планирования Николай Иванович Ведута (1913-1998). В 1962-1967гг. в должности директора Центрального научно-исследовательского института технического управления (ЦНИИТУ), являясь также членом коллегии Министерства приборостроения СССР, он руководил внедрением первых в стране автоматизированных систем управления производством на машиностроительных предприятиях. Активно боролся против идеологических PR-акций по внедрению дорогостоящих ЭВМ, вместо создания настоящих АСУ для повышения эффективности управления производством.

Важнейшая задача АСУ – повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления.

Цели автоматизации управления. Обобщенной целью автоматизации управления является повышение эффективности использования потенциальных возможностей объекта управления. Таким образом, можно выделить ряд целей:

Предоставление лицу, принимающему решение (ЛПР) адекватных данных для принятия решений.

Ускорение выполнения отдельных операций по сбору и обработке данных.

Снижение количества решений, которые должно принимать ЛПР.

Повышение уровня контроля и исполнительской дисциплины.

Повышение оперативности управления.
Снижение затрат ЛПР на выполнение вспомогательных процессов.
Повышение степени обоснованности принимаемых решений.

В состав АСУ входят следующие виды обеспечений:
информационное,
программное,
техническое,
организационное,
метрологическое,
правовое,
лингвистическое.

Основными классификационными признаками, определяющими вид АСУ, являются:

— сфера функционирования объекта управления (промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство, непромышленная сфера и так далее);

— вид управляемого процесса (технологический, организационный, экономический и так далее);

— уровень в системе государственного управления, включения управление народным хозяйством в соответствии с действующими схемами управления отраслями (для промышленности: отрасль (министерство), всесоюзное объединение, всесоюзное промышленное объединение, научно-производственное объединение, предприятие (организация), производство, цех, участок, технологический агрегат).

Функции АСУ:

— планирование и (или) прогнозирование;
— учет, контроль, анализ;
— координацию и (или) регулирование.

Виды АСУ:

1. Автоматизированная система управления технологическим процессом или АСУ ТП– решает задачи оперативного управления и контроля техническими объектами в промышленности, энергетике, на транспорте.
2. Автоматизированная система управления производством (АСУ П)– решает задачи организации производства, включая основные производственные процессы, входящую и исходящую логистику. Осуществляет краткосрочное планирование выпуска с учётом производственных мощностей, анализ качества продукции, моделирование производственного процесса.

Примеры:

Автоматизированная система управления уличным освещением («АСУ УО»)– предназначена для организации автоматизации централизованного управления уличным освещением.

Автоматизированная система управления наружного освещения («АСУНО»)– предназначена для организации автоматизации централизованного управления наружным освещением.

Автоматизированная система управления дорожным движением или АСУ ДД– предназначена для управления транспортных средств и пешеходных потоков на дорожной сети города или автомагистрали

Автоматизированная система управления предприятием или АСУП– Для решения этих задач применяются MRP,MRP II и ERP-системы. В случае, если предприятием является учебное заведение, применяются системы управления обучением.

Автоматическая система управления для гостиниц.

Автоматизированная система управления операционным риском– это программное обеспечение, содержащее комплекс средств, необходимых для решения задач управления операционными рисками предприятий: от сбора данных до предоставления отчетности и построения прогнозов.

Задание:

1. Контрольные вопросы:

— Что такое автоматизированная система управления.
— Назначение АСУ.
— Какие функции осуществляют АСУ?
— Привести примеры АСУ.
— Кто является создателем первых АСУ в СССР?

2. Выполнить презентацию на тему: «Автоматизированные системы управления». Количество слайдов до 7, шрифт Times New Roman. Можно тему свою, но связанную с автоматизацией. Срок до пятницы 12 ноября 2021г!!!

Практическая работа № 17

Тема: «Изучить оптимальные системы»

Цель работы: изучить оптимальные системы

Ход работы:

Для проектирования оптимальной САУ необходима полная информация об ОУ, возмущающих и задающих воздействиях, начальном и конечном состояниях ОУ. Далее требуется выбрать критерий оптимальности. В качестве такого критерия можно использовать один из показателей качества системы. Однако требования к отдельным показателям качества, как правило, противоречивы (например, повышение точности системы достигается уменьшением запаса устойчивости). Кроме того, оптимальная система должна иметь минимально возможную ошибку не только при отработке какого-то конкретного управляющего воздействия, но в течение всего времени работы системы. Следует также учитывать, что решение задачи оптимального управления зависит не только от структуры системы, но и от параметров составляющих ее элементов.

Достижение оптимального функционирования САУ во многом определяется тем, как осуществляется управление во времени, какова программа, или алгоритм управления. В связи с этим для оценки оптимальности систем используют интегральные критерии, вычисляемые как сумма значений интересующего проектировщиков параметра качества системы за все время процесса управления.

В зависимости от принятого критерия оптимальности рассматривают следующие виды оптимальных систем.

1. Системы, оптимальные по быстродействию, которые обеспечивают минимальное время перевода ОУ из одного состояния в другое. В этом случае критерий оптимальности выглядит следующим образом:

$$Q = t_к - t_н = T,$$

где tн и tк — моменты начала и окончания процесса управления.

В таких системах длительность процесса управления минимальна. Простейший пример — система управления двигателем, обеспечивающая минимальное время разгона его до заданной частоты вращения с учетом всех имеющихся ограничений.

2. Системы, оптимальные по расходу ресурсов, которые гарантируют минимум критерия

$$Q = \int_{t_н}^{t_к} kU(t)\,dt,$$

где к — коэффициент пропорциональности; U(t) — управляющее воздействие.

Такая система управления двигателем обеспечивает, например, минимальный расход топлива за все время управления.

3. Системы, оптимальные по потерям управления (или по точности), которые обеспечивают минимальные ошибки управления на основании критерия где e(f) — динамическая ошибка.

$$Q = \int_{t_н}^{t_к} \varepsilon^2(t)\,dt,$$

В принципе задача проектирования оптимальной САУ может быть решена простейшим методом перебора всех возможных вариантов. Конечно, такой метод требует больших затрат времени, но современные ЭВМ позволяют в некоторых случаях им воспользоваться. Для решения задач оптимизации разработаны специальные методы вариационного исчисления (метод максимума, метод динамического программирования и др.), позволяющие учесть все ограничения реальных систем.

В качестве примера рассмотрим, каким должно быть оптимальное по быстродействию управление электродвигателем постоянного тока, если подаваемое на него напряжение ограничено предельной величиной, а сам двигатель можно представить в виде апериодического звена 2-го порядка (рис. 1, а).

Метод максимума позволяет рассчитать закон изменения, обеспечивающий минимальное время разгона двигателя до частоты вращения (рис.1, б). Процесс управления данным двигателем должен состоять из двух интервалов, в каждом из которых напряжение u(t) принимает свое предельное допустимое значение. Для обеспечения такого управления в состав системы должен быть включен релейный элемент.

Как и обычные системы, оптимальные системы бывают разомкнутыми, замкнутыми и комбинированными. Если оптимальное управление, переводящее ОУ из начального состояния в конечное и не зависящее или слабо зависящее от возмущающих воздействий, может быть задано как функция времени U(t), то строится разомкнутая система программного управления (рис. 2, а).

В программное устройство ПУ закладывается оптимальная программа П, рассчитанная на достижение экстремума принятого критерия оптимальности. По такой схеме осуществляется управление станками с числовым программным управлением и простейшими роботами, производится вывод ракет на орбиту и т.д.

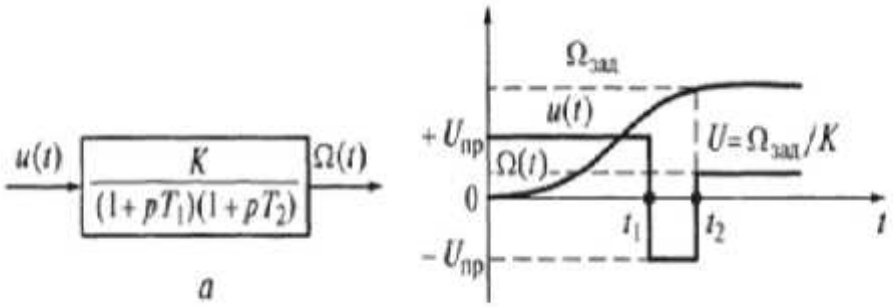
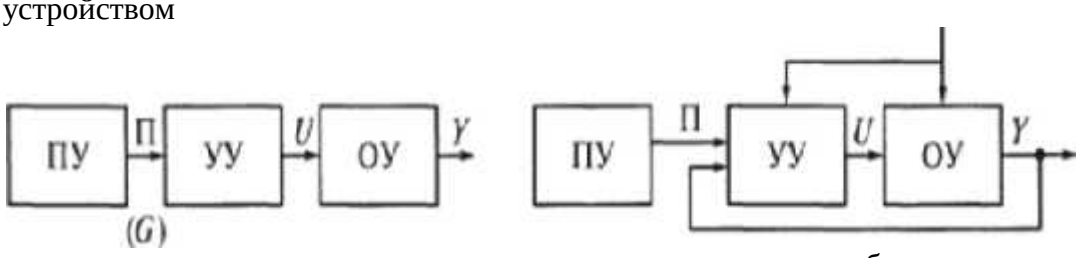


Рис.1. Пример управления, оптимального по быстродействию:
а — с обшим управляющим устройством; б — с двухуровневым управляющим устройством



а б

Рис. 2 Схемы оптимальных систем: а — разомкнутой; б — комбинированной

Наиболее совершенными, хотя и наиболее сложными, являются комбинированные оптимальные системы (рис. 2, б). В таких системах разомкнутый контур осуществляет оптимальное управление по заданной программе, а замкнутый контур, оптимизированный по минимуму ошибки, отрабатывает отклонение выходных параметров. Используя канат измерения возмущений, система становится инвариантной относительно всего множества задающих и возмущающих воздействий.

Для того чтобы реализовать столь совершенную систему управления, необходимо точно и быстро измерять все возмущаюшие воздействия. Однако такая возможность имеется далеко не всегда. Гораздо чаще о возмущающих воздействиях известны только усредненные статистические данные. Во многих случаях, особенно в системах телеуправления, даже задающее воздействие поступает в систему вместе с помехами. А так как помеха представляет собой в общем случае случайный процесс, то удается синтезировать только статистически оптимальную систему. Такая система не будет оптимальной для каждой конкретной реализации процесса управления, но она будет в среднем наилучшей для всего множества его реализаций.

Для статистически оптимальных систем в качестве критериев оптимальности используют усредненные вероятностные оценки. Например, для следящей системы, оптимизированной по минимуму ошибки, в качестве статистического критерия оптимальности используют математическое ожидание квадрата отклонения выходного воздействия от заданного значения, т.е. дисперсию:

$$M\{[y(t) - y_{зад}(t)]^2\} = \min.$$

Используются и другие вероятностные критерии. Например, в системе обнаружения целей, где важно только наличие или отсутствие цели, в качестве критерия оптимальности применяют вероятность ошибочного решения Рош:

$$P_{ош} = P_{п.ц} + P_{л.о} = \min,$$

где Рп ц — вероятность пропуска цели; РЛО — вероятность ложного обнаружения.

Во многих случаях рассчитанные оптимальные САУ оказываются практически не реализуемыми ввиду их сложности. Как правило, требуется получение точных значений

производных высоких порядков от входных воздействий, что технически очень трудно осуществимо. Зачастую даже теоретический точный синтез оптимальной системы оказывается невозможен. Однако методы оптимального проектирования позволяют строить квазиоптимальные системы, хотя и упрощенные в той или иной степени, но все- гаки позволяющие достичь значений принятых критериев оптимальности, близких к экстремальным.

Контрольные вопросы:

1. Что необходимо учитывать при проектировании оптимальных систем САУ?
2. Какие виды оптимальных систем в зависимости от принятого критерия оптимальности рассматривают?
3. Каким должно быть оптимальное по быстродействию управление электродвигателем постоянного тока?
4. Зачертить схемы (рисунок 2) и дать им описание.

Практическая работа № 18,19

Тема: «Изучить адаптивные системы»

Цель работы: изучить адаптивные системы

Ход работы:

АСУ – адаптивные системы управления, которые автоматически приспосабливаются (адаптируются) к изменению свойств объекта правления и к изменяющимся внешним условиям работы путем накопления и использования информации, получаемой в процессе работы, для достижения оптимального поведения системы путем целенаправленного изменения параметров регулятора, структуры системы и совершенствования алгоритма управления.

Цель управления: обеспечение заданного показателя качества регулирования (критерия качества) в условиях не стационарности объекта управления.

Различают следующие виды адаптивных систем:

- самонастраивающиеся системы,- в которых адаптация производится путем изменения некоторых параметров регулятора и управляющих воздействий.
- самоорганизующиеся системы ,- в которых адаптация производится не только за счет изменения ее параметров и управляющих воздействий, а также за счет изменения структуры системы управления путем автоматического подключения или отключения корректирующих звеньев.
- самообучающиеся системы ,- в которых адаптация производится не только за счет изменения ее параметров, управляющих воздействий и подключения корректирующих звеньев, а также дополнительно за счет совершенствования алгоритма управления путем автоматического поиска оптимальных управлений, упоминания их и с одновременным забыванием старых, менее эффективных алгоритмов управления.

Система экспериментального управления (СЭУ) – это система, которая самостоятельно в процессе своей работы вырабатывает и поддерживает экспериментальное значение регулируемого параметра.

Цель управления: непрерывный поиск экстремума по управляющему воздействию, когда динамические свойства объекта управления случайным образом изменяются.

СЭУ – это один из видов самонастраивающихся систем. Выделение ее в самостоятельный класс связан со специальной особенностью управления такой системы, когда заранее не известна ни величина, ни даже направления (больше или меньше) изменения управляющих воздействий. Все это определяется в процессе работы системы аналитически (рассчитывается) или экспериментально (путем подачи пробных сигналов).

По алгоритму управления.

Принцип программного управления , когда алгоритм управления вырабатывается по заранее составленной программе в задающем устройстве и последовательно выдается на объект управления.
В таких САУ вся информация об управлении априорно (заранее) занесена в задающее устройство. По такому принципу работают станки с числовым программным управлением для получения ткани с вышитым рисунком, светофоры на перекрестках и т.д.
Принцип управления по возмущению , когда алгоритм управления вырабатывается с помощью датчика возмущающего воздействия и компенсирует вызываемое им отклонение регулируемой величины.
В таких САУ вся информация об управлении на регулятор поступает с возмущающего воздействия. Обычно это нагрузка. По такому принципу работают, например, генераторы с дополнительной обмоткой возбуждения в цепи якоря, в которой создается дополнительный магнитный поток для компенсации потери напряжения, который пропорционален силе тока нагрузке генератора.
Принцип управления по отклонению , когда алгоритм управления вырабатывается по отклонению между заданным и действительным значением регулируемой величиной.
В таких САУ информация определяется с помощью датчика регулируемой величины, сравнивается с заданным и пропорционально ошибке происходит процесс регулирования. Особенность такой САУ – наличие главной обратной связи от регулируемой величины на регулятор. По такому принципу работают большинство САУ для регулирования температуры, давления, частоты вращения двигателей и т.д.
Принцип комбинированного управления, когда алгоритм управления вырабатывается одновременно и по возмущению и по отклонению
Такие САУ имеют два контура управления. В первом контуре (по возмущению) производится быстрое предварительное регулирование, а во втором контуре (по отклонению) производится медленная и точная регулировка. По такому принципу происходит регулирование, например, давление пара в паровом котле. Пропорционально расходу пара производится регулирование по возмущению (по нагрузке), а по отклонению давления пара от заданного производится более точное регулирование.
По закону регулирования.
П-закон регулирования (пропорциональный), когда действие на ОР пропорционально сигналу управления.
И-закон регулирования (интегральный), когда воздействие на ОР пропорционально интегралу (обычно по времени) от сигнала управления.
ПД-закон регулирования (пропорционально диффиринцирующий), когда на ОР подается два сигнала управления. Один пропорциональный, а второй - производительной от этого пропорционального сигнала.
ПИ-закон регулирования (пропорционально интегральный), когда на ОР подается два сигнала управления. Один пропорциональный, а второй – по интегралу от этого пропорционального сигнала.
По виду обратной связи.
Одноконтурные САУ имеют одну главную обратную связь, служащую для сравнения действительного и предписанного значения регулируемой величины.
Многоконтурные САУ кроме главной обратной связи имеют еще дополнительные (местные) обратные связи, соединяющие выход и вход одного или нескольких элементов системы.
Положительная обратная связь, если с увеличением сигнала на выходе, сигнал на входе тоже увеличивается.

Отрицательная обратная связь , если с увеличением сигнала на выходе, сигнал на входе уменьшается.
Жесткая обратная связь обеспечивает прохождение сигнала в переходном и в установившемся режиме с одинаковым коэффициентом передачи.
Гибкая обратная связь обеспечивает прохождение сигнала только в переходном режиме работы системы. В установившемся режиме коэффициент передачи равен нулю (обратная связь обрывается).
По количеству регулируемых величин.
Одномерная САУ , с одной регулируемой величиной.
Многомерная САУ , с несколькими регулируемыми величинами, которые разделяются на:
- системы несвязанного регулирования , в которых регуляторы, предназначены для регулирования различных величин, не связанны друг с другом;
- системы связанного регулирования , в которых регуляторы различных регулируемых величин имеют друг с другом взаимные связи.
По ошибке в установившемся режиме.
Статическая система, которая, в установившемся режиме работы по отношению к заданному воздействию, имеет отклонение регулируемой величины от заданной в зависимости, от величины этого приложенного воздействия.
Астатическая система, которая в установившемся режиме работы по отношению к заданному воздействию не имеет отклонение регулируемой величины от заданной.
По наличию и виду вспомогательной энергии.
Прямое регулирование , когда в системе управления не используется вспомогательная энергия стороннего источника. Энергия датчика достаточно для управления регулирующим органом энергии.
Непрямое регулирование , когда датчик использует вспомогательную энергию стороннего источника, для управления регулирующим органом.
Системы непрямого регулирования по виду вспомогательной энергии разделяются: электронные, электромеханические, гидравлические, механические, комбинированные.
По стабильности параметров системы.
Стационарные системы , в которых все параметры элементов системы не изменяются во времени или математическая модель которых описывается дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами. Это, например, электродвигатели, гидравлические и механические устройства станка и т.д.
Нестационарные системы (во времени), которые имеют хотя бы одно звено с изменяющимися параметрами в процессе работы, или математическая модель, которые описываются дифференциальными уравнениями с переменными параметрами. Это, например, самолет, в котором при полете по мере расхода топлива изменяется его вес, расположение центра тяжести.
По виду сигналов управления .
Непрерывные сигналы управления представляют собой непрерывную функцию времени. Между входными и выходными величинами всех элементов системы существует функциональная непрерывная связь.
Прерывистые сигналы управления (или дискретные сигналы) характеризуются наличием разрыва непрерывности и скачков подачи сигнала управления. Между входными и выходными величинами системы управления функциональная связь в некоторые промежутки времени прерывается.
Прерывистые сигналы в свою очередь разделяются:
-релейные , когда сигнал управления постоянный по величине или равен нулю. Фактически он соответствует двум командам: “пуск” или “стоп”;

- позиционные , когда сигналы управления по абсолютной величине остаются постоянными, но в зависимости от алгоритма управления меняют знак или равны нулю;
- вибрационные, когда чередуются разные по величине сигналы;
- импульсные , когда сигналы управления преобразованы в последовательность модулированных импульсов, чередующихся через определенные промежутки времени (такты).
- кодированные , когда сигналы управления преобразованы в определенный код.

По математическим признакам.

Линейные системы, все звенья описываются линейными дифференциальными управлениями при значительных отклонениях.

Нелинейные системы , в которых хотя бы одно звено описывается нелинейным дифференциальным уравнением.

Нелинейные системы в свою очередь разделяются на:

- несущественно нелинейные системы , которые при малых отклонениях регулируемого параметра можно линеаризовать.

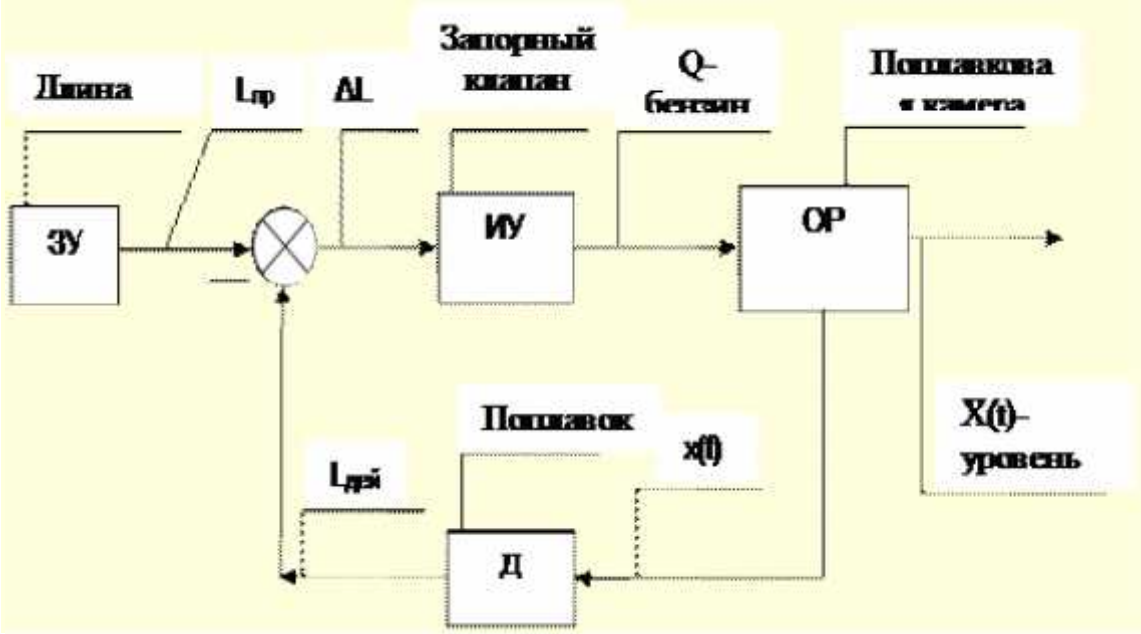


Рис. 1. Функциональная схема системы автоматического регулирования

ЗАДАНИЕ: Провести анализ по классификационным признакам системы автоматического регулирования уровня вещества в поплавковой камере (рисунок 1)

Практическая работа № 20

Тема: «Изучить поисковые системы»

Цель работы: изучить поисковые системы

Ход работы:

Существует несколько моделей, на которых основана работа поисковых систем, но исторически две модели приобрели наибольшую популярность — это поисковые каталоги и поисковые указатели.

Поисковые каталоги устроены по тому же принципу, что и тематические каталоги крупных библиотек. Они обычно представляют собой иерархические гипертекстовые меню с пунктами и подпунктами, определяющими тематику сайтов, адреса которых содержатся в данном каталоге, с постепенным, от уровня к уровню, уточнением темы. Поисковые каталоги создаются вручную. Высококвалифицированные редакторы лично просматривают информационное пространство WWW, отбирают то, что по их мнению представляет общественный интерес, и заносят в каталог.

Основной проблемой поисковых каталогов является чрезвычайно низкий коэффициент охвата ресурсов WWW. Чтобы многократно увеличить коэффициент охвата ресурсов Web, из процесса наполнения базы данных поисковой системы необходимо исключить человеческий фактор — работа должна быть автоматизирована.

Автоматическую каталогизацию Web-ресурсов и удовлетворение запросов клиентов выполняют поисковые указатели. Работу поискового указателя можно условно разделить на три этапа:

— сбор первичной базы данных. Для сканирования информационного пространства WWW используются специальные агентские программы — черви, задача которых состоит в поиске неизвестных ресурсов и регистрация их в базе данных;

— индексация базы данных — первичная обработка с целью оптимизации поиска. На этапе индексации создаются специализированные документы — собственно поисковые указатели;

— рафинирование результирующего списка. На этом этапе создается список ссылок, который будет передан пользователю в качестве результирующего. Рафинирование результирующего списка заключается в фильтрации и ранжировании результатов поиска.

Под фильтрацией понимается отсев ссылок, которые нецелесообразно выдавать пользователю (например, проверяется наличие дубликатов). Ранжирование заключается в создании специального порядка представления результирующего списка (по количеству ключевых слов, сопутствующих слов и др.).

В России наиболее крупными и популярными поисковыми системами являются:

«Яndex» (www.yandex.ru)

«Рамблер» (www.rambler.ru)

«Google» (www.google.ru)

«Апорт2000» (www.aport.ru)

Задание 1.

Загрузите Интернет.

С помощью строки поиска найдите каталог ссылок на государственные образовательные порталы.

Выпишите электронные адреса шести государственных образовательных порталов и дайте им краткую характеристику. Оформите в виде таблицы.

Задание 2.

Откройте программу Enternet Explorer.

Загрузите страницу электронного словаря Promt– www.ver-dict.ru.

Из раскрывающегося списка выберите Русско-английский словарь (Русско-Немецкий).

В текстовое поле Слово для перевода: введите слово, которое Вам нужно перевести.

Нажмите на кнопку Найти.

Занесите результат в следующую таблицу:

Слово	Русско-Английский	Русско-Немецкий
Информатика		
Клавиатура		
Программист		
Монитор		
Команда		
Винчестер		
Сеть		
Ссылка		
Оператор		

Задание 3.

Загрузите страницу электронного словаря– www.efremova.info.

В текстовое поле Поиск по словарю: введите слово, лексическое значение которого Вам нужно узнать.

Нажмите на кнопку Искать. Дождитесь результата поиска.

Занесите результат в следующую таблицу:

Слово	Лексическое значение
Метонимия	
Видеокарта	
Железо	
Папирус	
Скальпель	
Дебет	

Задание 4. С помощью одной из поисковых систем найдите информацию и занесите ее в таблицу:

Личности 20 века		
Фамилия, имя	Годы жизни	Род занятий
Джеф Раскин		
Лев Ландау		
Юрий Гагарин		

5. Контрольные вопросы

Что понимают под поисковой системой?

Перечислите популярные русскоязычные поисковые системы.

Что такое ссылка и как определить, является ли элемент страницы ссылкой

Возможно ли копирование сведений с одной Web-страницы на другую?

Каким образом производится поиск картинок и фотографий в поисковых системах Интернет?