

Автоматизация управления в технических системах

15.03.03 «Прикладная механика»

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Модуль 1. Введение, история, основные понятия и определения, принципы построения, классификация автоматизированных систем управления

Вопрос 1. Задачи и компетенции дисциплины «Автоматизация управления в технических системах»

Целью изучения дисциплины «Автоматизация управления в технических системах» является формирование у студентов знаний и умений выбора и эксплуатации технических и программно-технических средств автоматизации технологических процессов, освоение методик исследования и анализа характеристик и параметров элементов и устройств различных автоматических систем управления.

Основными задачами дисциплины являются:

1. Знакомство с историей зарождения и развития различных систем автоматического управления, а также с биографиями и творческой деятельностью ученых и изобретателей, внесших мировой вклад в разработку технических систем автоматизации.
2. Изучение устройств, принципов действия, основных характеристик и параметров различных типовых элементов автоматики.
3. Формировании практических навыков работы с промышленными микропроцессорными программируемыми логическими контроллерами – основы современных программно-технических комплексов АСУ ТП.

Сайт ОмГТУ <http://www.omgtu.ru/> → Образование → Учебная деятельность → Направления подготовки, реализуемые в ОмГТУ в соответствии с ФГОС ВО Бакалавриат

Бакалавриат

Шифр направления	Название направления	ФГОС ВО	Описание основной образовательной программы	Аннотации к рабочим программам дисциплин и практик	Календарный график учебного процесса и учебный план	Рабочие программы дисциплин и программы практик
15.03.03	Прикладная механика					Перечень рабочих программ
15.03.04	Автоматизация технологических процессов и производств				Скачать	Перечень рабочих программ
15.03.05	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств				Скачать	Перечень рабочих программ

4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах

Очная форма обучения (для 15.03.03, 15.03.04, 15.03.05)

Вид занятий	Всего (час.)	Семестры							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Всего аудиторных занятий:	36		36						
Лекции	18		18						
Практические занятия									
Лабораторные работы	18		18						
Самостоятельная работа:	108		108						
Самостоятельное изучение материала дисциплины	98		98						
Курсовой проект (работа)									
Расчетно-графическая работа									
Домашнее задание	10		10						
Количество часов на экзамен	36		36						
Всего по дисциплине	180		180						
Вид аттестации за семестр (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	Экзамен		Экзамен						

Очно-Заочная (вечерняя) форма обучения (для 15.03.05)

Вид занятий	Всего (час.)	Семестры									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Всего аудиторных занятий:	18								18		
Лекции	9								9		
Практические занятия											
Лабораторные работы	9								9		
Самостоятельная работа:	126								126		
Курсовой проект (работа)											
Расчетно-графическая работа											
Домашнее задание	10								10		
Проработка лекционного курса	116								116		
Количество часов на экзамен	36								36		
Всего по дисциплине	180								180		
Вид аттестации за семестр (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	Экзамен								Экзамен		

Домашнее задание (реферат) – 10 часов

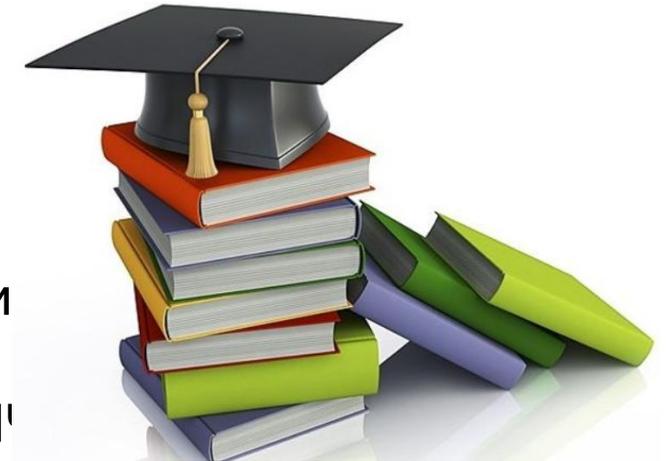
Темы рефератов выдают преподаватели на практике.

Оформление в соответствии с **ГОСТ 2.105-95 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВЫМ ДОКУМЕНТАМ.**

Объем – 15-20 листов А4 с рисунками, схемами и таблицами.

Автособираемое содержание.

Список литературы (не менее 15 источников, в т. ч. периодические и иностранные издания) в соответствии с **ГОСТ 7.1-2003 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК. БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ**



ПРИМЕР:

1 Справочники по полупроводниковым приборам // [Персональная страница В.Р. Козака] / Ин-т ядер. физики. [Новосибирск, 2003]. URL: <http://www.inp.nsk.su/%7EKosak/start.htm> (дата обращения: 13.03.16)

2 Официальные периодические издания: электрон. путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2005–2007. URL: <http://www.nir.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2017)

9.2.1. Основная литература

1. Иванов А.А., Торохов С.Л. Управление в технических системах: учебное пособие. – М.: Форум, 2012. – 272 с
- + 2. Гудинов В.Н., Корнейчук А.П. Технические средства автоматизации: Конспект лекций. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 56 с.
- + 3. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 690 с.

9.2.2. Дополнительная литература

- 1. Устройства электропневмоавтоматики фирмы FESTO: Метод. указ. к лаб. раб. / Н.Г. Скабкин, Е.С. Гебель, В.В. Клевакин, И.В. Лазаренко. – Омск: Изд-во: ОмГТУ, 2012. – 38 с.
- 2. Исследование типовых схем гидроприводов на базе элементов фирмы FESTO: метод. указ. к лаб. раб. / Составители: Н.Г. Скабкин, В.В. Клевакин, И.В. Лазаренко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 36 с.
- 3. Технические средства автоматизации: метод. указ. к лаб. работам. / сост.: В.Н. Гудинов, А.П. Корнейчук – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 36 с.

9.2.3. Периодические издания

1. Электротехника. 1985-2016;
2. Современная электроника. 2011-2015;
3. Мехатроника, автоматизация, управление. 2006-2016;
4. Автоматика и телемеханика: ЭРЖ.. 1997-2014;
5. Робототехника: ЭРЖ. 1999-2016;
6. Омский научный вестник. Сер. приборы, машины и технологии. 2006-2016.
7. Автоматизация в промышленности. 2008-2016.

9.2.4. Информационные ресурсы

1. ЭБС «АРБУЗ»
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru
3. Стандарты СНГ и России.
4. Интегрум.

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ

Пастухова Е.И.

(штамп КО и подпись зам.дир. библиотеки)

К.О.

Вопрос 2. Основные понятия и определения.

Элемент (устройство) – конструктивно законченное техническое изделие, предназначенное для выполнения определённых функций в системах автоматизации (измерение, передача сигнала, хранение информации, ее обработка, выработка команд управления и т.п.).

Система автоматического управления (САУ) – совокупность технических устройств и программно-технических средств, взаимодействующих между собой с целью реализации некоторого закона (алгоритма) управления.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) – система, предназначенная для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления и представляющая собой человеко-машинную систему, обеспечивающую автоматический сбор и обработку информации, необходимую для управления этим технологическим объектом в соответствии с принятыми критериями (техническими, технологическими, экономическими).

Технологический объект управления (ТОУ) - совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям и регламентам технологического процесса.

Входное задающее воздействие X – воздействие, подаваемое на вход системы или устройства и определяющее требуемый закон изменения регулируемой величины Y .

Выходная регулируемая величина Y – выходной параметр технологического процесса, который необходимо поддерживать постоянным или изменять по определенному закону.

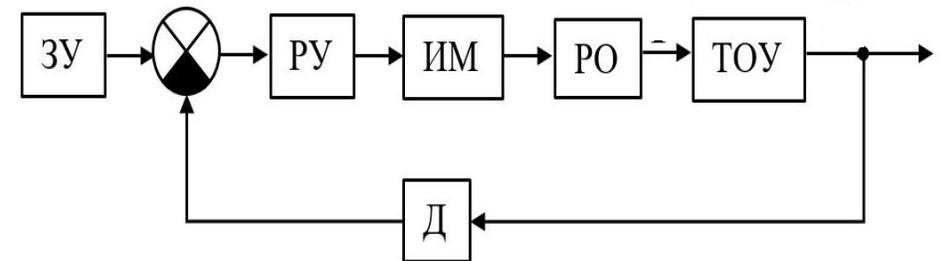
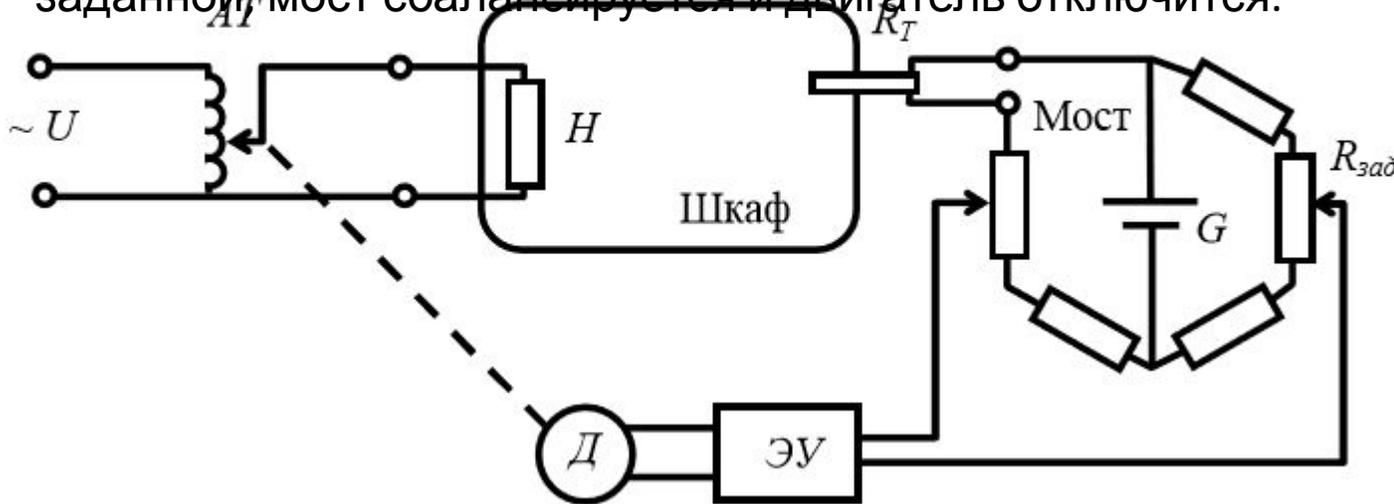
Значение регулируемой величины Y' , полученное в рассматриваемый момент времени на основании данных некоторого измерительного прибора – датчика D , называется ее измеренным значением.

Управляющее воздействие U – воздействие управляющего устройства на объект управления.

Внешнее возмущающее воздействие f – воздействие внешней среды на объект управления, выводящее систему из состояния равновесия и стремящееся нарушить требуемую функциональную связь между задающим воздействием и регулируемой величиной.

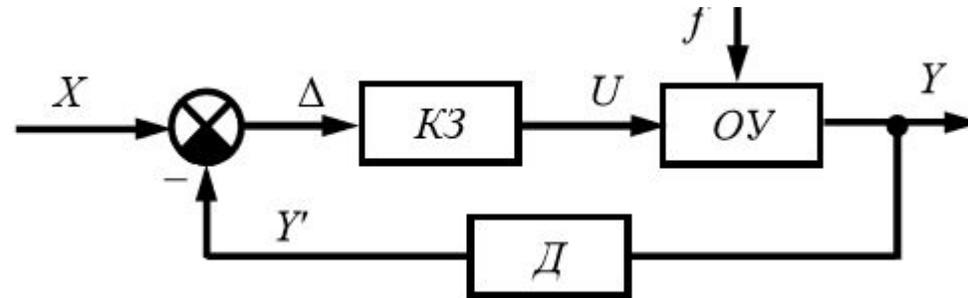
Пример АСР температуры сушильного шкафа:

При заданной температуре объекта управления (сушильный шкаф), которая устанавливается с помощью резистора $R_{зад}$, измерительный мост M , выполняющий роль элемента сравнения, уравновешен. На входе электронного усилителя ЭУ ошибка регулирования равна нулю, и система находится в состоянии равновесия. При отклонении температуры изменяется сопротивление терморезистора R_T , включенного в диагональ моста, и равновесие моста нарушается. На входе ЭУ появляется напряжение, фаза которого зависит от знака отклонения от заданной температуры. Напряжение, усиленное в ЭУ, поступает на двигатель постоянного тока Д, который перемещает скользящий контакт ползунка автотрансформатора АТ в соответствующую сторону, тем самым изменяя напряжение на электрическом нагревателе Н. При достижении температуры, равной заданной, мост сбалансирован и двигатель отключится.

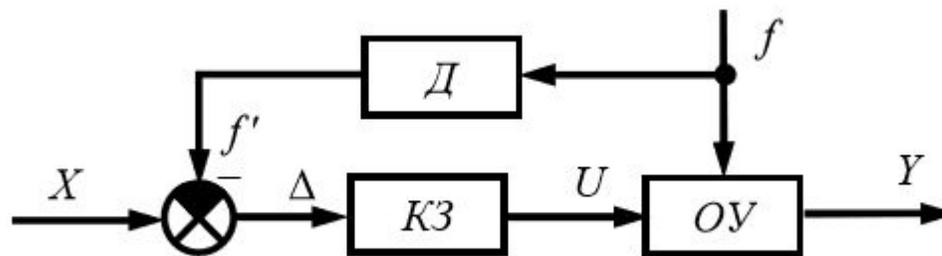


Фундаментальные принципы управления

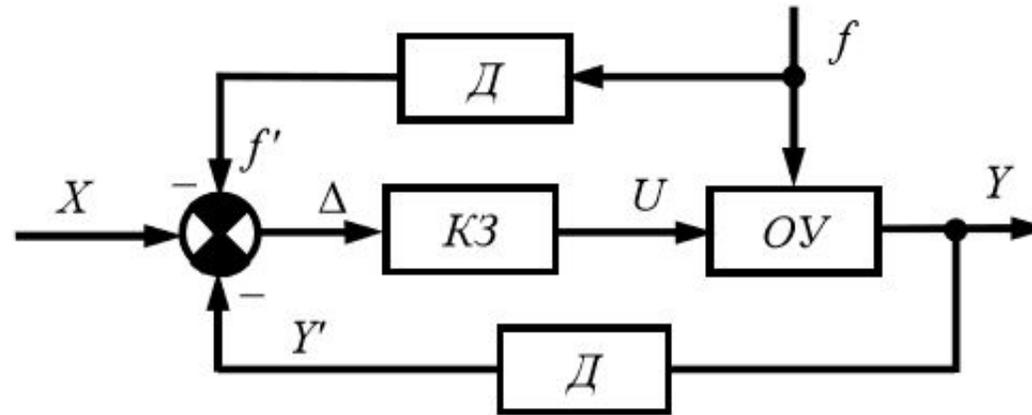
1. **Управление по отклонению** характеризуется тем, что регулирующее воздействие на объект регулирования формируется в зависимости от отклонения текущего от заданного значения регулируемой в



2. **Управление по возмущению** характеризуется тем, что, измеряя возмущающее воздействие на объект регулирования и формируя соответствующее регулирующее воздействие на объект, можно обеспечить независимость работы системы от этих возмущающих воздействий.

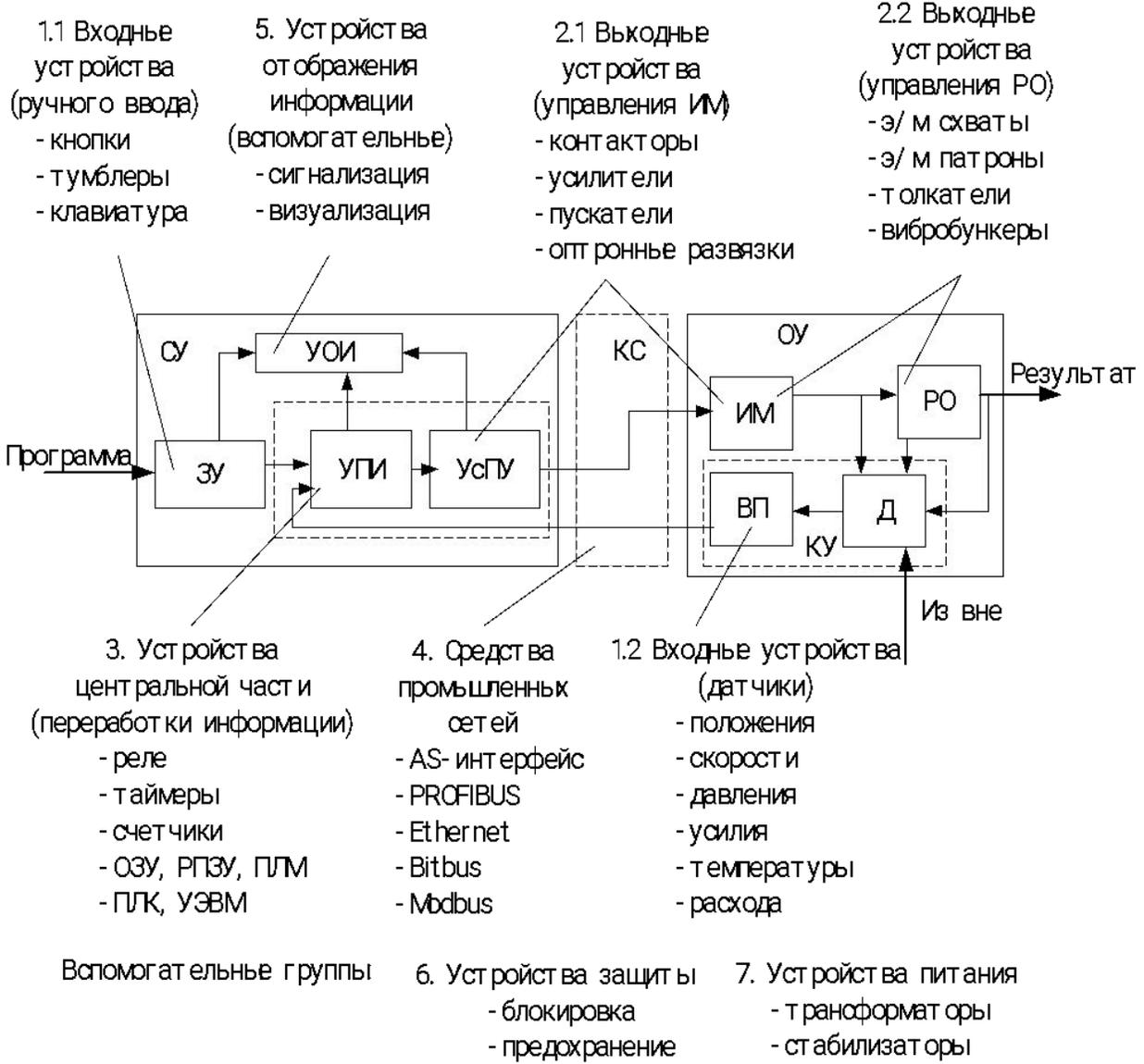


3. **Комбинированное управление** сочетает в себе особенности предыдущих двух АСР. Данный способ достигает высокого качества управления, однако его применение ограничено тем, что возмущающее воздействие f не всегда можно измерить.



Классификация ТСА по функциональному назначению в САУ (в соответствии с ГОСТ 12997-84)

Изделия ГСП. Общие технические условия



СУ – система управления;
 ОУ – объект управления;
 КС – каналы связи;
 ЗУ – задающие устройства;
 УПИ – устройства переработки информации;
 УсПУ – усилительно-преобразовательные устройства; УОИ – устройства отображения информации;
 ИМ – исполнительные механизмы;
 РО – рабочие органы;
 КУ – контрольные устройства;
 Д – датчики;
 ВП – вторичные преобразователи

Государственная система приборов (ГСП)

ГСП представляет собой эксплуатационно, информационно, энергетически, метрологически и конструктивно организованную совокупность средств измерений, средств автоматизации, средств управляющей вычислительной техники, а также программных средств (далее — изделия).

Изделия должны выполнять одну или несколько из следующих функций:

- получения информации;
- передачи, ввода и (или) вывода информации;
- преобразования, обработки или хранения информации;
- использования информации;
- вспомогательные (источники питания и др.).

Классификация элементов АСР

1 По функциональному назначению:

- измерительные;
- усилительно-преобразовательные;
- исполнительные;
- корректирующие.

2 По виду энергии, используемой для работы:

- электрические;
- гидравлические;
- пневматические;
- механические;
- комбинированные.

3 По наличию или отсутствию вспомогательного источника энергии:

- активные (с источником энергии);
- пассивные (без источника).

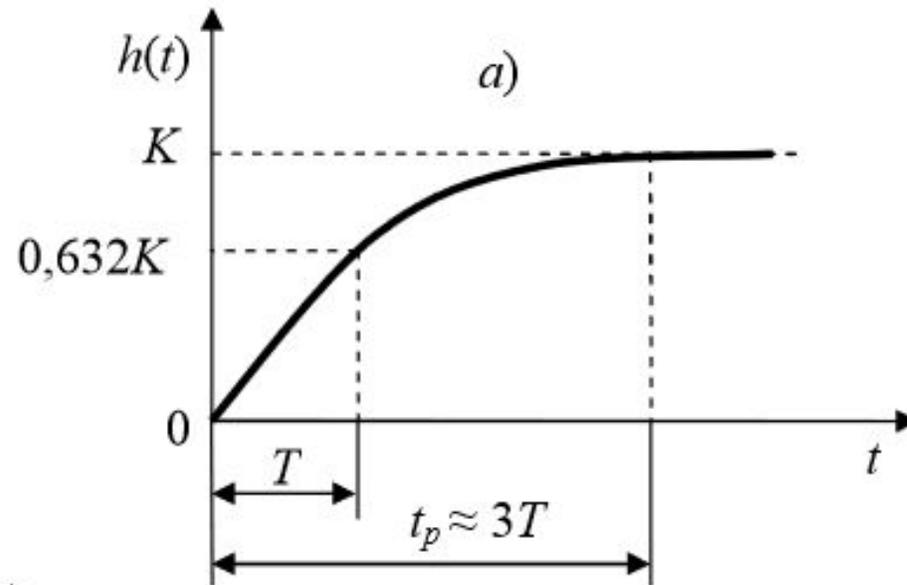
4 По характеру математических соотношений:

- линейные;
- нелинейные.

5 По поведению в статическом режиме:

- статические – элементы, у которых имеется однозначная зависимость между входным и выходным воздействиями (состояние статики). Примером является любой усилитель;
- астатические – у которых эта зависимость отсутствует. Пример: зависимость угла поворота ротора электродвигателя от приложенного напряжения.

Указанные выше свойства систем и их элементов определяют вид математического описания протекающих процессов. При этом необходимо иметь в виду, что большинство систем обладают свойством инерционности. Поэтому в системах можно наблюдать переходной процесс и установившийся режим.



Классификация АСР по функциональным, структурным или физическим признакам.

1 По принципу управления:

- по отклонению;
- по возмущению;
- комбинированные.

2 По локальным задачам управления:

- стабилизирующая АСР – система, алгоритм функционирования которой содержит предписание поддерживать регулируемую величину на постоянном значении ($X = \text{const}$);
- программная АСР – система, алгоритм функционирования которой содержит предписание изменять регулируемую величину в соответствии с заранее заданной функцией (X изменяется программно);
- следящая АСР – система, алгоритм функционирования которой содержит предписание изменять регулируемую величину в зависимости от заранее неизвестной величины на входе АСР ($X = \text{var}$).

3 По поведению в установившемся режиме:

- статические – выходная величина устанавливается в статичное состояние после прекращения изменения управляющего воздействия;
- астатические – выходная величина продолжает изменяться после прекращения изменения управляющего воздействия.

4 По количеству контуров:

- одноконтурные – содержащие один контур регулирования;
- многоконтурные – содержащие несколько контуров.

5 По числу регулируемых величин:

- одномерные – системы с одной регулируемой величиной;
- многомерные – системы с несколькими регулируемыми величинами.

Многомерные АСР в свою очередь делятся на системы: а) несвязанного регулирования, в которых регуляторы непосредственно не связаны и могут взаимодействовать только через общий для них объект управления;

б) связанного регулирования, в которых регуляторы различных параметров одного и того же технологического процесса связаны между собой вне объекта управления.

6 По характеру используемых для управления сигналов:

- непрерывные – выдача управляющих воздействий на объект управления происходит непрерывно в любой момент времени;
- дискретные (релейные, импульсные, цифровые) – выдача управляющих воздействий на объект управления происходит в строго определенные моменты времени или при определенных значениях параметров системы

7 По виду используемой для регулирования энергии: · пневматические; · гидравлические; · электрические; · механические и др.

8 По характеру математических соотношений:

- линейные;
- нелинейные.

9 По характеру внешних воздействий:

- детерминированные;
- стохастические.

В детерминированных АСР внешние воздействия имеют вид постоянных функций времени. В стохастических системах внешние воздействия имеют вид случайных функций.

Основные принципы построения ТСА

Для построения современных АСУ ТП требуются разнообразные устройства и элементы. Удовлетворение потребностей столь различных по качеству и сложности СУ в средствах автоматизации при их индивидуальной разработке и изготовлении сделало бы проблему автоматизации необозримой, а номенклатуру приборов и устройств автоматики практически беспредельной.

В конце 50-х годов в СССР была сформулирована проблема создания единой для всей страны **Государственной Системы промышленных Приборов и средств автоматизации (ГСП)** – представляющей рационально организованную совокупность приборов и устройств, удовлетворяющих принципам типизации, унификации, агрегатирования, и предназначенных для построения автоматизированных систем измерения, контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

А с 70-х годов ГСП охватывает и непромышленные сферы деятельности человека, такие как: научные исследования, испытания, медицина и др.

Типизация – это обоснованное сведение многообразия избранных типов, конструкций машин, оборудования, приборов, к небольшому числу наилучших с какой-либо точки зрения образцов, обладающих существенными качественными признаками. В процессе типизации разрабатываются и устанавливаются типовые конструкции, содержащие общие для ряда изделий базовые элементы и параметры, в том числе перспективные. Процесс типизации эквивалентен группированию, классификации некоторого исходного, заданного множества элементов, в ограниченный ряд типов с учётом реально действующих ограничений.

Унификация – это приведение различных видов продукции и средств её производства к рациональному минимуму типоразмеров, марок, форм, свойств. Она вносит единообразие в основные параметры типовых решений ТСА и устраняет неоправданное многообразие средств одинакового назначения и разнотипность их частей. Одинаковые или разные по своему функциональному назначению устройства, их блоки и модули, но являющиеся производными от одной базовой конструкции, образуют унифицированный ряд.

Агрегатирование – это разработка и использование ограниченной номенклатуры типовых унифицированных модулей, блоков, устройств и унифицированных типовых конструкций (УТК) для построения множества сложных проблемно-ориентированных систем и комплексов. Агрегатирование позволяет создавать на одной основе различные модификации изделий, выпускать ТСА одинакового назначения, но с различными техническими характеристиками.

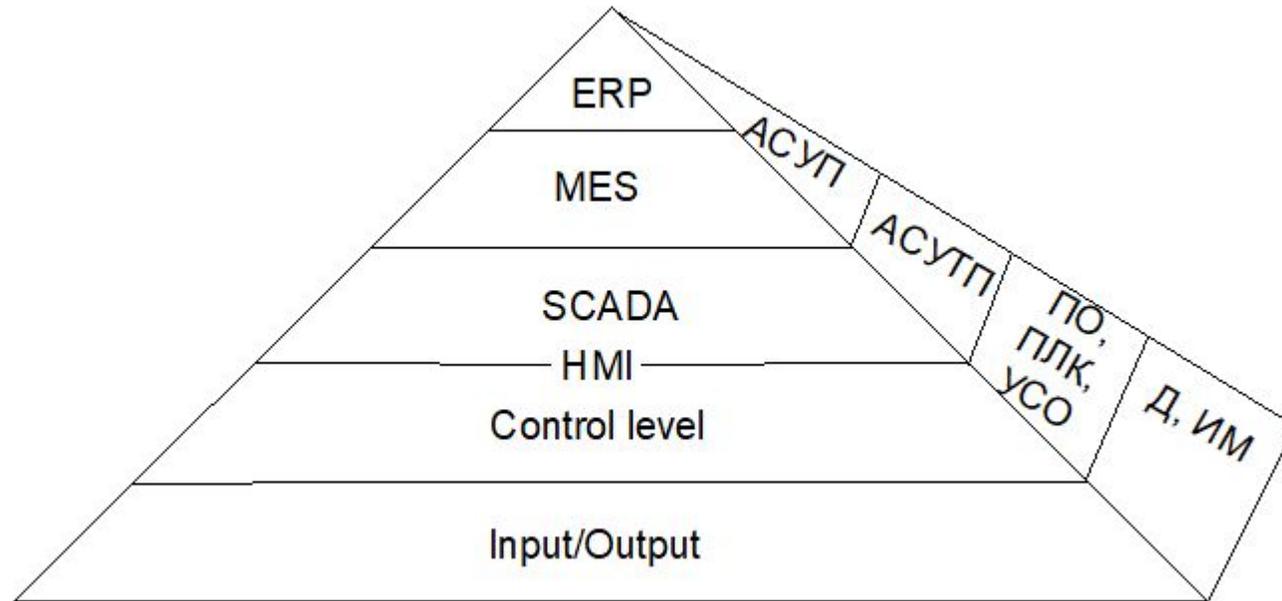
Принцип агрегатирования широко применяется во многих отраслях техники (например, агрегатные станки и модульные промышленные роботы в машиностроении, IBM-совместимые компьютеры в системах управления и автоматизации обработки информации и др.).

ПИРАМИДА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

ERP – Enterprise Resource Planning (планирования ресурсов предприятия) осуществляются расчет и анализ финансово-экономических показателей, решаются стратегические административные и логистические задачи.

MES – Manufacturing Execution Systems (системы исполнения производством) – задачи управления качеством продукции, планирования и контроля последовательности операций технологического процесса, управления производственными и людскими ресурсами в рамках технологического процесса, технического обслуживания производственного оборудования. Эти два уровня относятся к задачам АСУП (автоматизированным системам управления предприятием) и технические средства, с помощью которых эти задачи реализуются – это офисные персональные компьютеры (ПК) и рабочие станции на их основе в службах главных специалистов предприятия.

ПИРАМИДА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ



На следующих трех уровнях решаются задачи, которые относятся к классу АСУ ТП (автоматизированных систем управления технологическими процессами).

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (система сбора данных и супервизорного (диспетчерского) управления) – это уровень тактического оперативного управления, на котором решаются задачи оптимизации, диагностики, адаптации и т.п.

Control-level – уровень непосредственного (локального) управления, который реализуется на таких ТСА как: ПО – панели (пульты) операторов, ПЛК – программируемые логические контроллеры, УСО – устройства связи с объектом.

HMI – Human-Machine Interface (человеко-машинная связь) – осуществляет визуализацию (отображение информации) хода технологического процесса.

Input/Output – Входы/Выходы объекта управления представляют собой датчики и исполнительные механизмы (Д/ИМ) конкретных технологических установок и рабочих машин.

История зарождения и развития систем автоматического управления (САУ). Примеры САУ. Основные принципы построения средств автоматизации в технических производственных системах. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП). Пирамида управления современным автоматизированным предприятием. Общие принципы и виды управления в технических производственных системах. Классификация методов технического управления. Примеры.

ЛИТЕРАТУРА

**ГОСТ 7.1-2003 Библиографический список. Библиографическое описание.
Общие требования и правила составления**

ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия