

# 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					<a href="#">Перечень рабочих программ</a>
15.03.04	Автоматизация технологических процессов и производств				<a href="#">Скачать</a>	<a href="#">Перечень рабочих программ</a>
15.03.05	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств				<a href="#">Скачать</a>	<a href="#">Перечень рабочих программ</a>

#### 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.)	С е м е с т р ы							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Всего аудиторных занятий:</b>	<b>36</b>		<b>36</b>						
Лекции	18		18						
Практические занятия									
Лабораторные работы	18		18						
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>108</b>		<b>108</b>						
Самостоятельное изучение материала дисциплины	98		98						
Курсовой проект (работа)									
Расчетно-графическая работа									
Домашнее задание	10		10						
Количество часов на экзамен	36		36						
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>180</b>		<b>180</b>						
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
<b>Всего аудиторных занятий:</b>	<b>18</b>								<b>18</b>		
Лекции	9								9		
Практические занятия											
Лабораторные работы	9								9		
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>126</b>								<b>126</b>		
Курсовой проект (работа)											
Расчетно-графическая работа											
Домашнее задание	10								10		
Проработка лекционного курса	116								116		
Количество часов на экзамен	36								36		
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>180</b>								<b>180</b>		
Вид аттестации за семестр (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	Экзамен								Экзамен		

# Домашнее задание (реферат) – 10 часов

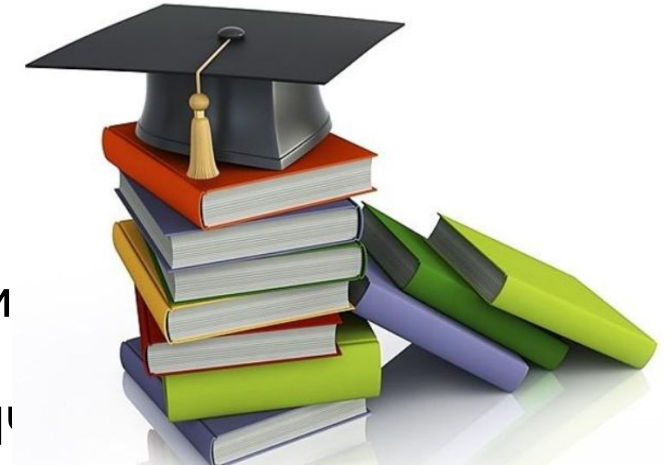
Темы рефератов выдают преподаватели на практике.

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. 2014-2015;
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.

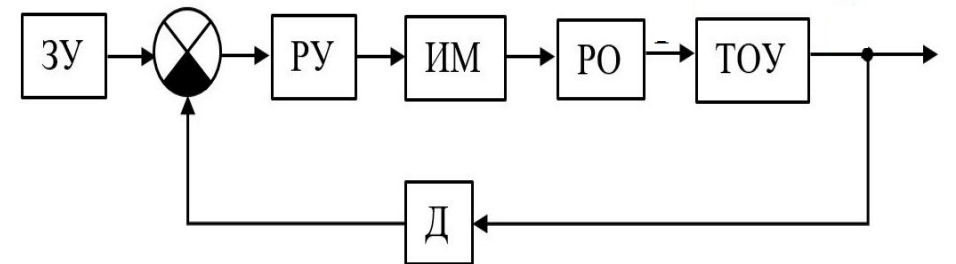
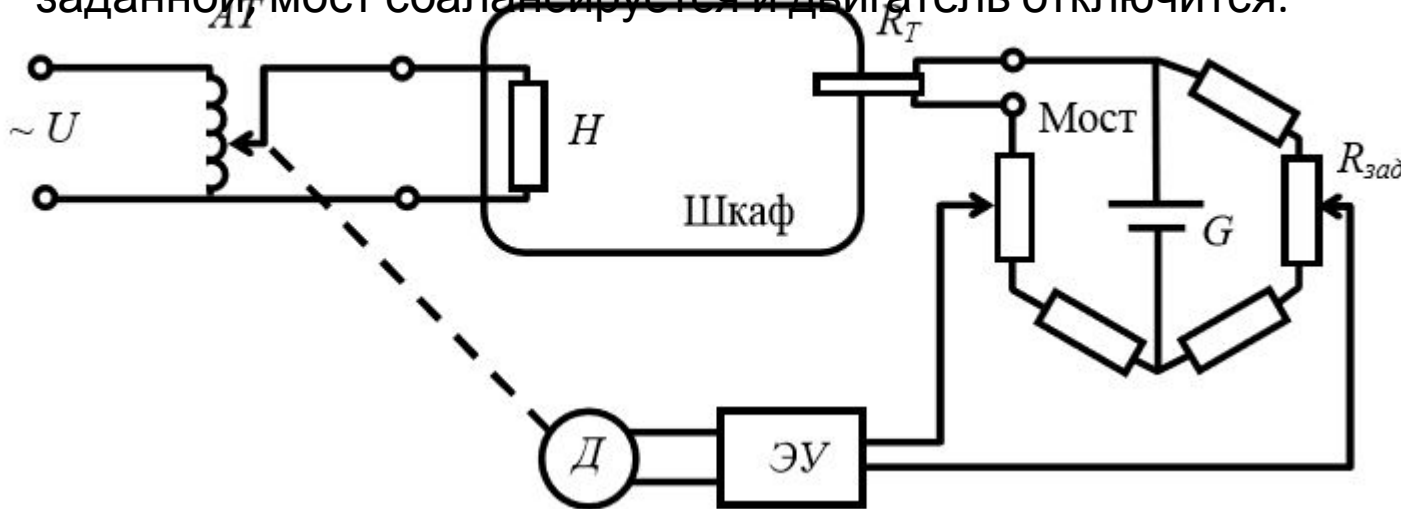
Значение регулируемой величины  $Y'$ , полученное в рассматриваемый момент времени на основании данных некоторого измерительного прибора – датчика  $D$ , называется ее измеренным значением.

**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.

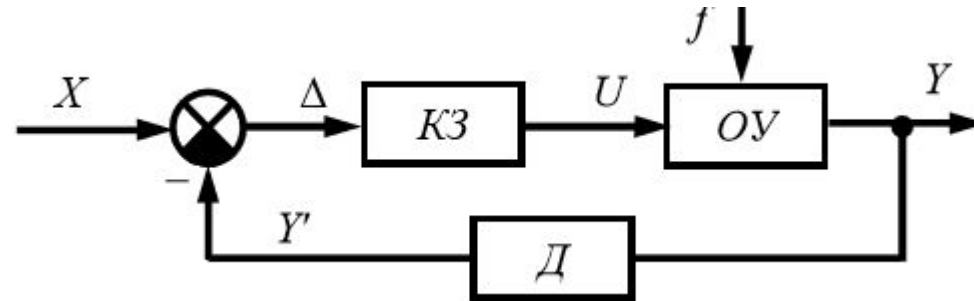
## Пример АСР температуры сушильного шкафа:

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.

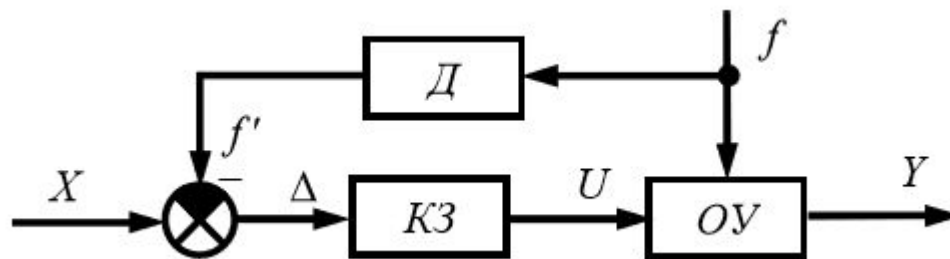


## Фундаментальные принципы управления

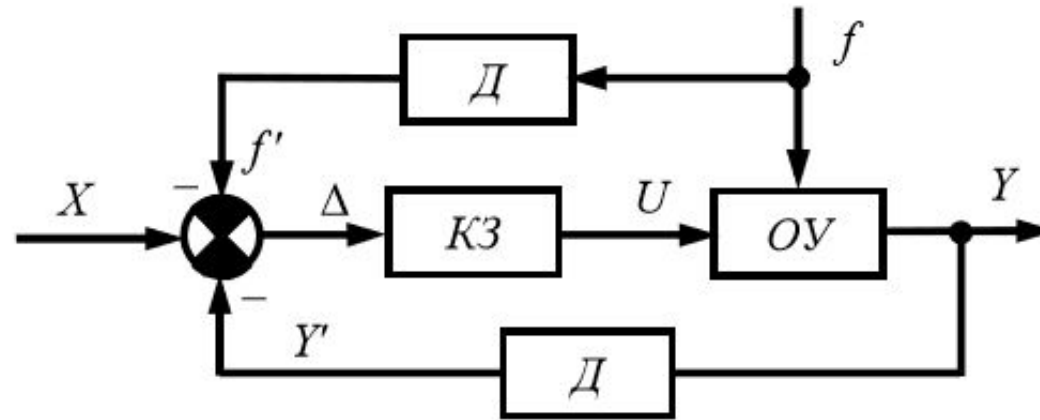
1. **Управление по отклонению** характеризуется тем, что регулирующее воздействие на объект регулирования формируется в зависимости от отклонения текущего от заданного значения регулируемой в



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.

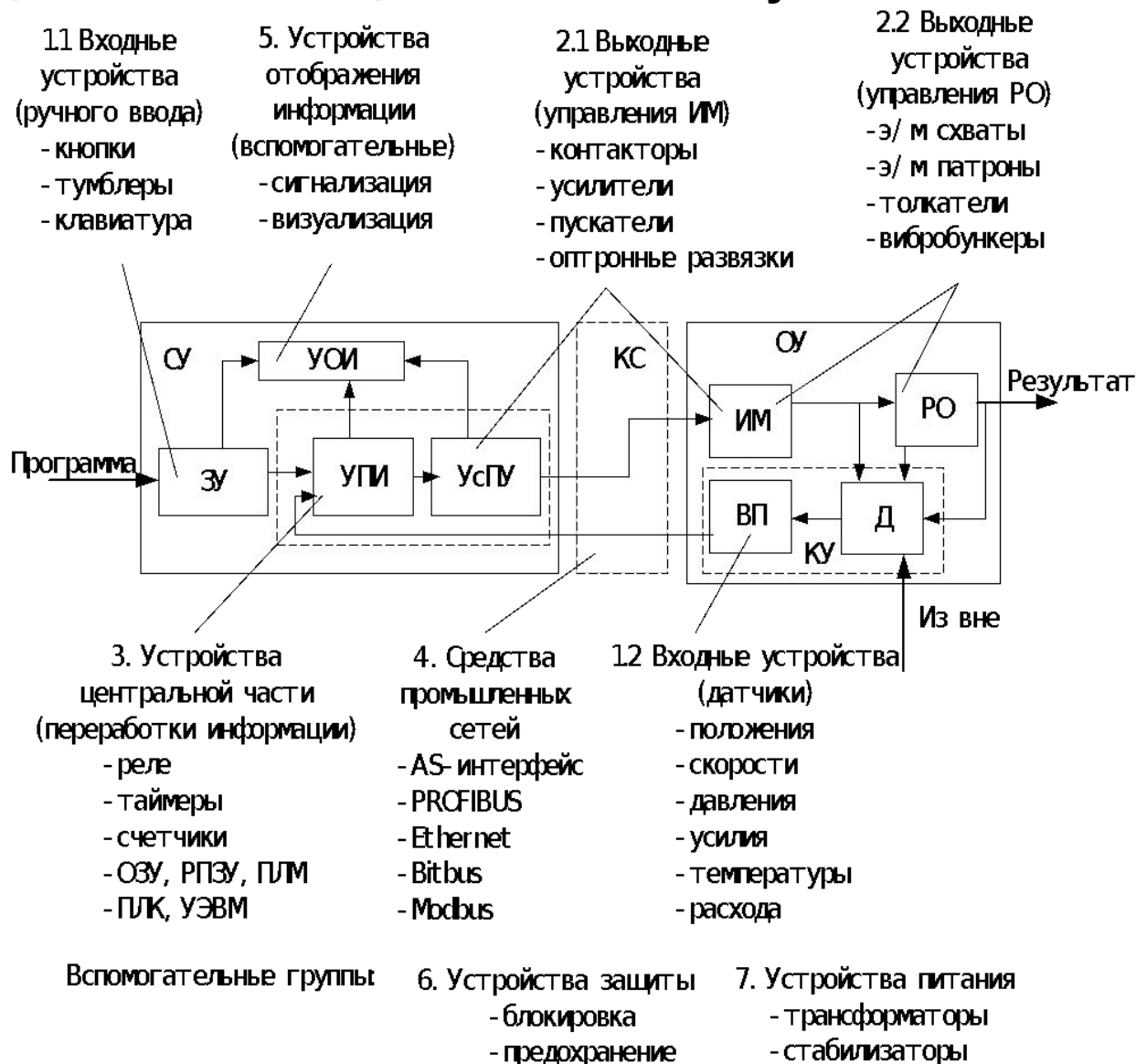


3. **Комбинированное управление** сочетает в себе особенности предыдущих двух АСР. Данный способ достигает высокого качества управления, однако его применение ограничено тем, что возмущающее воздействие  $f$  не всегда можно измерить.



# 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).

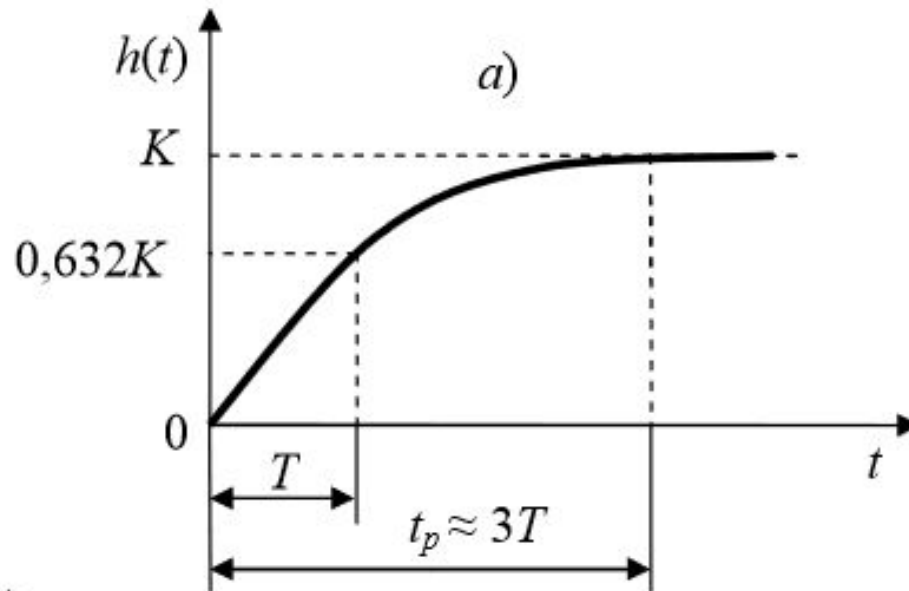
## **4 По характеру математических соотношений:**

- 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.

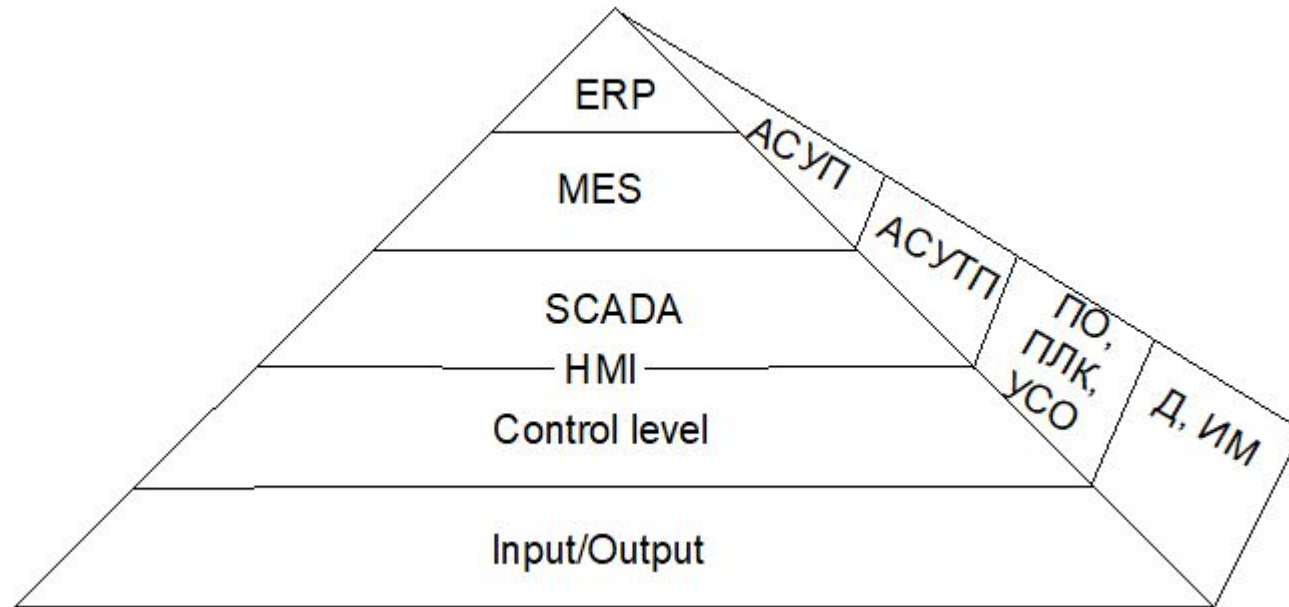
Принцип агрегатирования широко применяется во многих отраслях техники (например, агрегатные станки и модульные промышленные роботы в машиностроении, IBM-совместимые компьютеры в системах управления и автоматизации обработки информации и др.).

# 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**