



Лекция №1

Основы управления
технологическими объектами.

Классификация САУ

Перечень учебной литературы необходимой для освоения дисциплины

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления: учебное пособие для студентов вузов - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 219 с.
2. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления: учебник для студентов вузов:- М. : МЭИ, 2009. - 399 с.
3. Андрюшин А.В. Управление и инноватика в теплоэнергетике: учебное пособие для студентов вузов - СПб., 2011. - 392 с.
4. <http://www.bookasutp.ru>

Общие понятия

Автоматика – наука об общих принципах и методах построения автоматически действующих устройств и систем.

Автоматическое управление – совокупность операций, необходимых для пуска и остановки процесса, а также для поддержания или изменения в требуемом направлении величин, характеризующих процесс.

Совокупность операций управления, которые относятся к поддержанию или изменению показателей процесса, представляют собой *регулирование*.

Автоматическое устройство, осуществляющее автоматическое регулирование, называется *автоматическим регулятором*.

Под *объектом автоматического управления* понимают машину или установку, требуемый режим работы которой поддерживается устройством управления.

Объект управления (ОУ) вместе с присоединенным к нему устройством управления образует *систему автоматического управления*.

При автоматизации любого объекта его технические данные определяют ***входные*** (количественные) и ***выходные*** (качественные) параметры.

К ***входным*** параметрам относят физические величины характеризующие сырье и энергетические потоки.

- ***Контролируемые (управляющие воздействия)***
- ***Неконтролируемые (возмущающие воздействия)***

Выходные параметры характеризуют текущее состояние системы. Выходными величинами являются текущие расходы готовых продуктов, любой физический, химический или органолептический показатель готового продукта, а также режимные показатели, такие как температура, давление и т.д.

Изменения качественных параметров называют ***отклонениями***.

В зависимости от степени участия оператора в процессе управления различают следующие режимы:

автоматическое управление – автоматический режим, при котором управление происходит без участия оператора, но по его заданию и при его контроле;

полуавтоматическое управление (автоматизированное) – полуавтоматический режим, при котором реализация основных командных операций по управлению возлагается на оператора;

ручное управление – ручной режим, при котором все операции по управлению осуществляются оператором.

В зависимости от места расположения командной аппаратуры управления в автоматизированном и ручном режимах может быть *местным* (аппаратура управления устанавливается непосредственно у оборудования) либо *дистанционным*.

Ручное управление

Пример: последовательность действий при установке и поддержании желаемой температуры воды на выходе из смесителя.

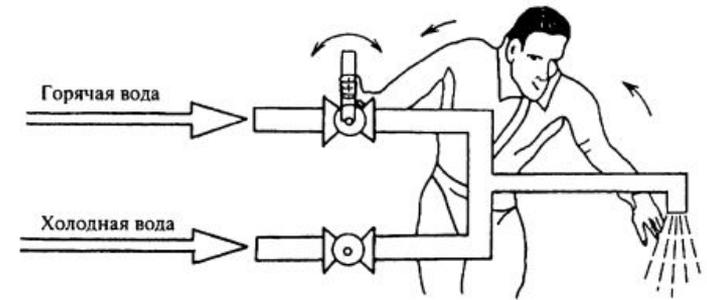
Порядок действий:

- 1 определение температуры воды;
- 2 принятие решения и при необходимости его реализация путем увеличения или уменьшения расхода горячей воды;

Качество регулирования зависит:

- 1 характера возмущений расходов и давлений горячей и холодной воды
- 2 опыта (интеллекта) человека

Недостатки: рутинность, т.е. если выполнять данные действия долгий промежуток времени, человек устанет, а следовательно снизится качество регулирования.



Автоматизированная система управления технологическим процессом

Например: процесс производства тепла и электроэнергии в энергетическом блоке котел-турбина или выработка пара в котле.

Автоматизированная система является сложным комплексом, который состоит из множества систем дистанционного управления, САР, программного или оптимального управления.

Главная особенность автоматизированных систем – наличие человека-оператора

Основные виды автоматического управления:

1 Стабилизация (регулирование) - система поддержания постоянства управляемой величины. Для реализации данной задачи требуется задание требуемого значения регулируемой величины.

В теплоэнергетике широко используются для стабилизации параметров непрерывных технологических процессов, таких как давление, температура, уровень, расход и т.д.

Пример: в быту - электрический утюг или холодильник, в которых поддерживается постоянная температура нагрева и охлаждения.

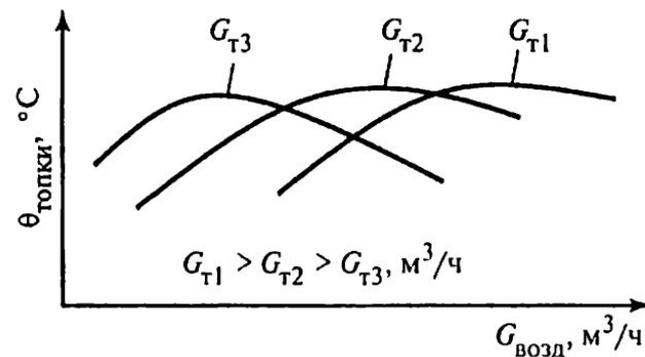
2 Программное управление или программное регулирование - управление режимом работы объекта по заранее заданной программе. В теплоэнергетике широко применяется в процессах плавного пуска и останова технологического оборудования

Пример: управление с целью изменения температуры воды на выходе из смесителя по заданной программе, например медленное, со скоростью 5 С в минуту, увеличение температуры.

3 Оптимальное управление – это поддержание на нулевом уровне значения производной от регулируемой величины по какой-либо дополнительной величине.

Пример: процесс горения в топке котла. Известно что для сгорания фиксированного объема топлива требуется определенное количество воздуха. Если в качестве показателя полноты сгорания топлива использовать температуру в топке, то график ее зависимости от расхода воздуха для различных расходов топлива, буде:

Задачей оптимального управления являются поиск и поддержание для каждого расхода топлива такого расхода воздуха, при котором температура в топке будет максимальной



Принципы управления

Совокупность объекта управления и управляющего устройства называется **системой автоматического управления (САУ)**.

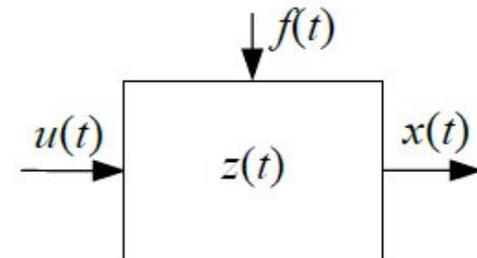
Алгоритм функционирования САУ показывает, как должна изменяться управляемая (регулируемая) величина по требованиям технологии, экономики или по другим соображениям.

В теории автоматического управления алгоритм функционирования считают заданным. Алгоритм функционирования САУ задается видом «уставки» (т. е. требуемым характером управляемой величины).

Алгоритм управления (регулирования) показывает, как должно изменяться управляющее (регулирующее) воздействие $u(t)$, чтобы обеспечить заданный алгоритм функционирования – $x(t)$.

В настоящее время в технике известны и используются три принципа управления (регулирования):

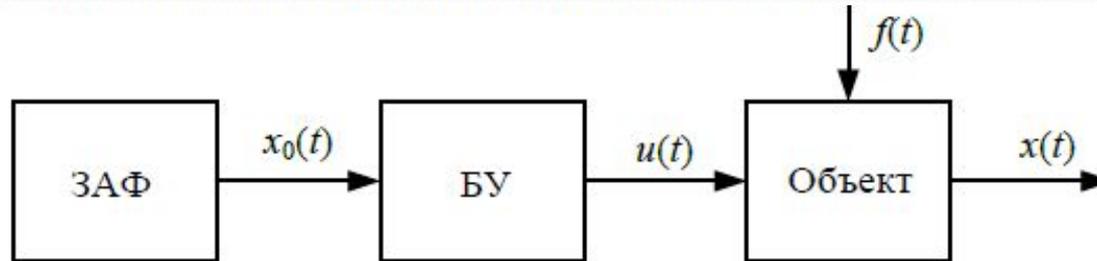
- *принцип разомкнутого управления* (регулирования);
- *принцип компенсации возмущений* – управление (регулирование) по возмущению;
- *принцип обратной связи* – управление (регулирование) по отклонению.



Принцип разомкнутого управления

Сущность принципа состоит в том, что алгоритм управления вырабатывается только на основе заданного алгоритма функционирования и не контролируется другими факторами – фактическим значением управляемой величины или величиной возмущения.

Схема управления имеет вид разомкнутой цепи, это и дало основание названию принципа.

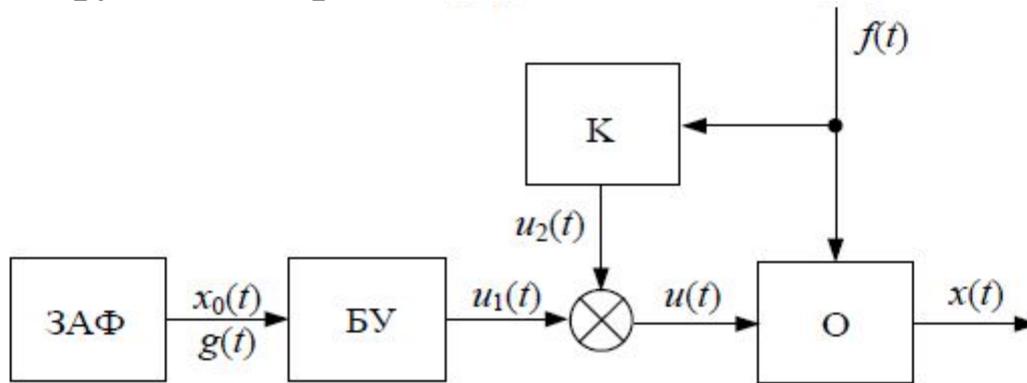


ЗАФ – задатчик алгоритма функционирования; БУ – блок управления

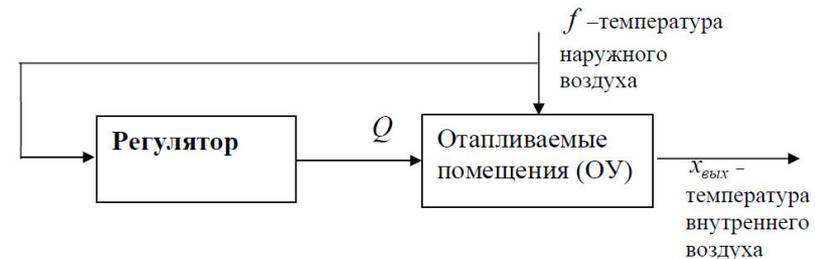
При наличии значительных возмущающих воздействий f величина x может заметно отклоняться от заданной, при этом управление станет непригодным и следует использовать другие принципы управления.

Принцип компенсации возмущений (управление по возмущению)

Для повышения точности управления можно, измерив возмущения, ввести по результатам измерения коррективы в алгоритм управления, которые компенсировали бы вызываемые возмущениями отклонения алгоритма функционирования.



О – объект; К – компенсирующее устройство



Цепь, по которой осуществляется управляющее воздействие в функции возмущения, называют компенсирующей цепью. При наличии нескольких возмущающих воздействий управляющее устройство (регулятор) должен иметь компенсирующие цепи по каждому из этих возмущений, чтобы обеспечить поддержание выходной переменной на заданном уровне. Но при этом усложнится конструкция управляющего устройства (регулятора) и потребуются большое количество разнообразных элементов.

К их недостаткам относятся трудность измерения возмущений, неполный учет возмущений.

Принцип обратной связи. Управление по отклонению

Систему можно построить так, чтобы точность выполнения алгоритма функционирования обеспечивалась и без измерения возмущений. В этом случае коррективы в алгоритм управления вносятся по фактическому значению регулируемой величины.

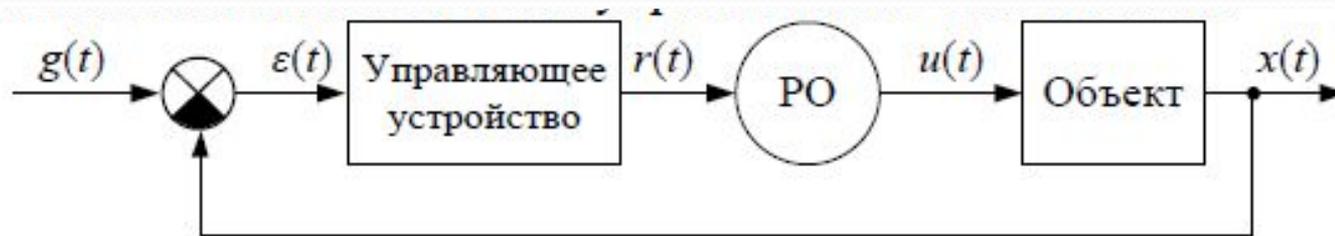


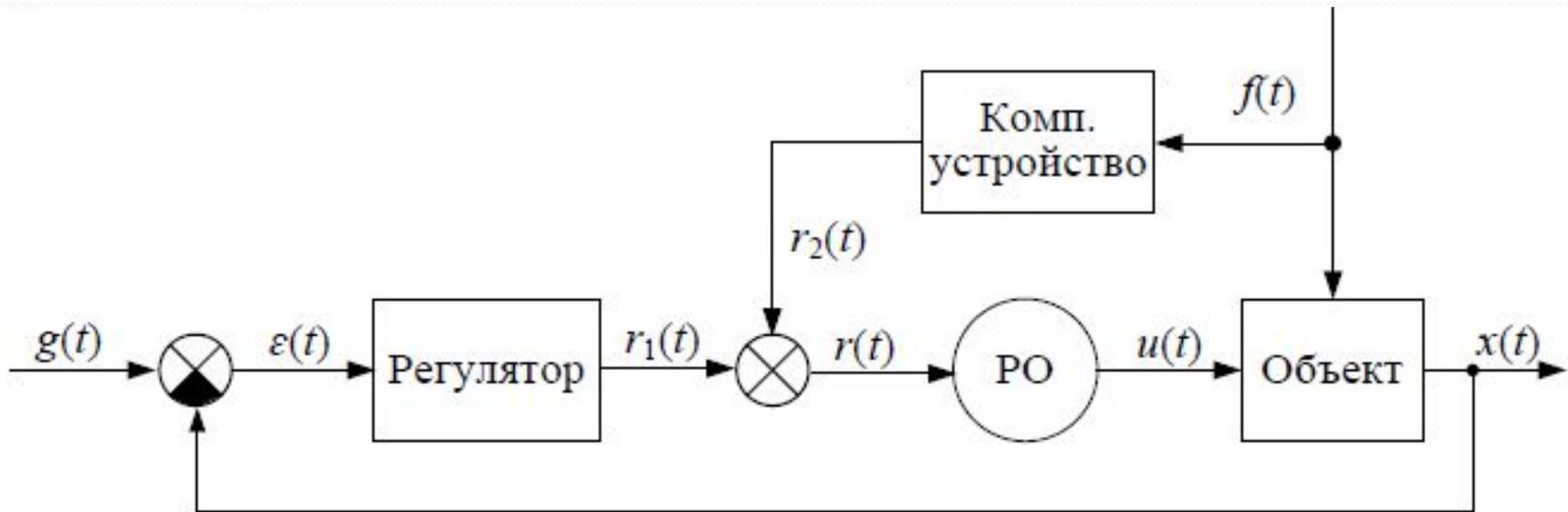
Схема имеет вид замкнутой цепи, что дало основание назвать осуществляемый в ней принцип принципом управления по замкнутому контуру. Так как направление передачи воздействий в дополнительной связи обратно направлению передачи основного воздействия на объект эту цепь называют цепью обратной связи.

В соответствии с этим принципом воздействие на регулирующий орган объекта (РО) вырабатывается как функция отклонения $\varepsilon(t)$ управляемой величины $x(t)$ от уставки $g(t)$:

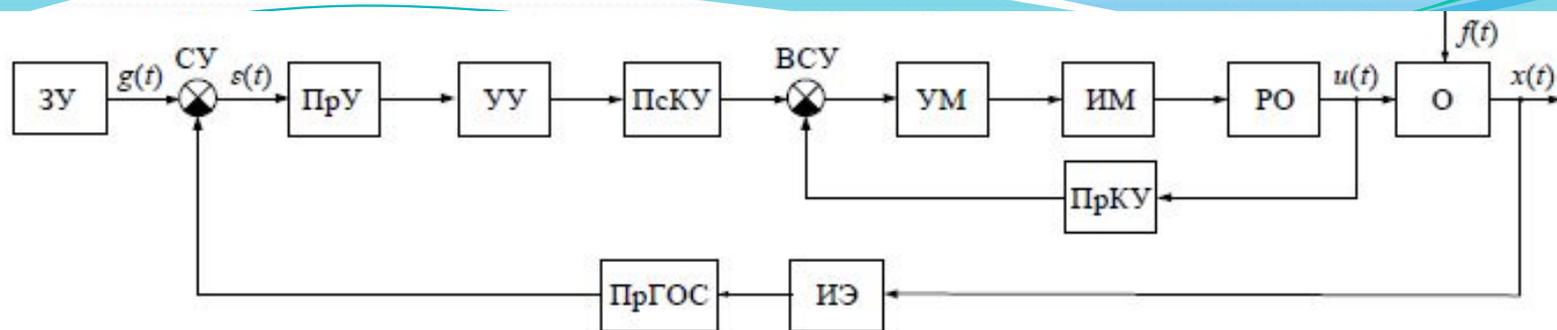
$$\varepsilon(t) = g(t) - x(t).$$

Комбинированное управление

Наиболее эффективными являются системы автоматического управления, реализующие совместно и принцип обратной связи (управление по отклонению) и принцип компенсации возмущений (управление по возмущению), т. е. комбинированные САУ (САУ).



Функциональная схема системы автоматического управления



Перечень функциональных блоков САУ

Функциональный блок	Описание функционального блока
ЗУ	Задающее устройство
СУ	Сравнивающее устройство для сравнения заданного и действительного значений регулируемой величины
ПрУ	Преобразующее устройство
УУ	Управляющее устройство (регулятор), реализующее закон регулирования
ПсКУ	Последовательное корректирующее устройство для придания системе нужных динамических свойств
ВСУ	Вспомогательное сравнивающее устройство для суммирования сигналов местной обратной связи
УМ	Усилитель мощности управляющего сигнала
ИМ	Исполнительный механизм
РО	Регулирующий орган
О	Объект управления
ПрКУ	Параллельное корректирующее устройство для увеличения быстродействия исполнительных устройств
ИЭ	Измерительный элемент регулируемой величины
ПрГОС	Преобразователь сигнала главной обратной связи

Классификация систем автоматического управления

Все существующие системы автоматического управления можно классифицировать следующим образом:

1. По принципу управления:	<input type="checkbox"/> САУ по возмущению; <input type="checkbox"/> САУ по отклонению; <input type="checkbox"/> комбинированные САУ.
2. По алгоритму функционирования:	<input type="checkbox"/> системы стабилизации; <input type="checkbox"/> системы программного управления; <input type="checkbox"/> следящие системы.
3. По характеру функционирования	<input type="checkbox"/> обычные; <input type="checkbox"/> адаптивные.
4. По виду сигналов:	<input type="checkbox"/> непрерывные; <input type="checkbox"/> дискретные.
5. По виду математического описания;	<input type="checkbox"/> линейные; <input type="checkbox"/> нелинейные.
6. По количеству координат объекта управления:	<input type="checkbox"/> одномерные; <input type="checkbox"/> многомерные: