

ТЕМА 4

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Системой автоматического управления (САУ)

называют совокупность объекта управления и автоматического управляющего устройства, действующих как одно целое без непосредственного участия человека и обеспечивающих ее функционирование

Функционирование системы – последовательная смена состояний системы для реализации ее основного предназначения

САУ:

$$САУ \in [ОУ \wedge АУУ] \ni АУ \Rightarrow АФ$$

САУ - система автоматического устройство

\in - совокупность

ОУ - объекта управления

\wedge - и

АУУ - автоматического управляющего устройства

\ni - так, что

АУ - алгоритм управления (определяет целенаправленное воздействие на объект управления)

\Rightarrow с целью выполнения

АФ - алгоритма функционирования

Принципы построения САУ

САУ строят на основе трех фундаментальных
ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ

1 ПРИНЦИП - *разомкнутого управления*

2 ПРИНЦИП - *замкнутого управления*

(принцип обратной связи или управление по отклонению выходного параметра)

3 ПРИНЦИП - *компенсации*

(разомкнутое управление по возмущению или по отклонению возмущения)

ВИДЫ САУ

В соответствии с принципами управления различают САУ

- 1 САУ с разомкнутой цепью управления*
- 2 САУ с замкнутой цепью управления*
- 3 САУ с цепью компенсации*

САУ с РАЗОМКНУТОЙ ЦЕПЬЮ

Функциональная блок-схема САУ



ЗАФ – задатчик алгоритма функционирования
(задает закон изменения входного параметра, либо его эталонное значение)

УУ – автоматическое устройство управления

ИУ – исполнительное устройство

ОУ – объект управления

X – **ВХОДНОЙ** параметр

(заданное значение управляемой или входной величины)

y – **ВЫХОДНОЙ** параметр

(получаемое значение управляемой или выходной величины,
которая **НЕ ИЗМЕРЯЕТСЯ** и **НЕ КОНТРОЛИРУЕТСЯ**)

САУ с РАЗОМКНУТОЙ ЦЕПЬЮ



1. Алгоритм функционирования и алгоритм управления **совпадают**
2. Близость входного и выходного параметров (X и Y) достигается за счет **жесткого подбора параметров кинематических схем.**
3. Системы применяют для управления **типовыми объектами автоматизации** (электродвигатель, пневмоцилиндр, гидравлический цилиндр и т.п.), а также для **автоматизации любых машин.**

ПРИМЕР САУ с РАЗОМКНУТОЙ ЦЕПЬЮ



Обеспечить подъем кожуха
за 10 сек.

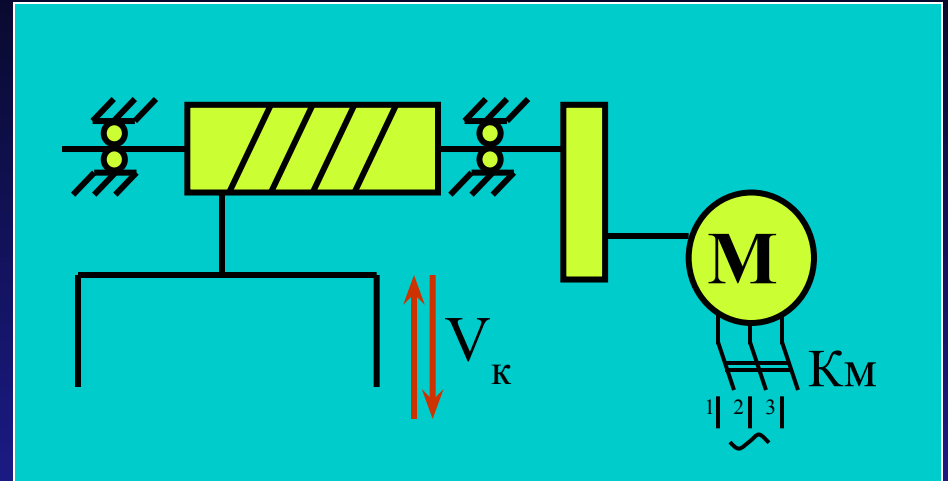
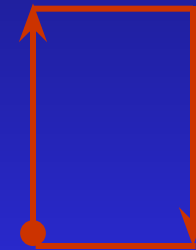
на высоту $H=3\text{м}$, $r_{\sigma}=0,3\text{м}$, $u_p=80$

НАЙДЕМ СООТВЕСТВИЕ:

1. ОУ
2. ИУ
3. УУ
4. Х
5. У
6. ЗАФ

1. t требуемого подъема
2. t фактического подъема
3. КОЖУХ
4. двигатель
5. барабан
6. трос
7. контактор двигателя
8. электрическая цепь управления двигателем
9. редуктор
10. скорость подъема

$$A\Phi \equiv AU$$



ПРИМЕР *выбора параметров кинематической схемы*

ПОДБЕРЕМ КИНЕМАТИЧЕСКУЮ СХЕМУ

$$t_k = 10 \text{ сек.} \quad (X)$$

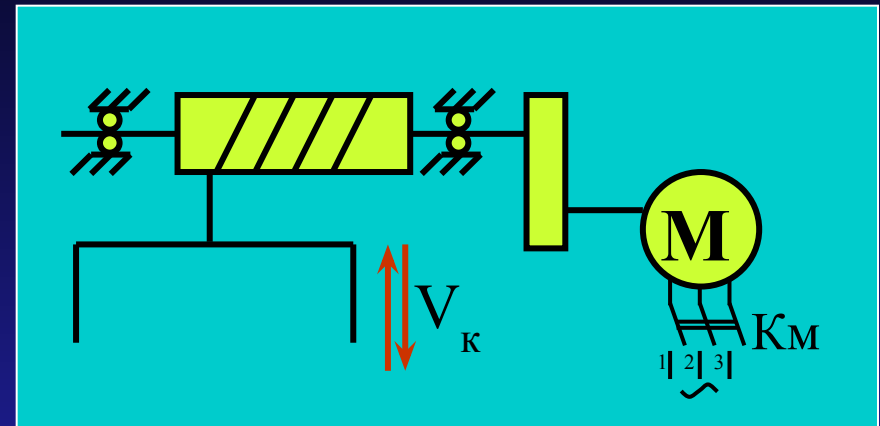
$$v_k = \frac{H}{t} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ м/с.}$$

$$v_k = \omega_{\bar{\sigma}} \cdot r_{\bar{\sigma}}$$

$$\omega_{\bar{\sigma}} = \frac{v_k}{r_{\bar{\sigma}}} = \frac{0,3}{0,3} = 1 \text{ сек}^{-1} = 60 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega_{\bar{\sigma}} = 2\pi \cdot n_{\bar{\sigma}}$$

$$n_{\bar{\sigma}} = \frac{\omega_{\bar{\sigma}}}{2\pi} \cong \frac{60}{6} = 10 \text{ об/мин}$$



$$u_p = \frac{n_d}{n_{\bar{\sigma}}}$$

$$n_d = u_p \cdot n_{\bar{\sigma}} = 80 \cdot 10 = 800 \text{ об/мин}$$

Подбираем стандартный двигатель
ПО КАТАЛОГУ БЛИЖАЙШИЙ
ИМЕЕТ ЧАСТОТУ 750 об/мин.

ТОГДА И ВРЕМЯ ПОДЪЕМА КОЖУХА БУДЕТ ДРУГИМ!

ПРИМЕР *выбора параметров кинематической схемы*

ПЕРЕСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ

$$n_{\sigma}^{\phi} =$$

$$n_{\bar{\sigma}}^{\phi} =$$

$$\omega_{\bar{\sigma}}^{\phi} =$$

$$v_k^{\phi} =$$

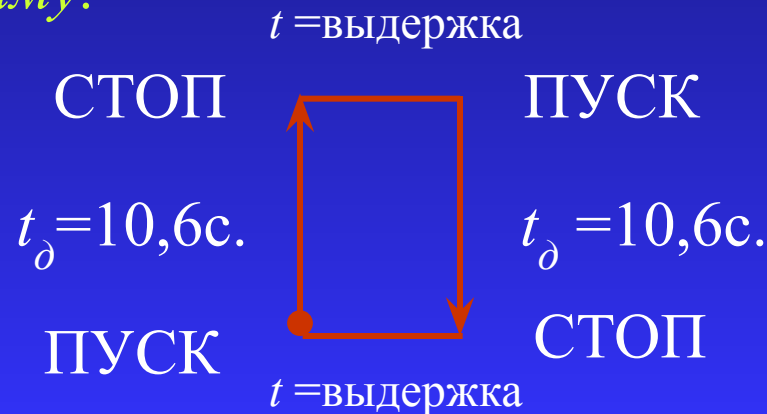
$$t_k^{\phi} =$$

$$t_k^{\phi} = 10,6 \text{ сек. (У)}$$

ПРИМЕР

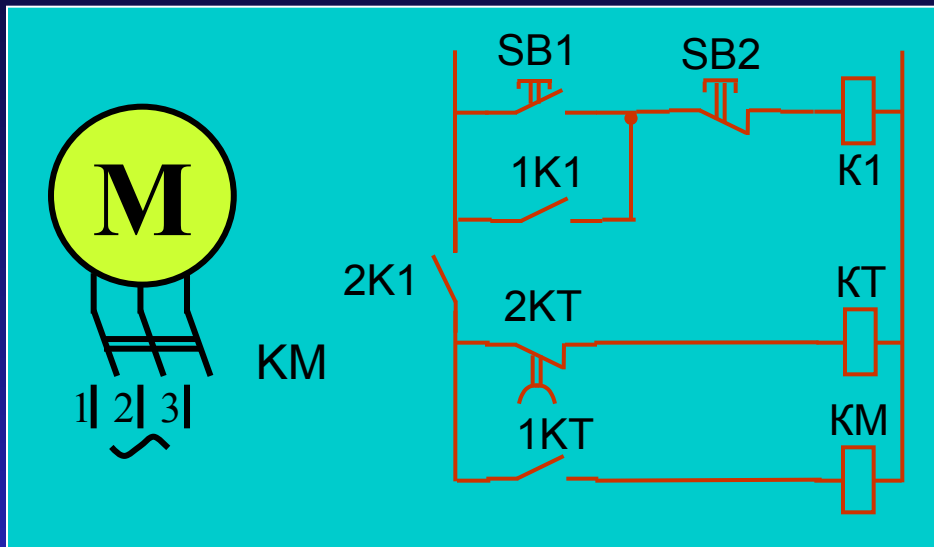
Таким образом,
чтобы электродвигатель (ИУ)
поднял кожух (ОУ) на 3 м
за время (У) 10,6 с.
необходимо включить
контактор двигателя (УУ)
на время (Х), равное 10,6 с.,
а автоматическое устройство управления двигателем (ЗАФ)
должно обеспечить включение и отключение машины по
заданному алгоритму:

БЛИЗОСТЬ X и $У$
достигается за счет
жесткости подбора
параметров
кинематической схемы



ПРИМЕР создания САУ с разомкнутой цепью управления

ПОСТРОИМ СХЕМУ ПРОГРАММОНОСИТЕЛЯ ЗАФ управления нереверсивным двигателем во времени



- SB1- кнопка замыкающая с самовозвратом
- SB2- кнопка размыкающая с самовозвратом
- K1- катушка промежуточного реле
- КТ- катушка реле времени
- КМ- катушка магнитного пускателя
- 1 2 3 КМ- главные контакты магнитного пускателя

ПУСК САУ: SB1 -SB2 -K1 (K1-1K1-2K1)
1K1 -SB1 -K1 (блокирует кнопку SB1)
2K1 -2КТ -КТ (1КТ-2КТ)
2K1 -1КТ -КМ (запуск двигателя)
КТ -1КТ -КМ (остановка)
КТ -2КТ -КТ (запуск двигателя)

СТОП САУ: SB2 /K1 /1K1 /2K1

САУ с разомкнутой цепью управления

различают

По степени централизации

1.1 - централизованные

1.2 - децентрализованные

1.3 - смешанные

По способу задания программы-носителя

2.1 - со схемным программноносителем

2.2 - с программноносителем в виде упоров

2.3 - в виде копиров

2.4 - в виде кулачкового механизма

2.5 - в виде командоаппарата

По алгоритму функционирования

3.1 - пассивные

3.2 - схема операций

3.3 - пассивный контроль

1.1 ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ САУ

Осуществляет управление процессами функцией времени, т.е. каждая последующая команда подается через определенный интервал времени, независимо от фактического хода процесса.

Системы

просты в реализации,

высоконадежны,

но имеют наибольшую длительность цикла.

(используется в СЦБ, где невозможна аварийная ситуация из-за рассогласованности времени срабатывания исполнительных механизмов).

1.2 ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ САУ

Осуществляет управление процессами функцией пути или по изменению какого-либо физического параметра (температуры, давления и т.п.). Очередная команда подается только после окончания предыдущей операции.

Системы

имеют наименьшую длительность цикла, но систему невозможно переналадить, менее надежны, (т.к. датчики и конечные выключатели работают в агрессивных средах).

(используется для автоматизации отдельных машин и небольших процессов).

1.3 СМЕШАННАЯ САУ

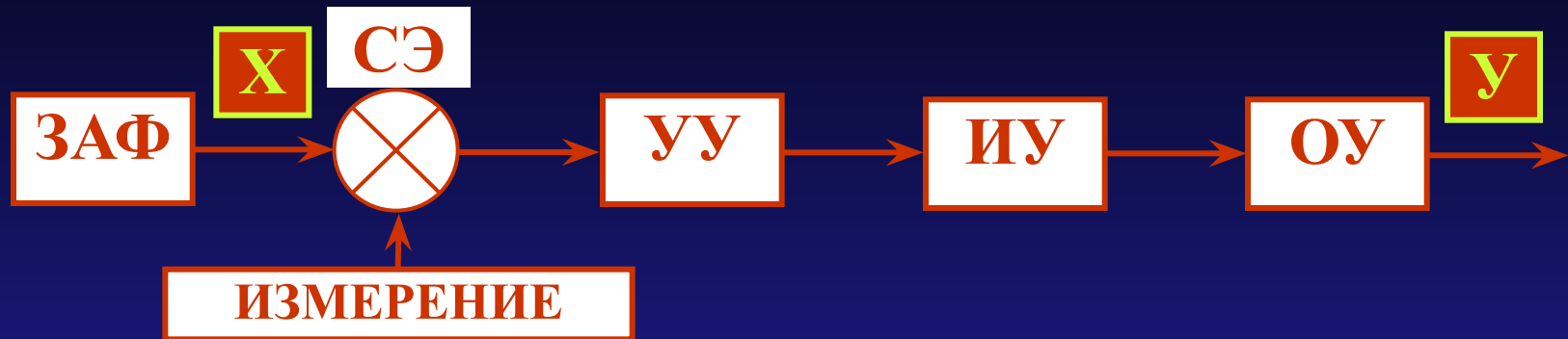
Осуществляет управление процессами функциями и времени, и пути. Управление общим циклом работы осуществляется функцией времени, а отдельными элементами цикла – функцией пути.

Системы

сочетают в себе достоинства централизованных и децентрализованных систем

САУ Пассивного контроля

Функциональная блок-схема САУ



ЗАФ – задатчик алгоритма функционирования

СЭ – сравнивающий элемент (сортирующий элемент)

УУ – автоматическое устройство управления

ИУ – исполнительное устройство

ОУ – объект управления

Х и У – ВХОДНОЙ и ВЫХОДНОЙ параметр

Поток входной информации один. СЭ только определяет состояние входного элемента на входе. Выполняет измерение и сортировку (получаемое значение управляемой или выходной величины, которая НЕ ИЗМЕРЯЕТСЯ и НЕ КОНТРОЛИРУЕТСЯ).

САУ с ЗАМКНУТОЙ ЦЕПЬЮ

Функциональная блок-схема САУ



- СЭ – сравнивающий элемент
- ИЭ – измерительный элемент
- РО – регулирующий орган

Измерительный элемент измеряет фактическое значение выходного параметра и сравнивает его с заданным, результат передается в исполнительное устройство, которое меняет положение рабочего органа

САУ с замкнутой цепью управления различают

По алгоритму функционирования

- 1.1 - стабилизирующие
- 1.2 - программы
- 1.3 - следящие

По принципу действия

- 2.1 - прямого действия
- 2.2 - непрямого действия

По характеру реакции на возмущение

- 3.1 - статические
- 3.2 - астатические

1 по алгоритму функционирования

1.1 В системах стабилизации поддерживается постоянное значение выходного параметра, поэтому $X \approx Y = \text{const}$.

Например – стабилизаторы напряжения

1.2 В системах программно управляемых выходной параметр изменяется по заранее известному закону: $X \approx Y = \text{var}$. Закон изменения известен (или задается кулачковой системой).

1.3 В следящих системах закон изменения входного параметра заранее неизвестен, но система должна его повторить на выходе.

Например – сварка двух листов, когда траектория шва неизвестна заранее.

Используется специальный датчик.

2 по принципу действия

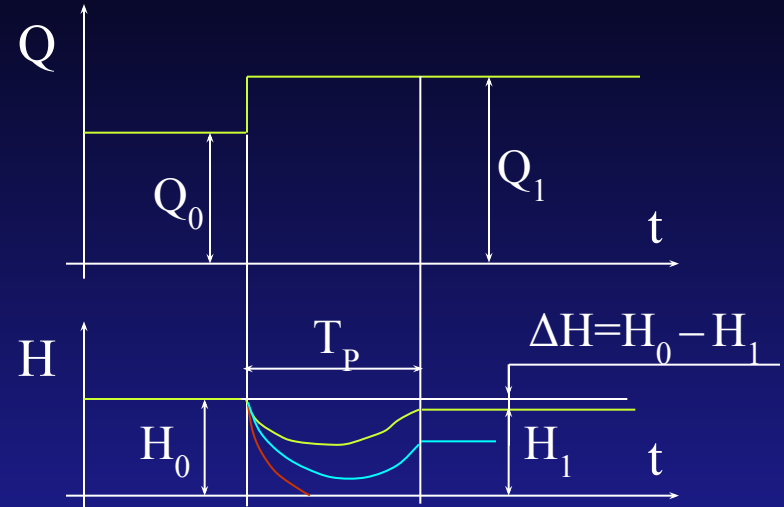
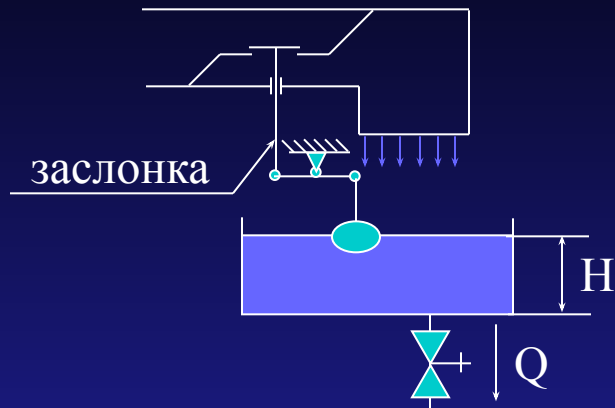
2.1 В САУ прямого действия сигнал от измерительного элемента непосредственно передается управляющему устройству.

2.2 В САУ непрямого действия сигнал передается через усилитель, имеющий автономный источник питания.

3.1 Статические САУ

Имеют жесткую связь между значением управляемого параметра и положением регулирующего органа, кроме того, значение управляемого параметра в установившемся режиме зависит от внешней нагрузки и статической ошибки.

ПРИМЕР статической САУ



ОУ – бак с жидкостью

ИЭ – поплавковый уровнемер

ИУ – изменяет положение РО (поплавок и рычаг)

РО – заслонка

У (выходной параметр) – уровень жидкости в баке

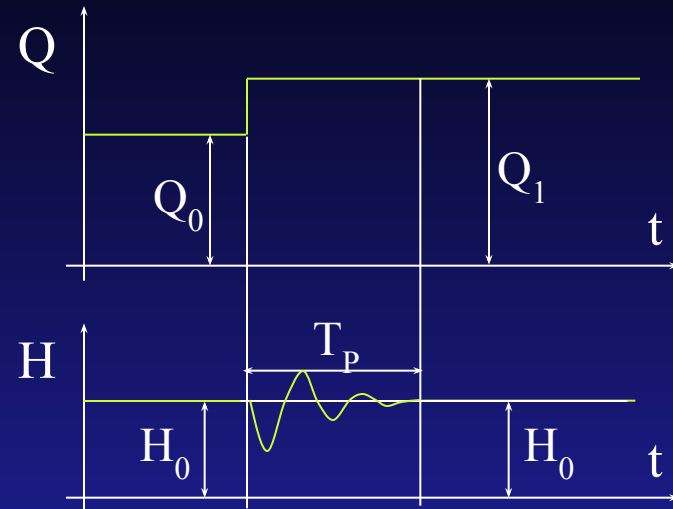
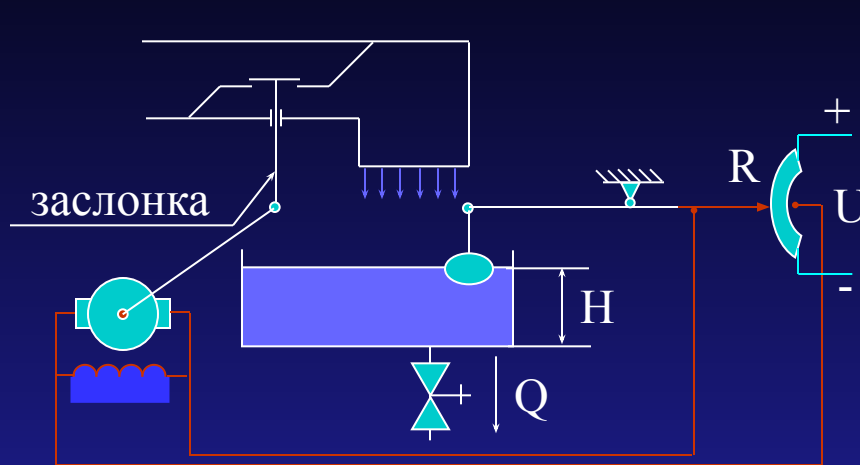
$S \frac{dH}{dt} = \Delta Q$ Зависимость выходного параметра от времени называется динамической (переходной) характеристикой системы

T_p – длительность переходного периода

ΔH – статическая ошибка системы

Какая система по принципу действия?

ПРИМЕР астатической САУ



ОУ – бак с жидкостью

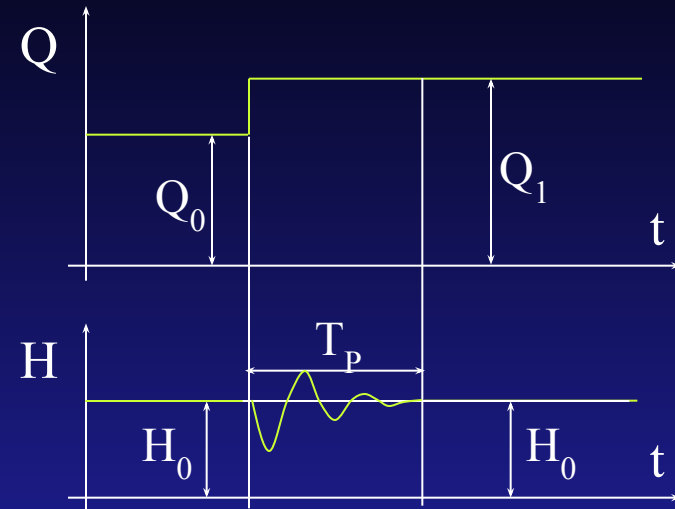
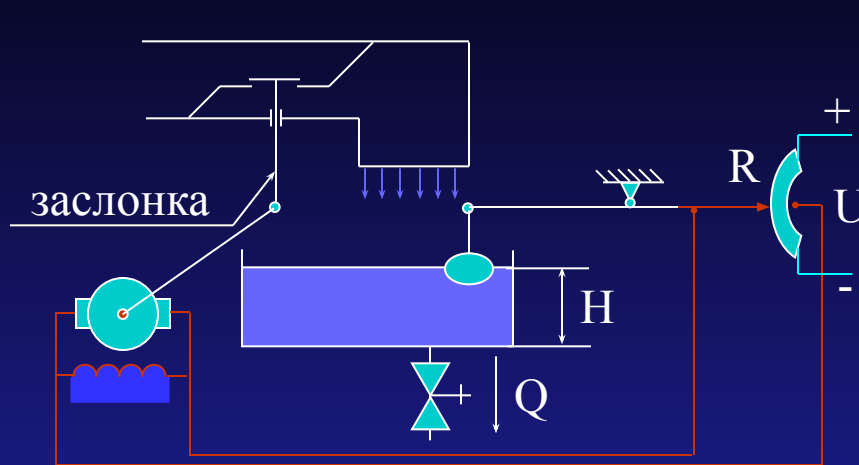
ИЭ – поплавковый уровнемер (поплавок + датчик (реостат)) и потенциометрический двухтактный датчик (резистор, включенный по схеме делителя напряжения).

ИУ – электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением

РО – заслонка

У (выходной параметр) – уровень жидкости в баке

ПРИМЕР астатической САУ



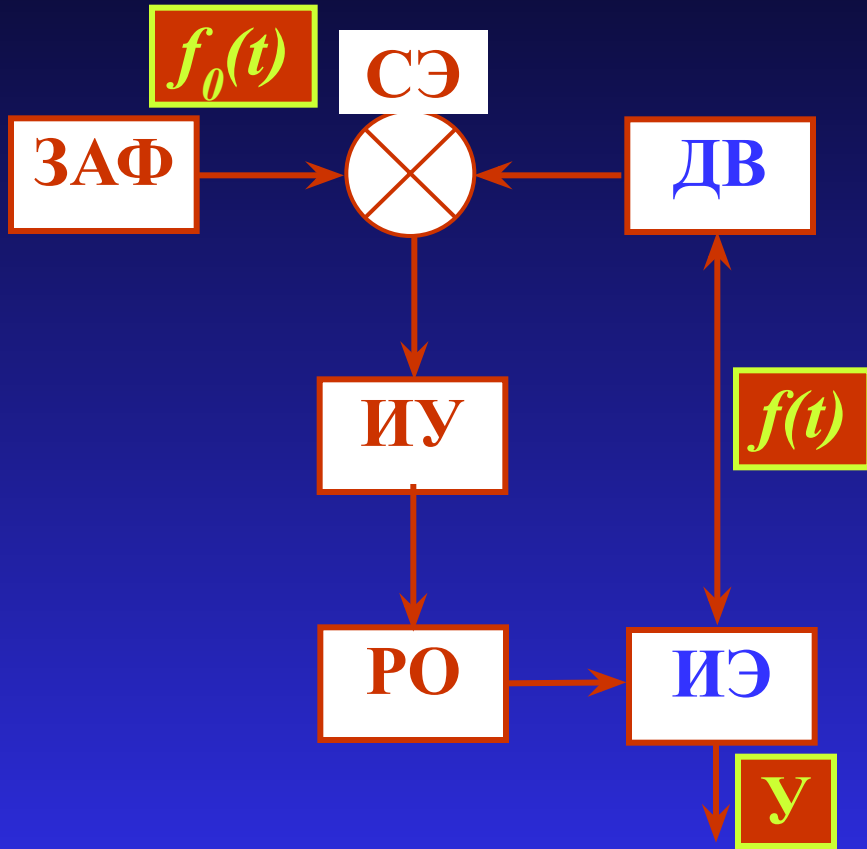
РО — заслонка

U (выходной параметр) — уровень жидкости в баке

- нет жесткой связи между значением управляемой величины и положением регулирующего органа,
- обеспечивает точное регулирование управляемой величины,
- значение управляемой величины в установившемся режиме не зависит от величины внешней нагрузки Q ,
- в системах наблюдается колебательный процесс и поэтому требуется обязательная проверка устойчивости их работы.

САУ с ЦЕПЬЮ КОМПЕНСАЦИИ

Функциональная блок-схема САУ

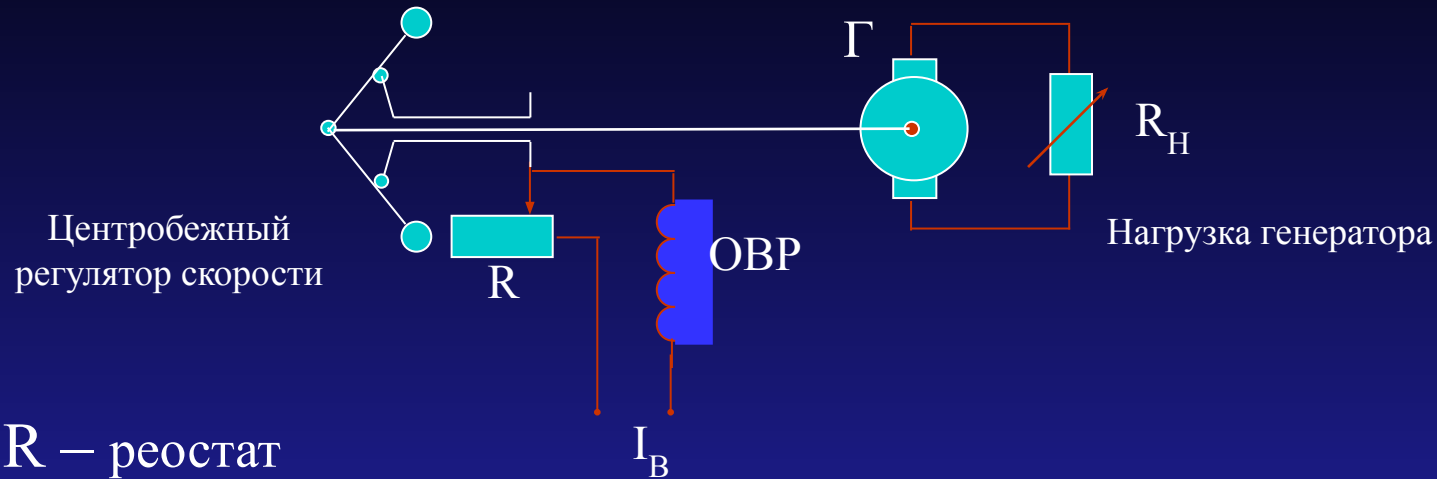


$f_0(t)$ – заданное значение внешнего возмущения

$f(t)$ – фактическое значение внешнего возмущения

ДВ – датчик возмущения

ПРИМЕР САУ с цепью компенсации



R — реостат

ОВР — обмотка возбуждения двигателя

$f(t)$ — частота вращения генератора

СЭ — регулятор скорости + реостат

U (выходной параметр) — напряжение на обмотках генератора

Система управления компенсирует не выходной параметр, а внешнее возмущение

Какая система по принципу действия?