

# 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)

**U** – **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

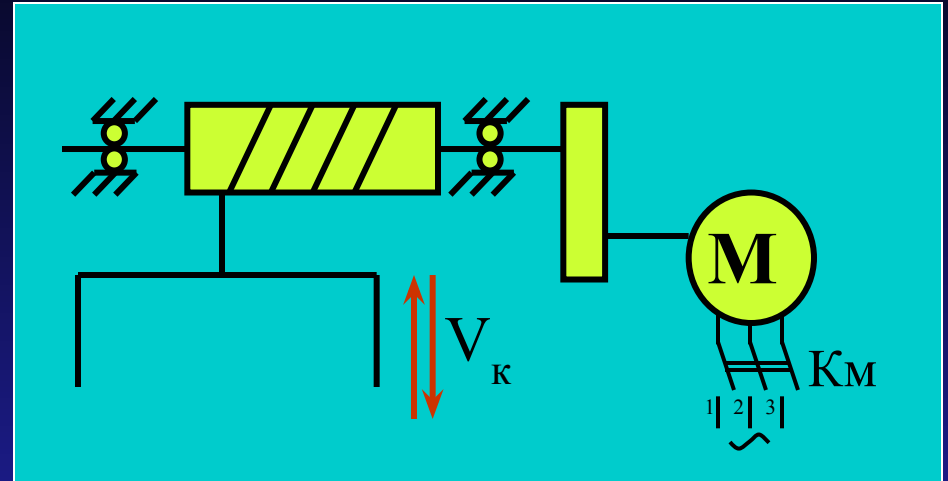


Обеспечить подъем кожуха  
за 10 сек.

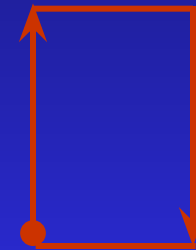
на высоту  $H=3\text{м}$ ,  $r_{\sigma}=0,3\text{м}$ ,  $u_p=80$

НАЙДЕМ СООТВЕСТВИЕ:

- |        |   |
|--------|---|
| 1. ОУ  | 1. $t_{\text{требуемого подъема}}$          |
| 2. ИУ  | 2. $t_{\text{фактического подъема}}$        |
| 3. УУ  | 3. КОЖУХ                                    |
| 4. X   | 4. двигатель                                |
| 5. У   | 5. барабан                                  |
| 6. ЗАФ | 6. трос                                     |
|        | 7. контактор двигателя                      |
|        | 8. электрическая цепь управления двигателем |
|        | 9. редуктор                                 |
|        | 10. скорость подъема                        |



$$A\Phi \equiv AУ$$





# ПРИМЕР *выбора параметров кинематической схемы*

## ПОДБЕРЕМ КИНЕМАТИЧЕСКУЮ СХЕМУ

$$t_k = 10 \text{ сек.} \quad (X)$$

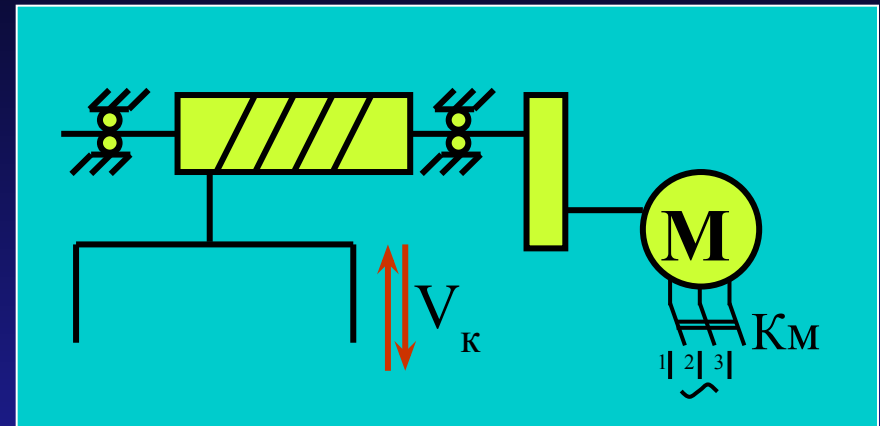
$$v_k = \frac{H}{t} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ м/с.}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$v_k^{\phi} =$$

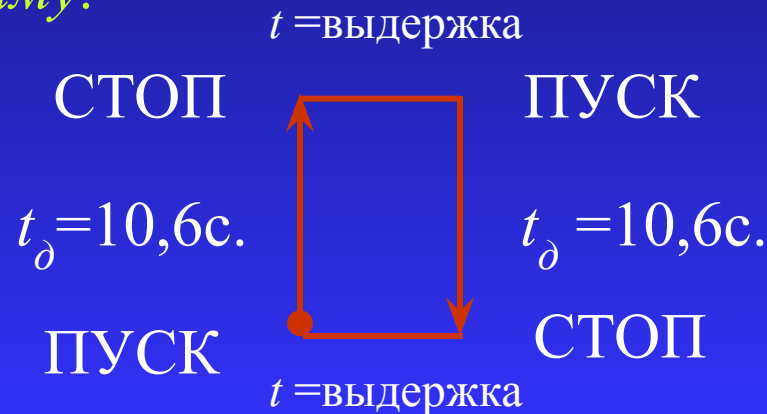
$$t_k^{\phi} =$$

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

# ПРИМЕР

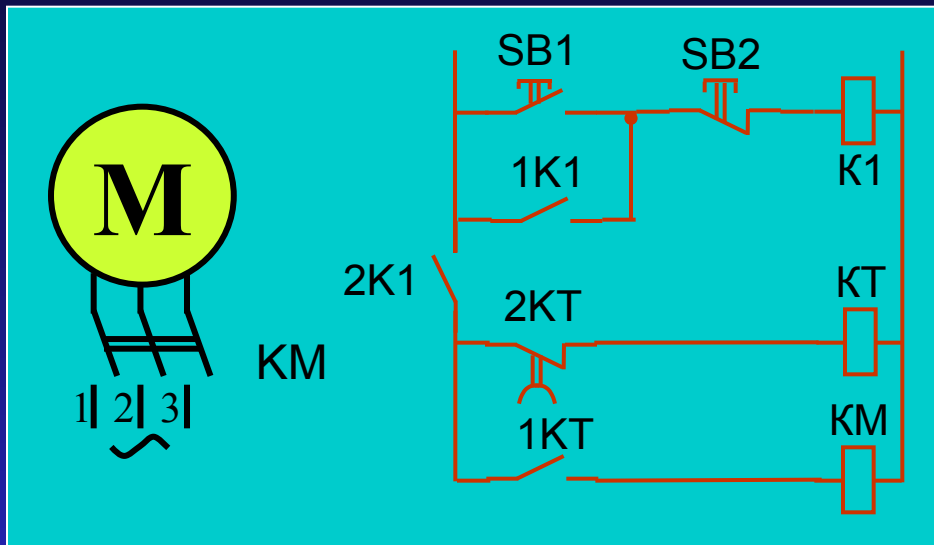
Таким образом,  
чтобы электродвигатель (ИУ)  
поднял кожух (ОУ) на 3 м  
за время (У) 10,6 с.  
необходимо включить  
контактор двигателя (УУ)  
на время (Х), равное 10,6 с.,  
а автоматическое устройство управления двигателем (ЗАФ)  
должно обеспечить включение и отключение машины по  
заданному алгоритму:

**БЛИЗОСТЬ Х 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.

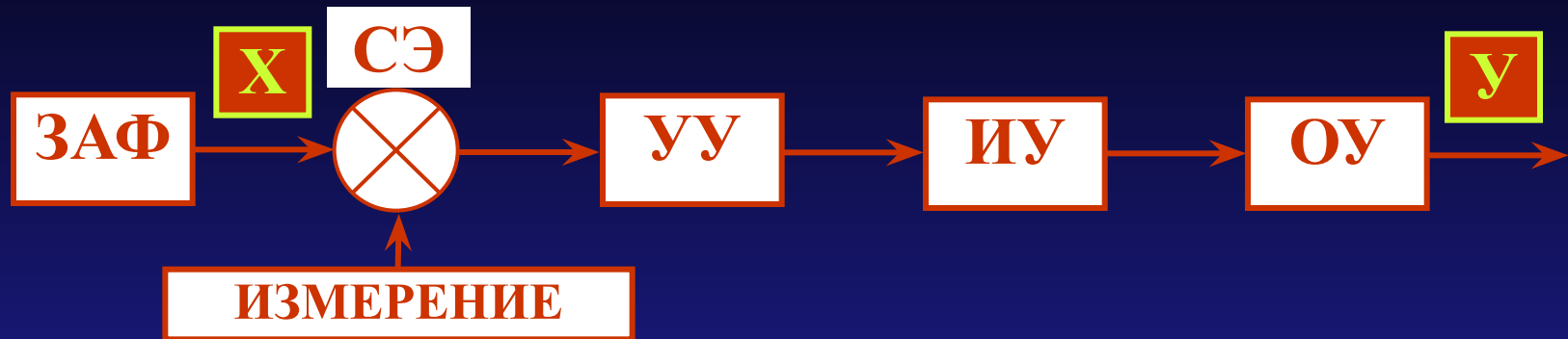
*Системы*

*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**

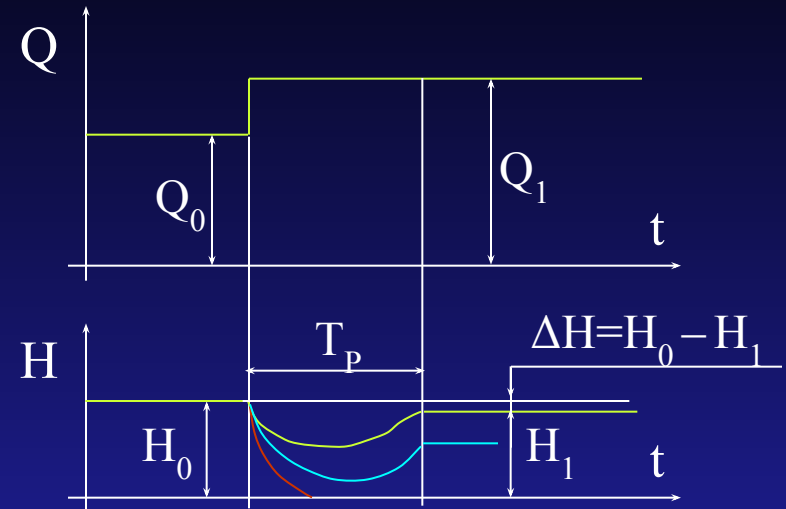
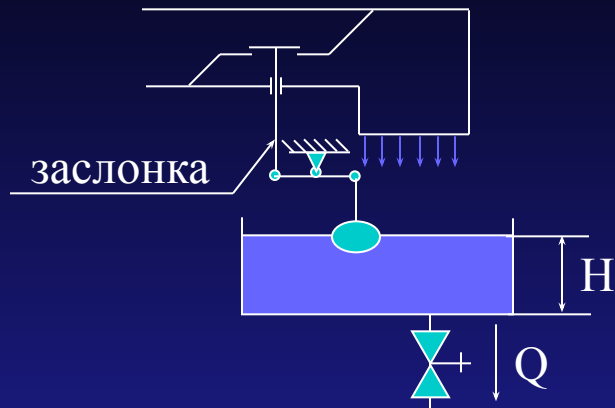
2.1 В САУ прямого действия сигнал от измерительного элемента непосредственно передается управляющему устройству.

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

$$S \frac{dH}{dt} = \Delta Q$$

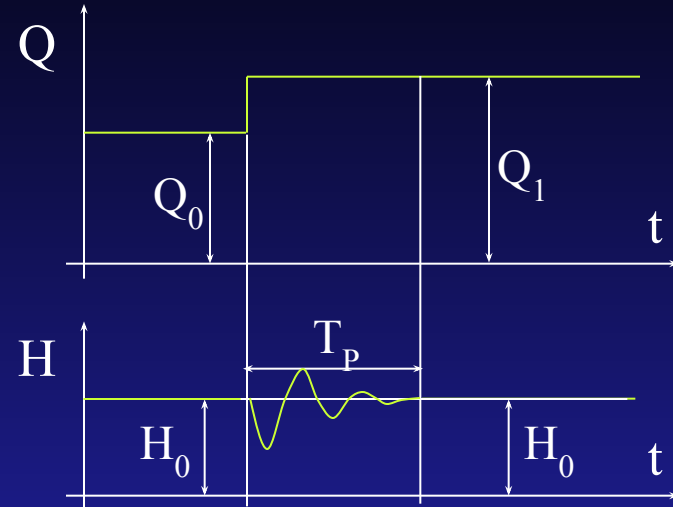
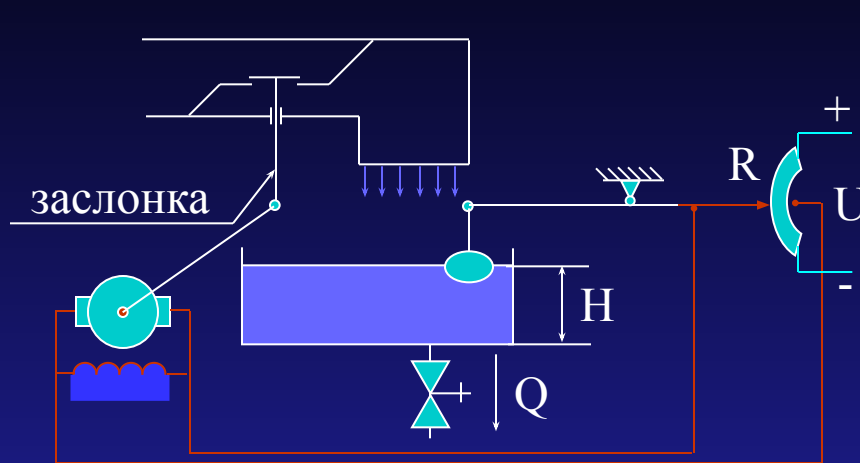
Зависимость выходного параметра от времени называется динамической (переходной) характеристикой системы

$T_p$  – длительность переходного периода

$\Delta H$  – 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).

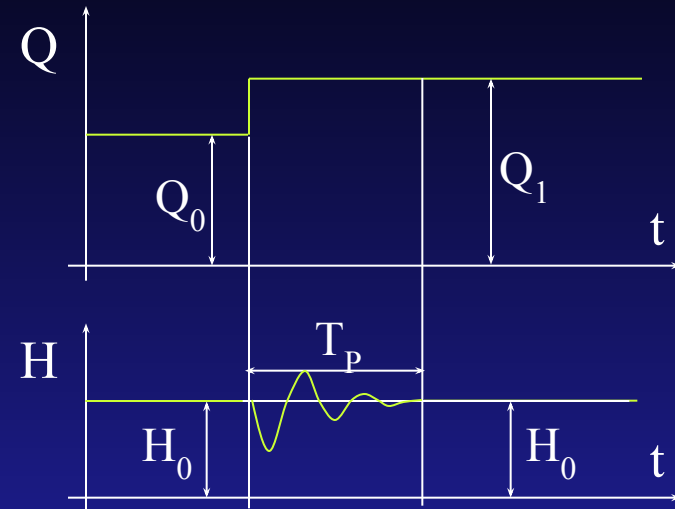
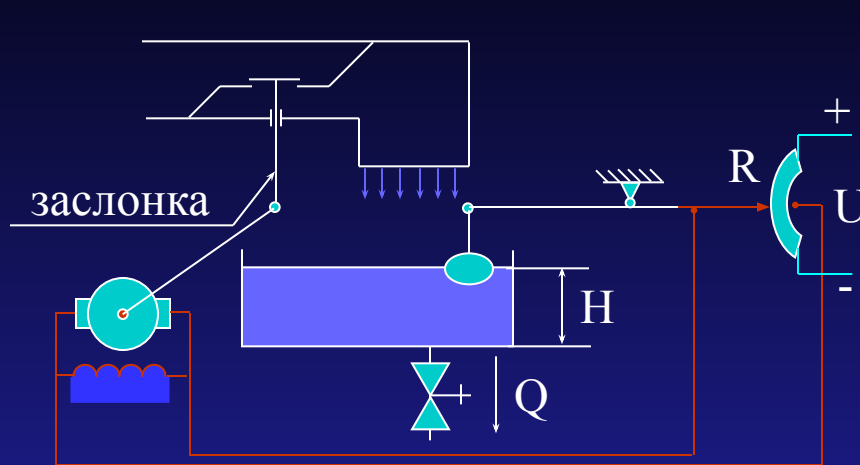
ИУ — электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением

РО — заслонка

У (выходной параметр) — уровень жидкости в баке



# ПРИМЕР астатической САУ



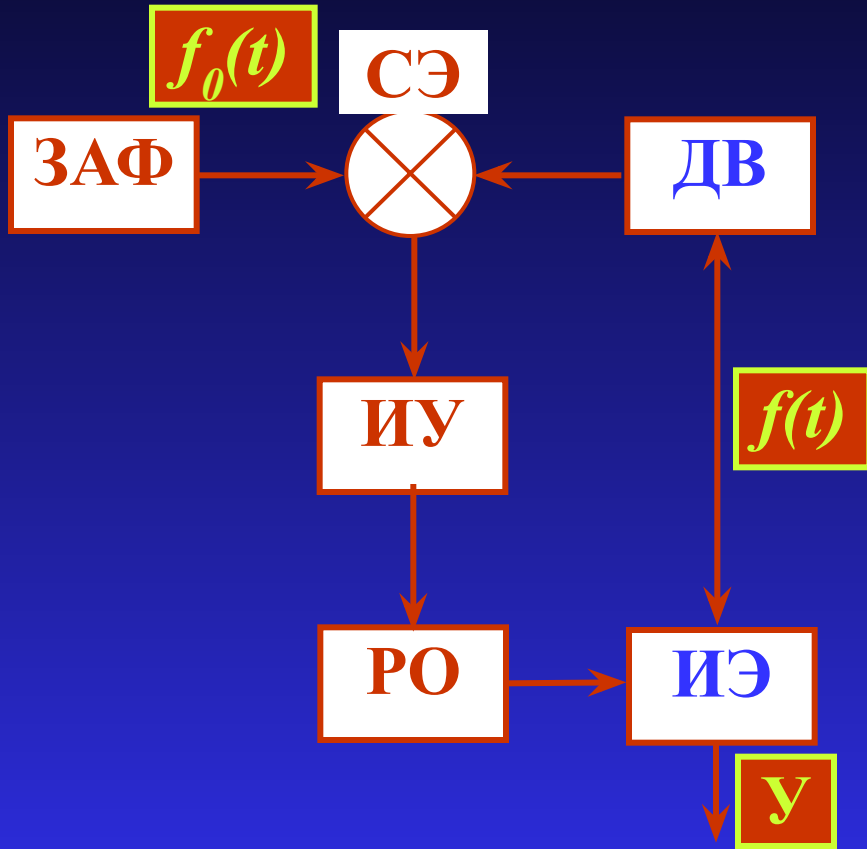
РО — заслонка

$U$  (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

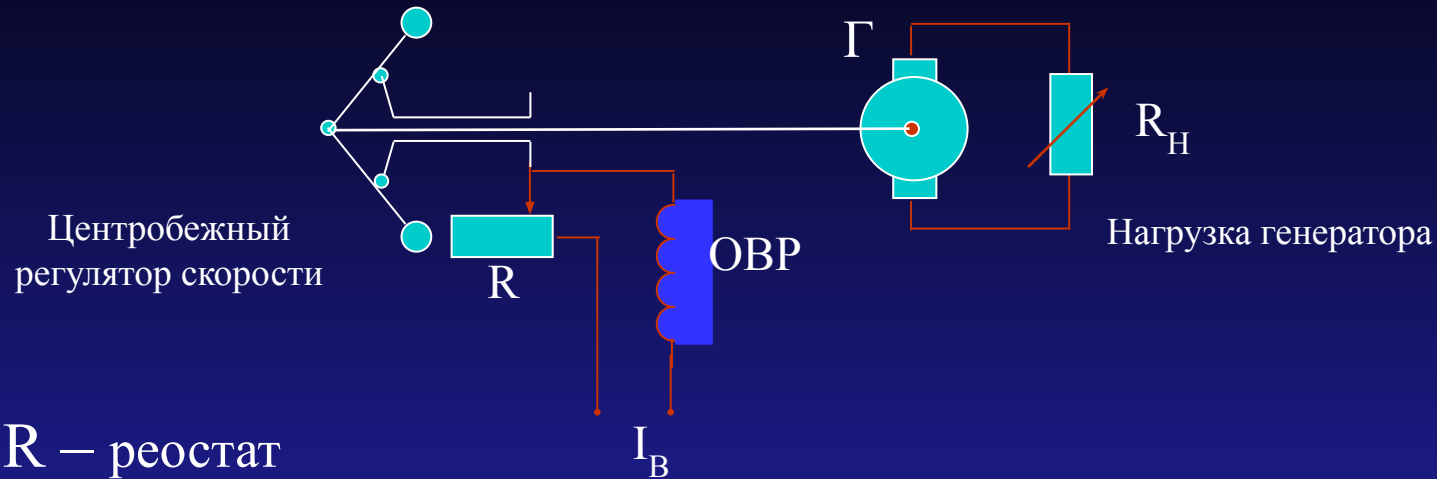


$f_0(t)$  – заданное значение внешнего возмущения

$f(t)$  – 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

У (выходной параметр) — напряжение на обмотках генератора

Система управления компенсирует не выходной параметр, а внешнее возмущение

Какая система по принципу действия?