
Тема 2: Классификация автоматических систем и роботов

-
1. Классификация САУ по объёму априорной и рабочей информации.
 2. Классификация САУ по виду оператора $D(x)$.
 3. Классификация роботов
-

Классификационные признаки важнейшие для САУ.

- 1 Объём априорной информации о среде в которой будет функционировать САУ.
 - 2 Объём рабочей информации, т.е. информации о состоянии самой САУ, которая используется в законе управления системы.
 - 3 Вид оператора $D(x)$, связывающего входные и выходные координаты САУ.
-

По объёму априорной информации
САУ делят на:

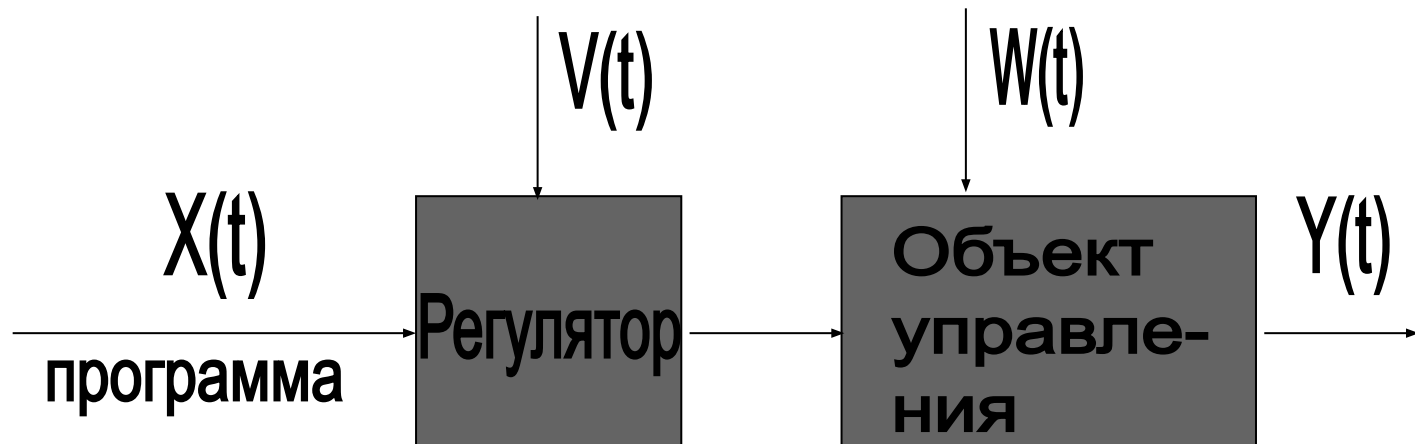
А. Обыкновенные САУ – не могут учитывать изменений среды и, потому, требуют знания полного объёма априорной информации.

Обыкновенные системы по объёму рабочей информации делятся на:

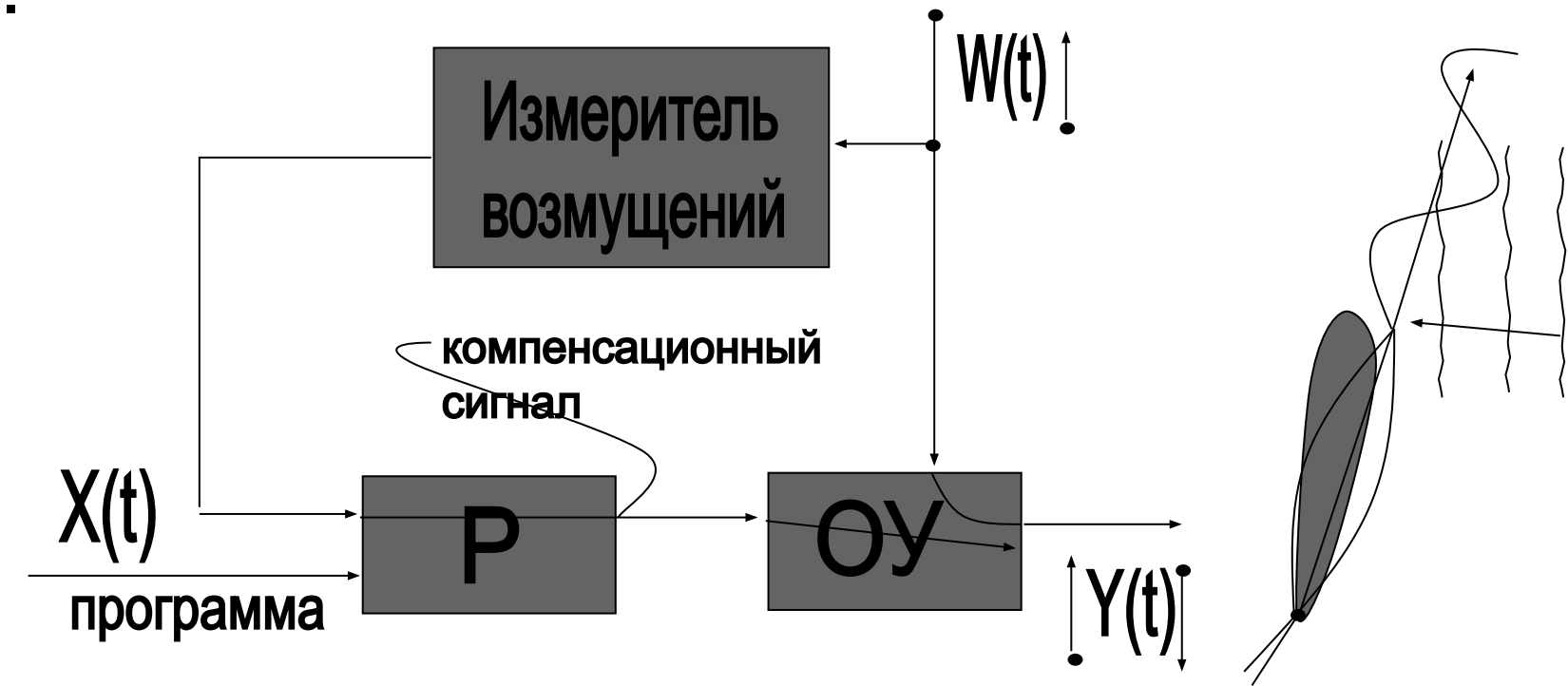
A-I. Разомкнутые САУ, в которых для управления используется лишь информация о входной величине $X(t)$ и иногда некоторых возмущениях.

Их можно разделить на:

A-I-1 Системы программного управления –
используется лишь $X(t)$.



A-I-2 Системы с компенсацией возмущений.



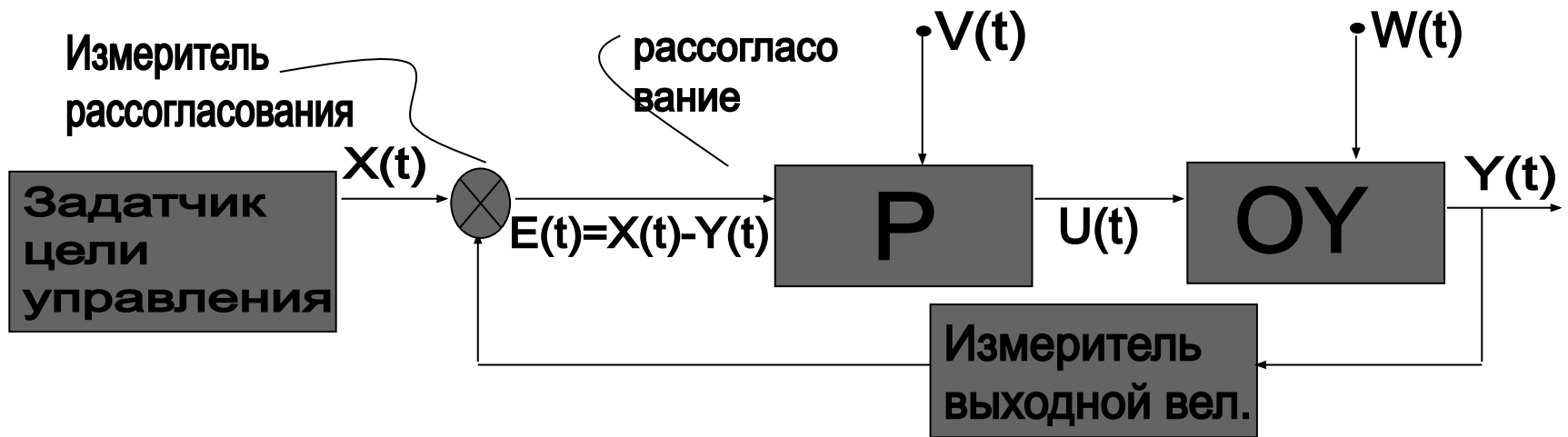
Разомкнутые САУ не совершенны, т.к.
возмущений много, их сложно измерить.

Подавляющее большинство систем
замкнутые и реализуют принцип
регулирования по отклонению или, иначе
говоря, принцип обратной связи.

А-II. Обыкновенные замкнутые САУ

В законе управления используется информация не только о задаче управления $X(t)$, но и о результатах управления $Y(t)$.

Структурная схема обыкновенной замкнутой САУ

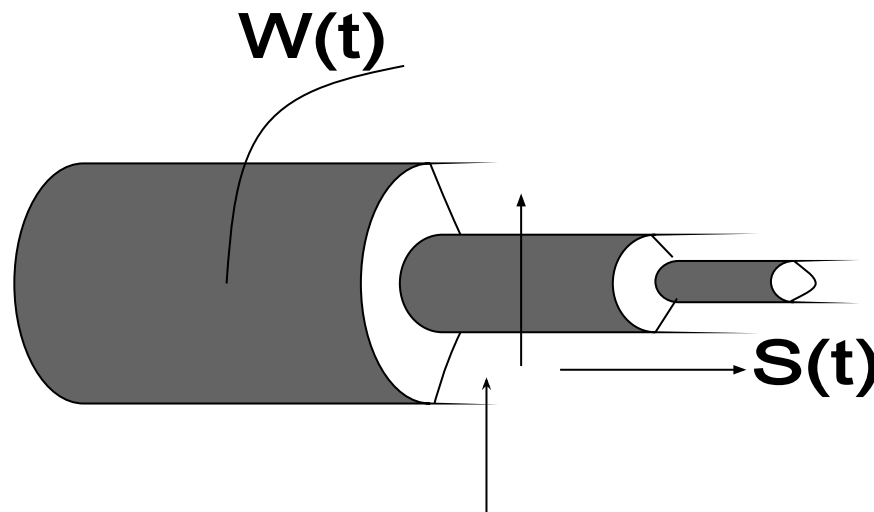


Принцип обратной связи исключительно универсален, т.к. где бы ни подействовали возмущения $W(t)$ и $V(t)$, он всегда будет устремлять $Y(t) \rightarrow X(t)$ иначе говоря - рассогласование $E(t) \rightarrow 0$

По виду сигнала $X(t)$ системы А-II
можно разделить на:

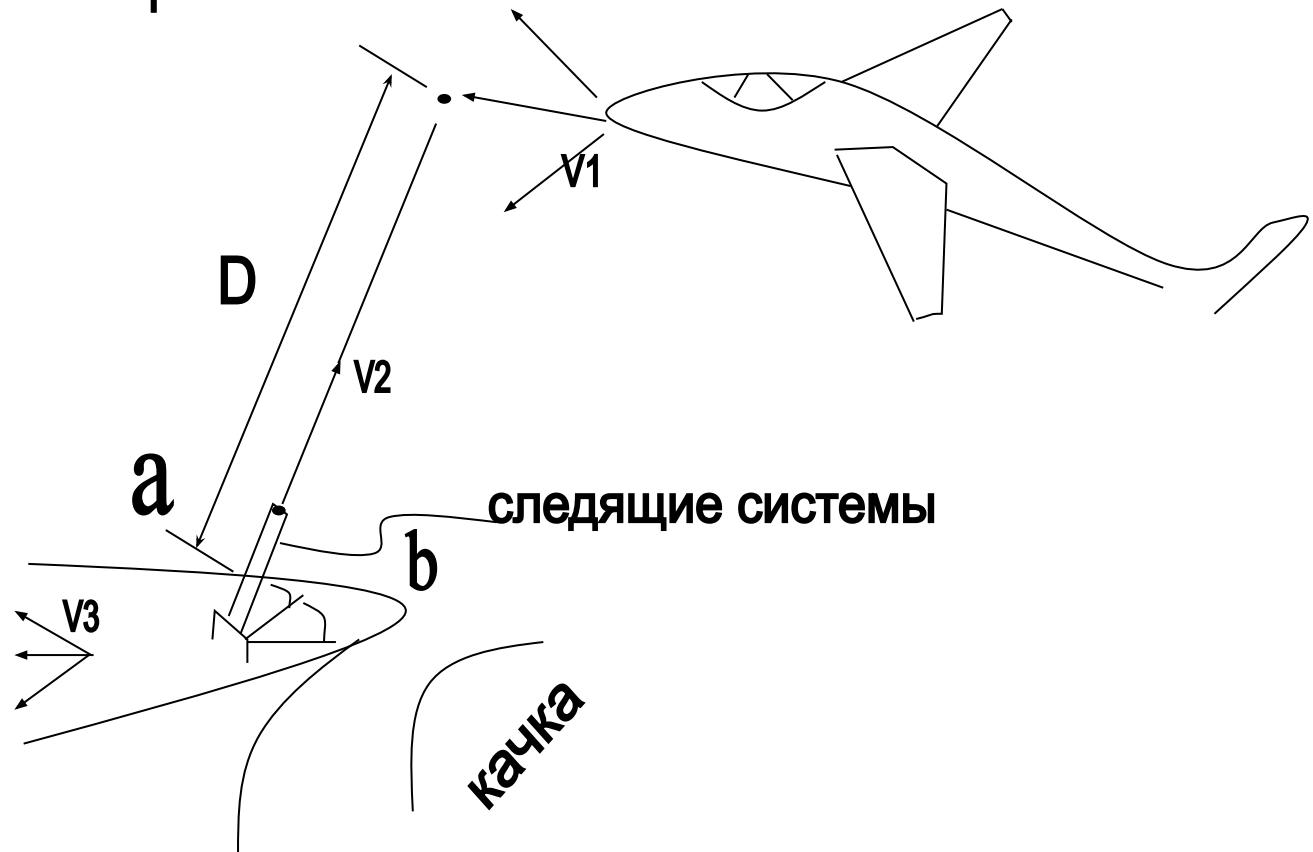
А-II-1 Системы автоматического
регулирования (САР) иначе говоря,
системы стабилизации. В САР $X(t)=\text{const}$,
но $V(t)\neq 0$, $W(t)\neq 0$ и цель стабилизации
состоит в том, чтобы $E(t)=X(t)-Y(t) \rightarrow 0$

A-II-2 Системы программного управления (СПУ), когда $X(t)=var$, $V(t)\neq 0$, $W(t)\neq 0$, но закон изменения $X(t)$ заранее известен. Цель управления $E(t)=X(t)-Y(t) \rightarrow 0$
Типичный пример станки с ЧПУ.



A-II-3 Следящие системы (СС) - $X(t)=var$ по заранее не известному закону. При $V(t) \neq 0$, $W(t) \neq 0$ необходимо $E(t) = X(t) - Y(t) \rightarrow 0$

Типичный пример

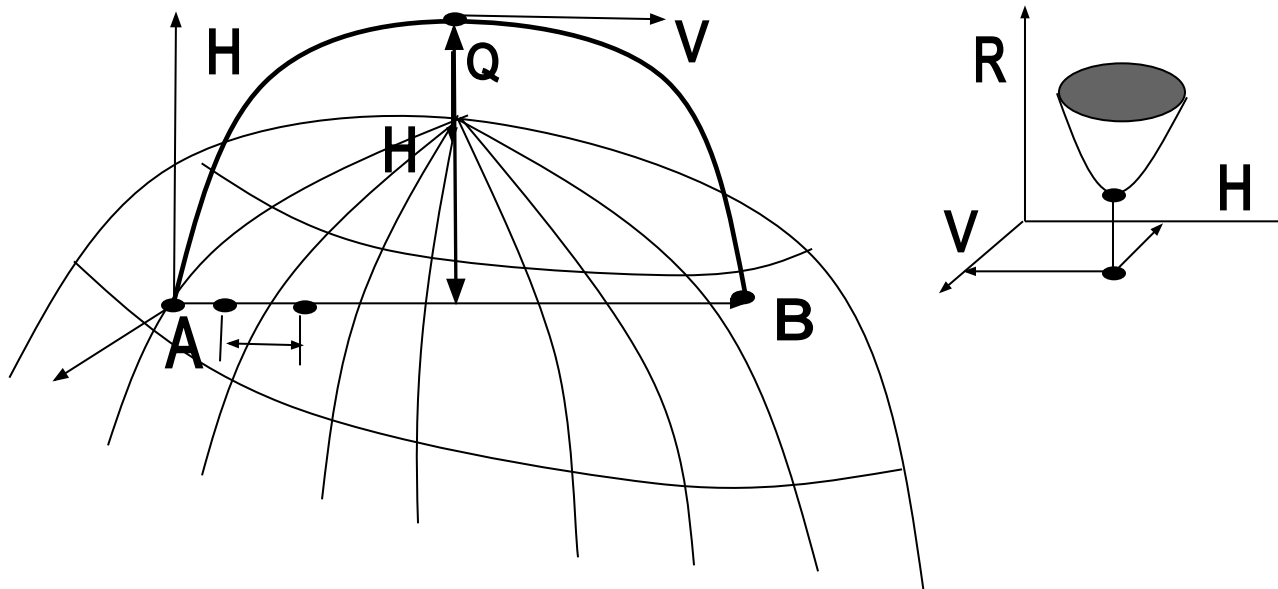


Б Самонастраивающиеся САУ

Это системы, которые должны сами изменять свои свойства (самонастраиваться), т.к. заранее не известно точно как поменяются условия их функционирования.

Самонастраивающиеся САУ делятся на:

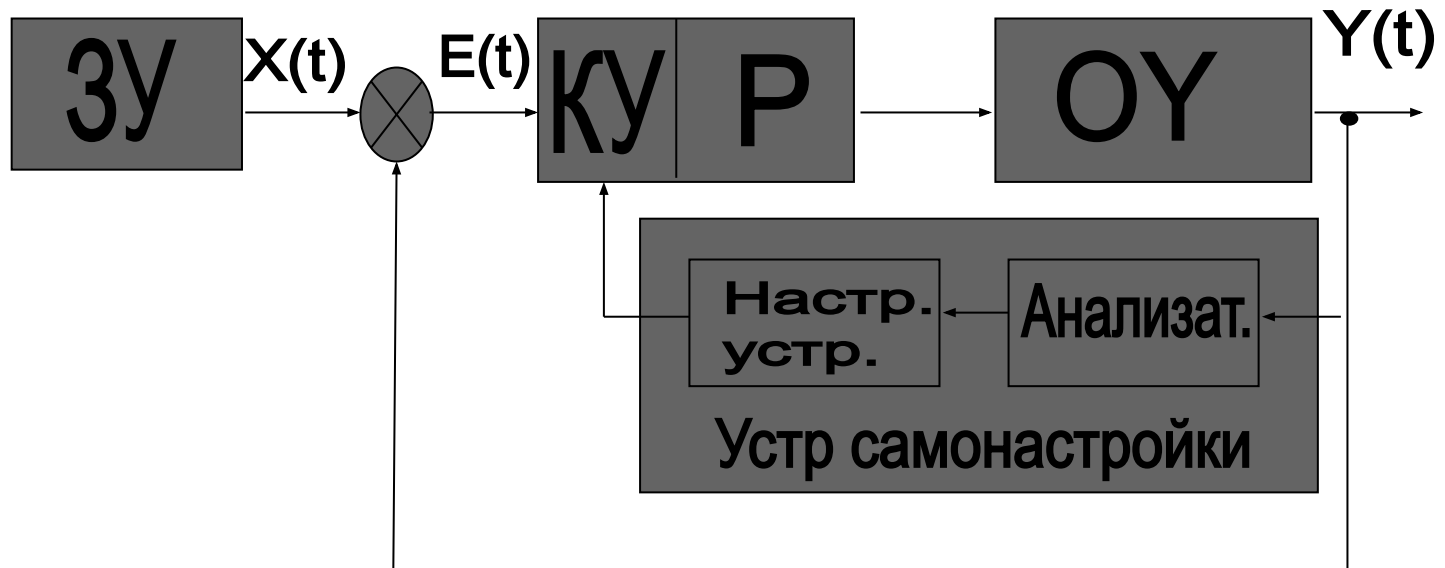
Б-1 Экстремальные САУ - сами вычисляют и поддерживают в процессе работы наивыгоднейшие (экстремальные) для данного момента времени значения выходной координаты $Y(t)$



В ходе движения ракеты изменяются вес Q , высота H , скорость V , так, что расход топлива R на единицу пути между точками A и B является сложной функцией этих переменных, т.е. $R_{AB} = R(Q, V, H, \dots)$.

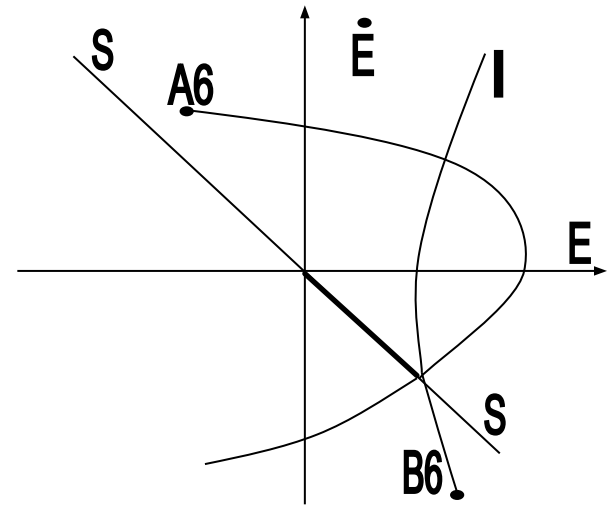
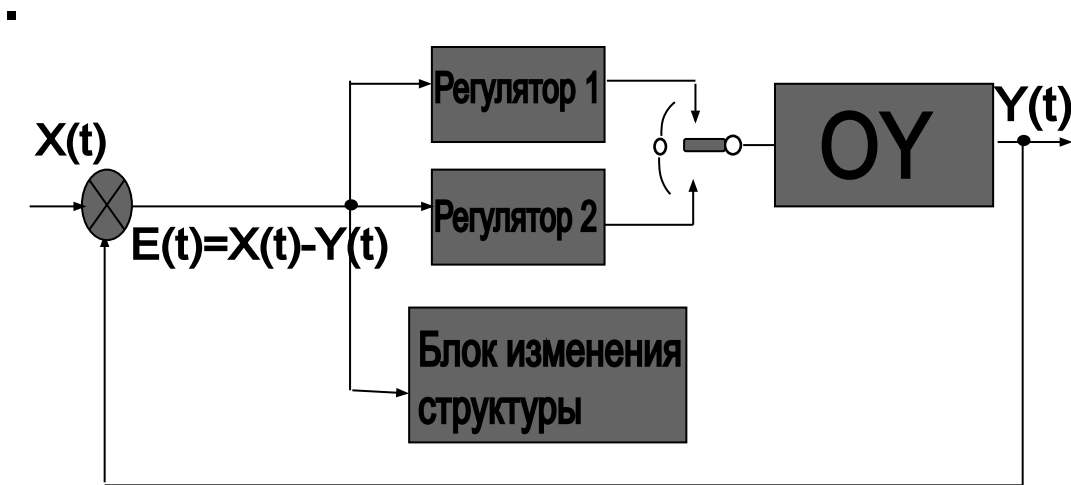
Бортовая ЭВМ должна так рассчитывать переменные Q, V, H , чтобы $R_{AB} \rightarrow \min$

Б-II Системы с самонастройкой корректирующих устройств



Системы с самонастройкой корректирующих устройств (КУ) – сами анализируют качественные показатели переходных процессов в САУ, т.е. $Y(t)$ и изменяют параметры КУ так, чтобы эти показатели (перерегулирование σ , быстродействие, колебательность) удовлетворяли заданным требованиям.

Б-III Системы с переменной структурой



Системы с переменной структурой – это САУ в которых конкурируют между собой две структуры, так что они взаимоисключают друг друга. В результате появляется новое качество в СПС (способность совершать скользящие движения).

Рассмотрим идею СПС на примере САУ второго порядка, когда возможно применить фазовую плоскость (ФП). Пусть блок изменения структуры (БИС) делит ФП на две части (в верхней работает регулятор 1, в нижней - регулятор 2).

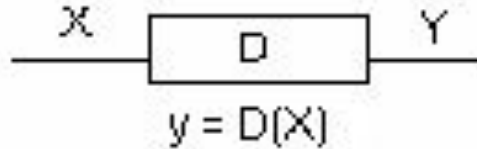
Пусть фазовая траектория САУ с регулятором 1 – эллипс. (Аб-начало движения, стрелки указывают направления движения изображенной точки.)

Пусть для САУ с Р2 – фазовые траектории – гиперболы очевидно, что на линии S-S возникают скользящие движения.

В. Игровые САУ

Создаются в условиях, когда систему можно представить в виде игры двух сторон. Об одной стороне (своей) известно всё, а о другой стороне (чужой) известно очень мало. Процесс управления строится по шагам (дискретно) и на каждом шаге анализируется ситуация и вырабатываются такие управляющие воздействия, которые дают наибольшую выгоду. Ядром игровой САУ является её ВМ с мощным программным обеспечением (игра в шахматы, ПВО страны....).

II. Классификация САУ по виду оператора $D(Y)$.



Любую САУ можно представить как некоторый преобразователь входной величины X в выходную Y . Аналогичным образом любой элемент САУ можно представить в виде такого преобразователя. Обозначим, оператор преобразования через D и произведем классификацию САУ по виду преобразования сигналов, т.е. по виду оператора D .

По виду оператора **D** САУ делятся на:

1. Линейные САУ - это системы, в которых выполняется принцип суперпозиции, т.е. реакция системы на сумму входных сигналов равна сумме реакций на каждый входной сигнал в отдельности:

$$D (C_1X_1+C_2X_2+\dots C_nX_n) = C_1D(X_1) +C_2D(X_2) +\dots C_nD(X_n)$$

Т.о. в линейных САУ входные сигналы проходят на выход независимо друг от друга, что существенно упрощает исследование.

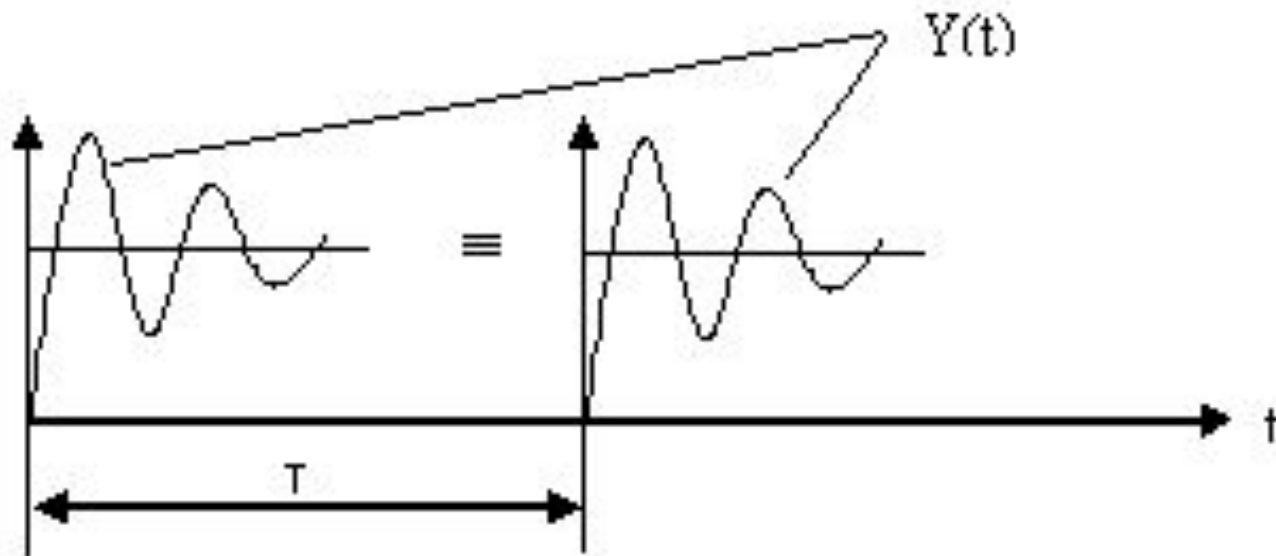
2. Нелинейные САУ – это системы, в которых принцип суперпозиции не выполняется, т.е.:

$$D (C_1X_1+C_2X_2+\dots C_nX_n) \neq C_1D(X_1) + C_2D(X_2) + \dots C_nD(X_n) \text{ и даже } D(C_1X_3) \neq C_1D(X_3)$$

Т.о., в нелинейных САУ прохождение сигналов зависит от других сигналов, и даже от их масштабов, что многократно усложняет анализ и синтез САУ.

3. Стационарные САУ – системы, реакция которых на некоторое входное воздействие не зависит от времени появления последнего, т.е.:

$$D(X; t) = D(X; t+\tau)$$



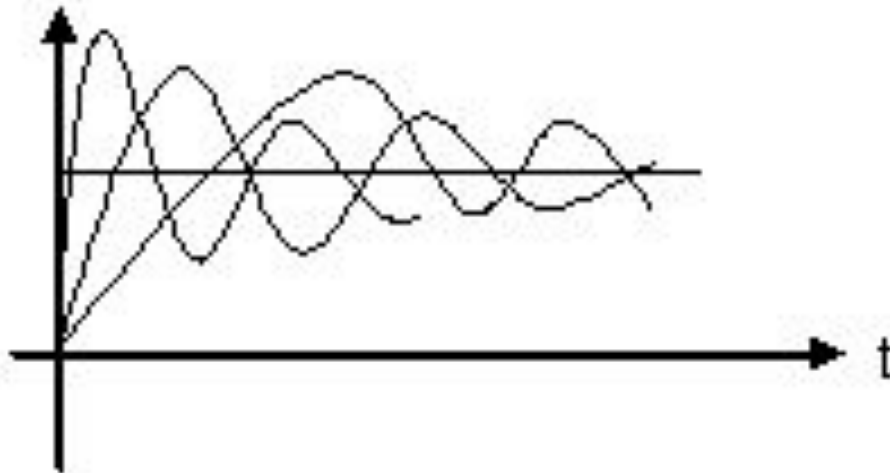
В стационарных САУ структура остается постоянной (“жесткой”) во времени, а параметры неизменными

4. Нестационарные САУ – системы, реакция которых на некоторое входное воздействие зависит от времени его появления, т.е.:

$$D(X; t) \neq D(X; t+\tau)$$

В нестационарных САУ либо структура, либо параметры меняются с течением времени, а значит, меняются и динамические свойства. Пример: (энергосистема, робототехника).

5. **Детерминированные САУ** – системы, в которых на некоторый входной сигнал возможна лишь одна вполне определенная реакция.
6. **Стохастические (недетерминированные) САУ** – системы, в которых на некоторый входной сигнал возможна одна из множества различных реакций, каждая из которых имеет определенную вероятность появления, т.е. реакция САУ носит случайный (стохастический) характер.

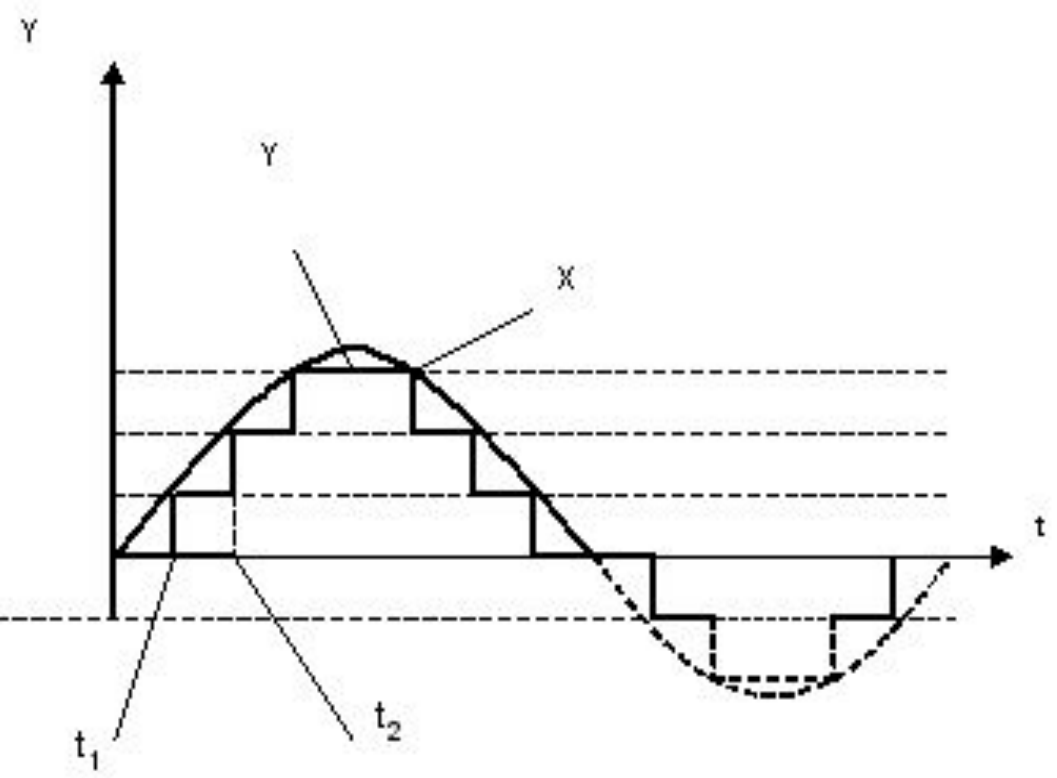
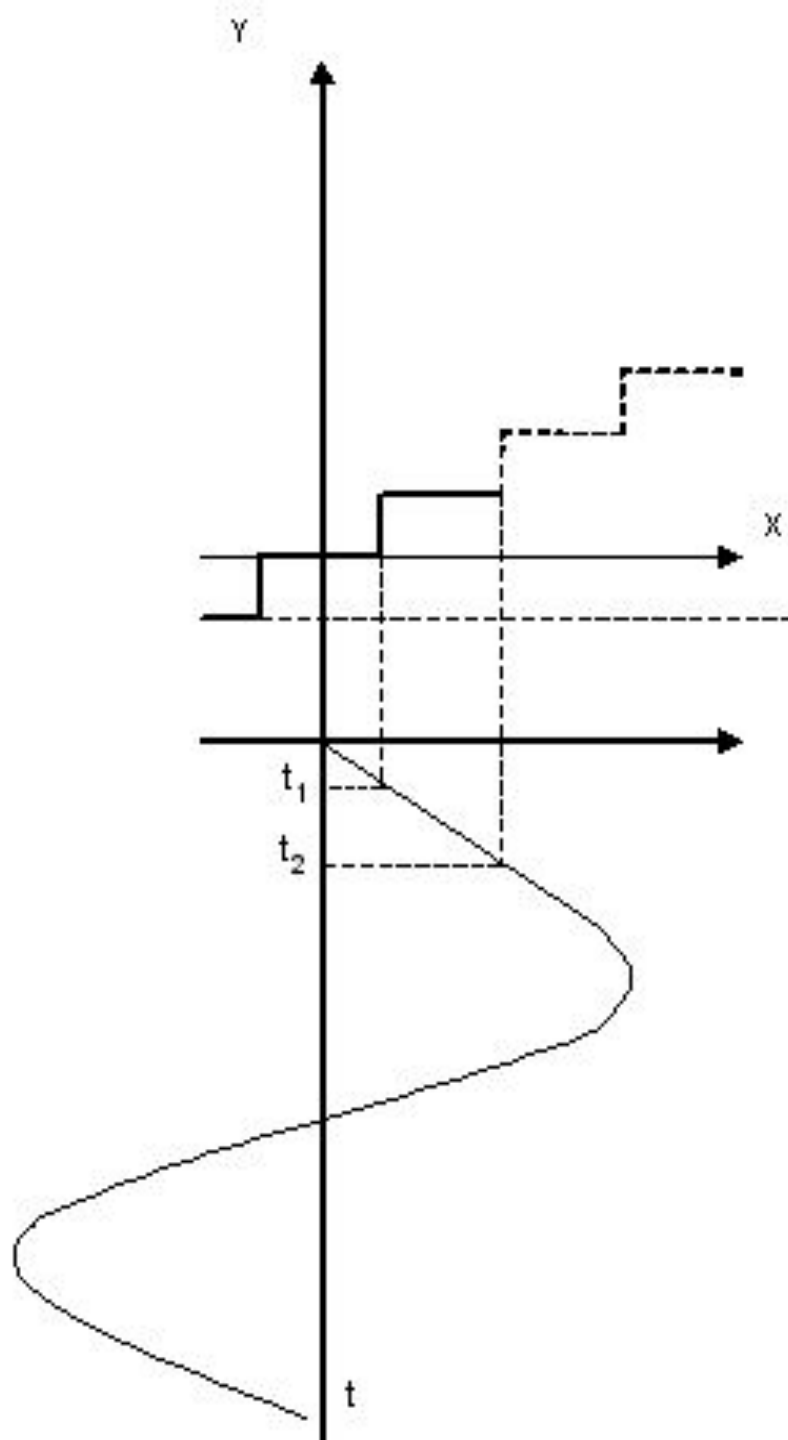


7. Непрерывные САУ – системы, сигналы в которых представляют собой непрерывные функции времени.

8. Дискретные САУ - системы, сигналы в которых представляют собой дискретные функции времени. Дискретные сигналы образуются из непрерывных путем различного рода квантований.

Различают:

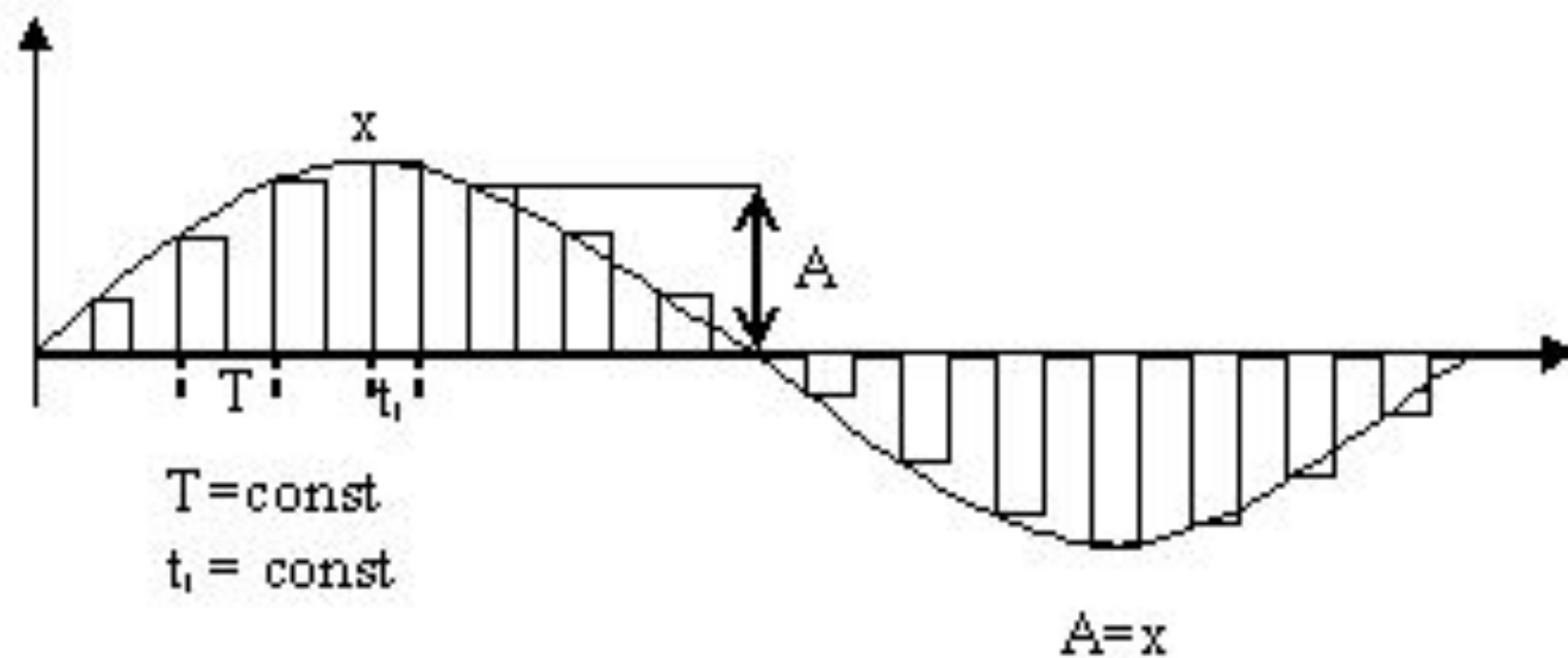
8-а. **Квантование по уровню** – непрерывная функция заменяется дискретной (разрывной), принимающей определённые квантованные уровни. Если уровней квантования 2-3, то такие САУ называют релейными.



8-б. Квантование во времени (импульсные САУ) свою очередь делят на:

8-б-1. Системы с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ).

Непрерывный сигнал здесь заменяется амплитудно-модулированным сигналом в виде равноотстоящих импульсов одинаковой длительности с амплитудами, пропорциональными величине непрерывной функции.



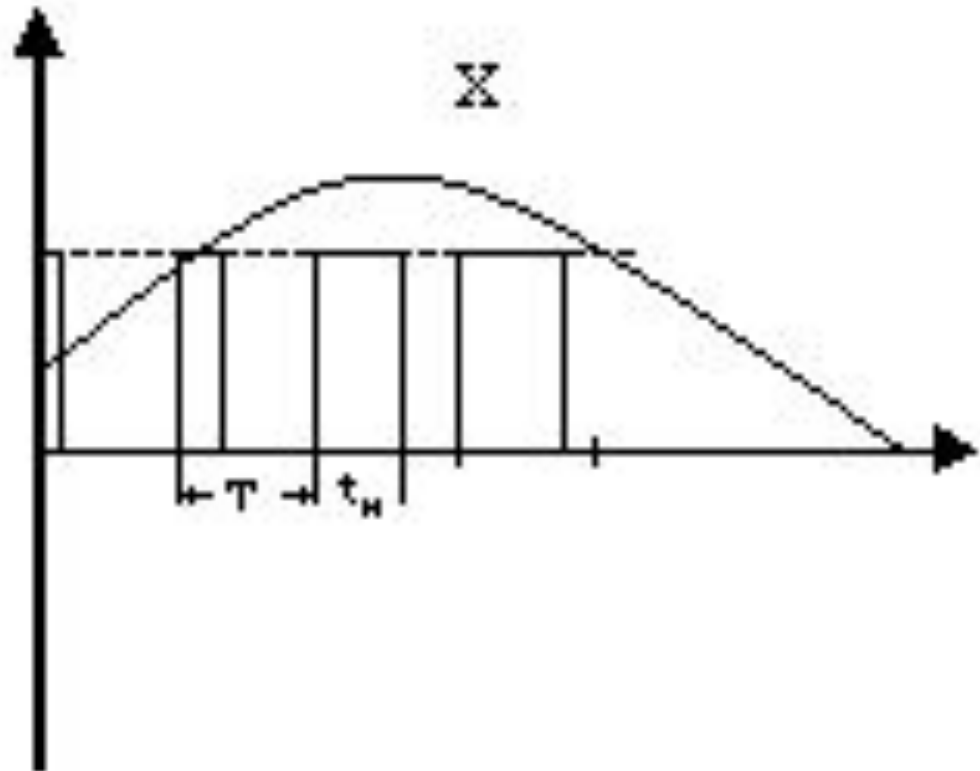
8-б-2. Системы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Здесь:

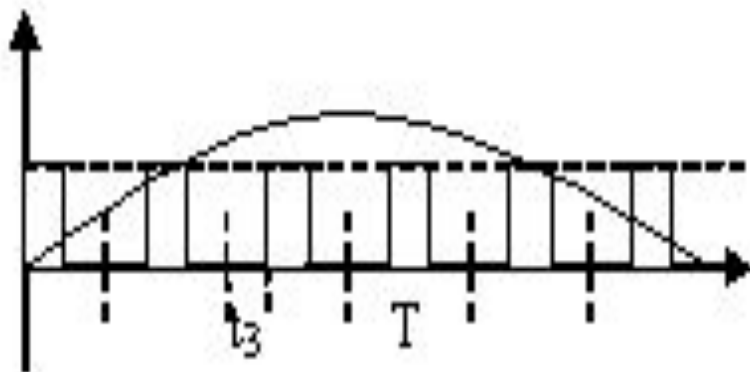
$A = \text{const}$

$T = \text{const}$

$t_n = x(t)$



8-б-3. **Системы с времяимпульсной модуляцией (ВИМ).** Эти системы имеют место в радиолокации, гидролокации, светолокации и тд.



Здесь:

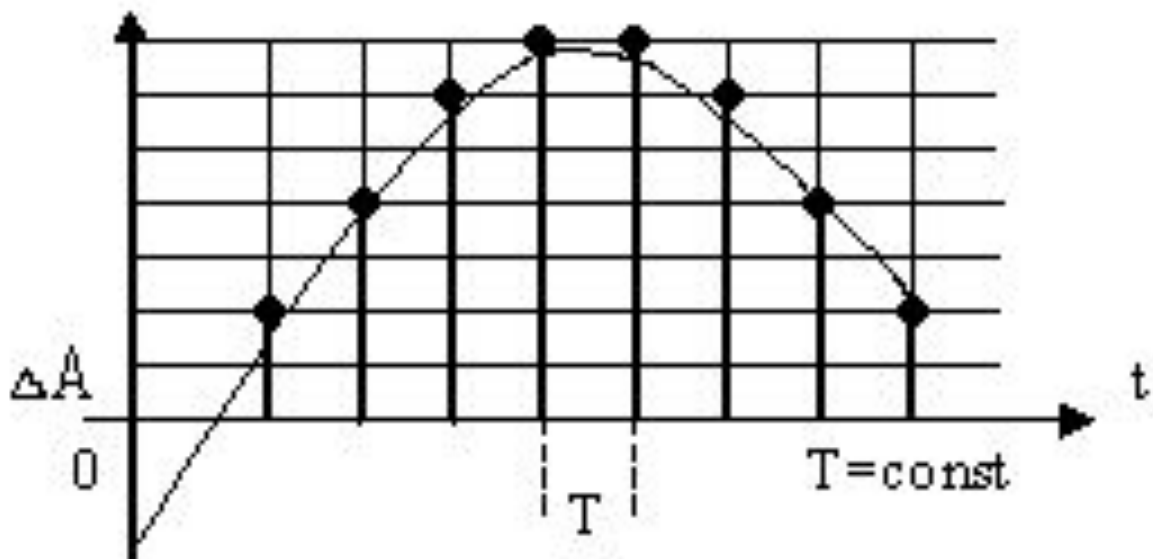
$$A = \text{const}$$

$$T = \text{const}$$

$$t_k = \text{const}$$

$$t_3 = x(t)$$

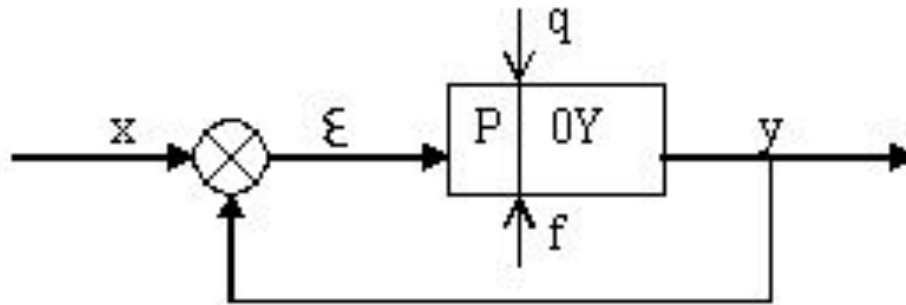
8-в. **Квантование по времени и по уровню** (цифровые САУ). Непрерывный сигнал заменяется последовательностью равноотстоящих импульсов, амплитуда которых квантуется по уровню с некоторой дискретностью ΔA так, чтобы ошибка между A и $X(+)$ была наименьшей.



9. По характеру сигнала $X(t)$ САУ

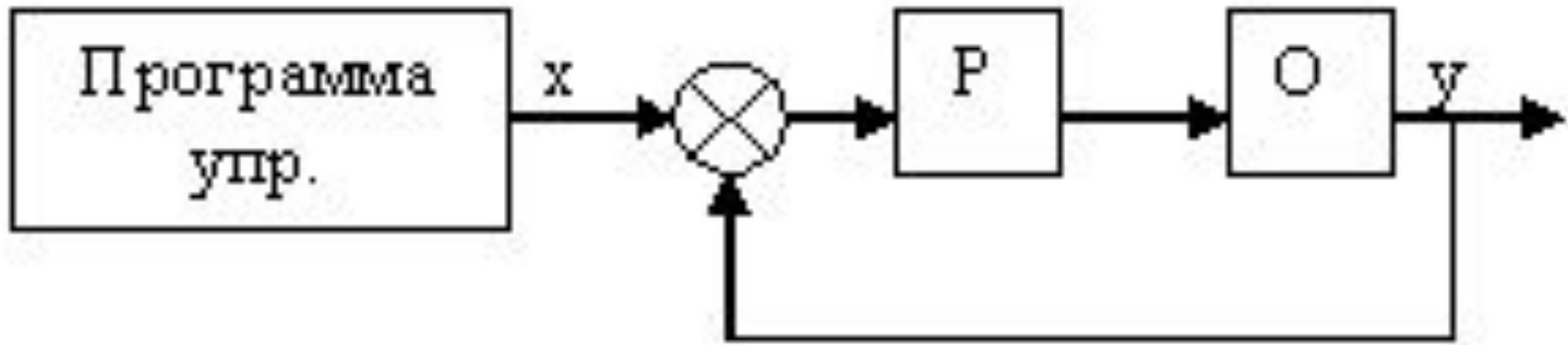
ДЕЛЯТСЯ НА:

9-а. **Системы автоматического регулирования (САР) или системы автоматической стабилизации.**



Здесь: $x_3(t)=const$; q-Var; f-Var

9-б. **Системы программного управления.** Здесь $Y_3 (+)$ -Var, но по заранее известному закону.
Пример: станки с ЧПУ.



9-в. *Следящие системы*

В этих системах $X(t)=Var$ изменяется, но по заранее неизвестному закону. Пример: ПВО (ПВО на кораблях).

По принципу действия автоматические системы делятся на:

10. **Статистические САУ** – системы, которые имеют принципиальную ошибку в статистическом режиме, т.е.:

$$\varepsilon = X(t) - Y(t) \neq 0 \text{ при } Y(t) = \text{const}$$

11. **Астатические САУ** – системы, которые не имеют принципиальной ошибки при $Y(t) = \text{const}$

Ш.Классификация роботов.

Класс А

Манипуляционные (для выполнения функций рук человека)

А-1. Автоматические (действующие без участия человека).

А-1-1. Программные (1-го поколения, не имеют сенсорики, сами не могут менять программу движений, но их можно быстро перепрограммировать!!!)

А-1-2. Адаптивные (2-го поколения, имеют сенсорику и сами могут поменять программу движения.)

А-1-3. Интеллектуальные (3-го поколения, имеют не только хорошую сенсорику, но и мощную ЭВМ, способны сами разработать программу в сложных непредсказуемых условиях.)

А-2. Биотехнические (с непрерывным во времени участием человека)

А-2-1. Командные (управляемые с пульта по отдельным степеням подвижности.)

А-2-2. Копирующие (имеют кинематически подобный исполнительному манипулятору, задающий манипулятор.)

А-2-3. Полуавтоматические (управляемые от рукоятки (джойстика) через ЭВМ.)

А-3. Интерактивные (с частичным участием человека)

А-3-1. Автоматизированные (чередование во времени автоматических и биотехнических режимов.)

А-3-2. Супервизорные (с целеуказанием от оператора.) *

А-3-3. Диалоговые (с двусторонним обменом информацией между роботом и человеком.)

Класс Б - Мобильные (локомоционные, транспортные – для выполнения функций ног)

Б-1. Шагающие (с движителями подобными ногам человека – для сложного рельефа)

Б-1-1. Программные (не меняют походки сами.)

Б-1-2. Биотехнические (с непрерывным участием человека – «Калифорнийская Лошадь».)

Б-1-3. Интеллектуальные (способные сами поменять походку).

Б-2. Самодвижущиеся (с любыми движителями – колеса, реактивные двигатели и т.д.)

Б-2-1. Программные

Б-2-2. Адаптивные

Б-2-3. Интеллектуальные *

Б-3. Экзоскелетоны (внешние скелеты – для усиления конечностей человека)

Б-3-1. Открытые – без герметизации

Б-3-2. Скафандровые – с герметизацией (под водой, тушение пожаров, в радиоактивной среде).

Б-3-3. Прыгающие (когда тяготение мало, напр. на Луне).

Класс В

Информационные (для добывания информации из экстремальных сред)

В-1. Исследователи (для изучения свойств сред или предметов)

В-1-1. Непрерывные

В-1-2. Накапливающие

В-1-3. Адаптивные

В-2. Искатели – определители (для поиска предметов и определения их свойств) «Лортодромия»

В-2-1. Контактные (нужен контакт)

В-2-2. Дистанционные пассивные (когда искомый предмет излучает энергию).

В-2-3. Дистанционные активные (сами зондируют пространство излучениями – ультразвук, радио-волны, лазерное излучение, ...).

Класс Г

Творческо – игровые (для решения интеллектуальных задач)

Г-1. Проектировщики (САПР, АРМ, ...).

Г-1-1. Программные

Г-1-2. Интерактивные

Г-1-3. Интеллектуальные

Г-2. Игровые (решение задач из «Теории игр»)

Г-2-1. Позиционные игры (шахматы)

Г-2-2. Динамические игры (ПВО....)

Г-2-3. Определение эффективности систем и мероприятий (тренажеры)

Г-3. Композиционные

Г-3-1. Автоматический переводчик

Г-3-2. Референт, библиограф, кассир

Г-3-3. Композитор, поэт. *



*

Гефест – бог кузнечного ремесла.

«.... и к мехам обратился

Их на огонь он направил и действовать дал
приказанье

Сколько их было, все двадцать мехов задышали в
горнило

Разнообразнейшим, сильно огонь раздувавшим
дыханьем,

Те – помогая, когда он спешил, а другие иначе,

Как желалось Гефесту, чтоб дело закончить
получше.»

Гомер,

«Илиада» 8-12 вв. до н.э.

Спасибо за внимание
