# ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Гуляев Сергей Викторович

e-mail: svgul@inbox.ru

# Условия обучения

- По итогам изучения дисциплины проводится экзамен
- В течение семестра необходимо выполнить все задания по календарному плану, который опубликован на Учебном портале
- Для допуска на сессию набрать 40 баллов

# Список литературы


- 1. Бесекерский В.Л., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003.
- 2. Теория автоматического управления. Ч. 1 Теория линейных систем автоматического управления / под ред. Академика А.А.Воронова. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1984.
- 3. Босс В. Лекции по теории управления. Т.1: Автоматическое регулирование. М.: ЛЕНАНД, 2017
- 4. Рощин А.В. Основы теории автоматического управления. Учебное пособие. М.: МГУПИ, 2007

# Темы дисциплины

Управление и информатика, построение модели простого объекта, общие принципы системной организации, построение передаточной функции, формы представления моделей, инвариантность и чувствительность систем управления, уравнения в нормальной форме, задача Коши, передаточная матрица. Математические модели объектов и систем управления, переходные и частотные характеристики объекта, весовая функция, переходная функция, частотные характеристики, логарифмические частотные характеристики, асимптотические логарифмические частотные характеристики.

# Темы дисциплины

Проблема устойчивости, типовые элементарные звенья, интегрирующее звено, апериодическое звено, колебательное звено, дифференцирующее звено, соединение звеньев. Исследование системы автоматического управления. построение логарифмических частотных характеристик, проверка устойчивости системы, запас устойчивости по фаз, запас устойчивости по амплитуде.

(задания к тесту)

# Тема 1

W(p) - передаточная функция

w(t) – импульсная переходная функция (весовая)

h(t) – переходная функция, кривая разгона

Соотношения между ними:

$$\widehat{w}(t) = \frac{M(p)}{L(p)} = W(p)$$

или $Lw(t) = W(p)$

$$w(t) = \frac{dh(t)}{dt}, \quad h(t) = \int_0^t w(s)ds$$

Соответствующие дифуры:

$$Lw(t) = M\delta(t) \quad \text{или} \quad Lh(t) = MH(t)$$

$H(t)$ – единичный скачок

# Тема 1

**Как найти передаточную функцию, если дана весовая функция?**

[illegible]([illegible]) = [illegible]'[illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] [illegible] − τ[illegible]τ (lower limit 0)

[illegible]([illegible]) = [illegible][[illegible]]

[illegible]([illegible]) = [illegible]$^{-1}$[[illegible]]

**Как найти весовую функцию, если дана передаточная функция?**

[illegible] = [illegible]$^{-1}$[illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible]'[illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] [illegible] − τ[illegible]τ (lower limit 0)

[illegible]([illegible]) = [illegible][[illegible]]

**Как найти переходную функцию, если дана весовая функция?**

$h(t) = w'$[illegible]

$h(t) =$ [illegible] $w$[illegible] (lower limit 0)

$h(t) =$ [illegible][$w$[illegible]]

$h(t) =$ [illegible]$^{-1}$[$w$[illegible]]

# Тема 1

**Как найти весовую функцию, если дана переходная функция?**

$$\mathrm{w(t)} = \mathrm{h}'(t)$$

$$\mathrm{w(t)} = \int_0^t \mathrm{h}(t)dt$$

$$\mathrm{w(t)} = L^2[\mathrm{h}(p)]$$

$$\mathrm{w(t)} = L[\mathrm{h}(p)]$$

$$\mathrm{w(t)} = L^{-1}[\mathrm{h}(t)]$$

**Чему равна передаточная функция при последовательном соединении звеньев?**

$$w(p) = \sum_{i=1}^{n} w_i(p)$$

$$w(p) = \prod_{i=1}^{n} w_i(p)$$

$$w(p) = \sum_{i=1}^{n} {w_i}^2(p)$$

$$w(p) = \prod_{i=1}^{n} {w_i}^2(p)$$

# Тема 1

## Чему равна передаточная функция при параллельном соединении звеньев?

$$w(p) = \sum_{i=1}^{n} w_i(p)$$

$$w(p) = \prod_{i=1}^{n} w_i(p)$$

$$w(p) = \sum_{i=1}^{n} {w_i}^2(p)$$

$$w(p) = \prod_{i=1}^{n} {w_i}^2(p)$$

# Тема 2

- 
- **непрерывная модель общего вида**
- Объект управления описывается дифференциальным управлением вида:
- $\frac{dx}{dt} = f(x, u, q, w, t)$ или
- $\dot{x} = f(x, u, q, w, t)$ т. к. $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$
- где: *x* - вектор состояния, размерности *n,*
- *u* - вектор управления, размерности *m,*
- *q* - вектор параметров, размерности *k,*
- *w* - вектор случайных возмущений, размерности *l,*
- $t$ - время,
- $f$ - вектор-функция, размерности n.
- Уравнение наблюдения:
- $z = \varphi(x, v, t)$
- где: *z* - вектор наблюдения размерности *s,*
- $\varphi$ – вектор-функция размерности *s,*
- $v$ - вектор помехи измерения размерности *p.*

# Тема 2

- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор-функция обозначается буквой**
- x
- u
- f
- q
- w
- z
-
- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор наблюдения обозначается буквой**
- x
- u
- f
- q
- w
- z
-
- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор помехи измерения обозначается буквой**
- u
- v
- f
- q
- w
- z
-
- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор состояния обозначается буквой**
- x
- u
- f
- q
- w
- z

# Тема 2

- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор параметров обозначается буквой**
- x
- u
- f
- q
- w
- z
- 
- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор случайных возмущений обозначается буквой**
- x
- u
- f
- q
- w
- z
- 
- **При описании объекта управления в непрерывной модели общего вида вектор параметров обозначается буквой**
- x
- u
- f
- q
- w
- z

# Тема 3

- **Задача Коши**
- $$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu, & x(t_0) \\ \qquad y = H^T x \end{cases}$$
- $x$ - вектор  состояния размерности *n*,
- $u$ – вектор управления размерности *m,*
- $y$ - вектор наблюдения размерности *k*
- *A, B, H* – матрицы коэффициентов размерности, соответственно, $n \cdot n$, $n \cdot m$, $k \cdot n$

# Тема 3

**Какой системой уравнений задается задача Коши?**

$$\begin{cases} \dot{x} = Bx + Au, \quad x(t_0), \\ y = H^T x \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu, \quad x(t_0), \\ y = H^T x \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu, \\ y = H^T x \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = Bx, x(t_0), \\ y = H^T x \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = Bu \\ y = H^T x \end{cases}$$

# Тема 3

- **Главным признаком задачи Коши является задание граничных условий на переменные**
- в одной точке (в конце интервала).
- в одной точке (в начале интервала)
- в одной точке (не принципиально, в конце или в начале интервала)
- в двух точках
- в трех точках
- в нескольких точках
-
- **Задача называется многоточечной граничной, или просто граничной,**
- **если граничные условия для разных координат вектора состояния задаются:**
- в одной точке (в конце интервала).
- в одной точке (в начале интервала)
- в одной точке (не принципиально, в конце или в начале интервала)
- в двух точках
- в трех точках
- в нескольких точках

# Тема 3

- **В решении в форме Коши** $x(t) = X(t,t_0)x(t_0) + \int_{t_0}^{t} X(t,\tau)B(\tau)u(\tau)d\tau$
- **свободное движение задано выражением:**
- $x(t_0)$

  $X(t,\tau)B(\tau)u(\tau)$

  $X(t,\tau)$

  $\int_{t_0}^{t} X(t,\tau)B(\tau)u(\tau)d\tau$

  $X(t,t_0)x(t_0)$
- **В решении в форме Коши** $x(t) = X(t,t_0)x(t_0) + \int_{t_0}^{t} X(t,\tau)B(\tau)u(\tau)d\tau$
- **вынужденное движение задано выражением:**

  $x(t_0)$

  $X(t,\tau)B(\tau)u(\tau)$

  $X(t,\tau)$

  $\int_{t_0}^{t} X(t,\tau)B(\tau)u(\tau)d\tau$

  $X(t,t_0)x(t_0)$

# Тема 4

**Чему равна передаточная функция апериодического звена?**

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}$$

[illegible]([illegible]) = [illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] / [illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] / ([illegible] + 1)

**Чему равна передаточная функция интегрирующего звена?**

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}$$

[illegible]([illegible]) = [illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] / [illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] / ([illegible] + 1)

**Чему равна передаточная функция дифференцирующего звена?**

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}$$

[illegible]([illegible]) = [illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] / [illegible]

[illegible]([illegible]) = [illegible] / ([illegible] + 1)

# Тема 4

**Чему равна передаточная функция инерционного звена?**

$$\boxtimes\boxtimes(\boxtimes\boxtimes) = \boxtimes\boxtimes\boxtimes$$

$$\boxtimes\boxtimes(\boxtimes\boxtimes) = \frac{\boxtimes\boxtimes}{\boxtimes\boxtimes}$$

$$\boxtimes\boxtimes(\boxtimes\boxtimes) = \frac{\boxtimes\boxtimes}{\boxtimes\boxtimes\boxtimes + 1}$$

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}$$

**Чему равна передаточная функция колебательного звена?**

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1}$$

$$\boxtimes\boxtimes(\boxtimes\boxtimes) = \boxtimes\boxtimes\boxtimes$$

$$\boxtimes\boxtimes(\boxtimes\boxtimes) = \frac{\boxtimes\boxtimes}{\boxtimes\boxtimes}$$

$$\boxtimes\boxtimes(\boxtimes\boxtimes) = \frac{\boxtimes\boxtimes}{\boxtimes\boxtimes\boxtimes + 1}$$

# Тема 5

| Оригинал | Изображение | Оригинал | Изображение |
|---|---|---|---|
| $1$ | $\frac{1}{p}$ | $t\sin\omega t$ | $\frac{2p\omega}{(p^2+\omega^2)^2}$ |
| $t$ | $\frac{1}{p^2}$ | $t\cos\omega t$ | $\frac{p^2-\omega^2}{(p^2+\omega^2)^2}$ |
| $t^2$ | $\frac{2}{p^3}$ | $\operatorname{sh}\omega t$ | $\frac{\omega}{p^2-\omega^2}$ |
| $t^n,\ n\in N$ | $\frac{n!}{p^{n+1}}$ | $\operatorname{ch}\omega t$ | $\frac{p}{p^2-\omega^2}$ |
| $t^\alpha(\alpha>-1)$ | $\frac{\Gamma(\alpha+1)}{p^{\alpha+1}}$ | $e^{\lambda t}\sin\omega t$ | $\frac{\omega}{(p-\lambda)^2+\omega^2}$ |
| $e^{\lambda t}$ | $\frac{1}{p-\lambda}$ | $e^{\lambda t}\cos\omega t$ | $\frac{p-\lambda}{(p-\lambda)^2+\omega^2}$ |
| $te^{\lambda t}$ | $\frac{1}{(p-\lambda)^2}$ | $\frac{\sin t}{t}$ | $\operatorname{arcctg} p$ |
| $t^n e^{\lambda t},\ n\in N$ | $\frac{n!}{(p-\lambda)^{n+1}}$ | $\frac{1}{t}(1-e^{-t})$ | $\ln\left(1+\frac{1}{p}\right)$ |
| $t^\alpha e^{\lambda t}, \alpha>-1$ | $\frac{\Gamma(\alpha+1)}{(p-\lambda)^{\alpha+1}}$ | $\delta(t)$ | $1$ |
| $\sin\omega t$ | $\frac{\omega}{p^2+\omega^2}$ | $\delta(t-a),\ a>0$ | $e^{-ap}$ |
| $\cos\omega t$ | $\frac{p}{p^2+\omega^2}$ | | |

# Тема 5

**Чему равна весовая функция апериодического звена?**

$$w(t) = \frac{k}{T} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\square\square(\square) = \frac{\square}{\square}$$

$$\square\square(\square) = \frac{\square\square\square}{\square + 1}$$

$$w(t) = k$$

$$w(t) = kt$$

**Чему равна весовая функция интегрирующего звена?**

$$\square\square(\square) = \frac{\square\square\square}{\square + 1}$$

$$w(t) = k$$

$$w(t) = kt$$

$$\square\square(\square) = \frac{\square}{\square}$$

# Тема 5

**Чему равна весовая функция апериодического звена?**

$$w(t)=\frac{k}{T}e^{-\frac{t}{T}}$$

$$w(t)=\frac{k}{t}$$

$$w(t)=\frac{kt}{T+1}$$

$$w(t)=k$$

$$w(t)=kt$$

**Чему равна весовая функция интегрирующего звена?**

$$w(t)=\frac{kt}{T+1}$$

$$w(t)=k$$

$$w(t)=kt$$

$$w(t)=\frac{k}{t}$$

# Тема 5

**Чему равна весовая функция инерционного звена?**

$[illegible]([illegible]) = \frac{[illegible]}{[illegible] + 1}$

$w(t) = k$

$[illegible]([illegible]) = \frac{[illegible]}{[illegible]}$

$w(t) = \frac{k}{T} e^{-\frac{t}{T}}$

**Чему равна логарифмическая амплитудно-частотная характеристика инерционного звена?**

$L(\omega) = 20\lg k + 20\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

$L(\omega) = 20\lg k - 20\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

$L(\omega) = -20\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

$L(\omega) = 20\lg k$

$L(\omega) = 10\lg k - 10\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

**Чему равна логарифмическая амплитудно-частотная характеристика апериодического звена?**

$L(\omega) = 20\lg k + 20\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

$L(\omega) = 20\lg k - 20\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

$L(\omega) = -20\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

$L(\omega) = 20\lg k$

$L(\omega) = 10\lg k - 10\lg\sqrt{1+\omega^2 T^2}$

# Тема 6

**Чему равна переходная функция апериодического звена?**

$$h(t) = k(1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

[illegible] ( [illegible] ) = [illegible] / [illegible]

[illegible] ( [illegible] ) = [illegible] / ([illegible] + 1)

[illegible] = [illegible]

**Чему равна переходная функция интегрирующего звена?**

$$h(t) = kt$$

$$h(t) = k\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{\zeta\frac{t}{T}} \sin(\Omega t + \theta)\right]$$

$$h(t) = k\delta(t)$$

[illegible] ( [illegible] ) = [illegible] / [illegible]

**Чему равна переходная функция дифференцирующего звена?**

$$h(t) = kt$$

[illegible] ( [illegible] ) = [illegible] / [illegible]

$$h(t) = k\delta(t)$$

$$h(t) = k\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{\zeta\frac{t}{T}} \sin(\Omega t + \theta)\right]$$

# Тема 6

**Чему равна переходная функция колебательного звена?**

$$h(t) = k\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{\zeta \frac{t}{T}} \sin(\Omega t + \theta)\right]$$

[illegible]

$$h(t) = kt$$

$$h(t) = k\delta(t)$$

$$h(t) = k(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

**Чему равна переходная функция инерционного звена?**

$$h(t) = kt$$

$$h(t) = k\delta(t)$$

$$h(t) = k(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$h(t) = k\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{\zeta \frac{t}{T}} \sin(\Omega t + \theta)\right]$$

[illegible]

# Тема 7

**Какой вид имеет дифференциальное уравнение интегрирующего звена?**

$T^2$ [illegible] + 2[illegible] − 4[illegible] = 2[illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]

$T\dot{z} + z = ku$

**Какой вид имеет дифференциальное уравнение дифференцирующего звена?**

$T^2$ [illegible] + 2[illegible] − 4[illegible] = 2[illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]

$T\dot{z} + z = ku$

**Какой вид имеет дифференциальное уравнение апериодического звена?**

$T^2$ [illegible] + 2[illegible] − 4[illegible] = 2[illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]

$T\dot{z} + z = ku$

# Тема 7

**Какой вид имеет дифференциальное уравнение инерционного звена?**

$T^2$ [illegible] + 2[illegible] − 4[illegible] = 2[illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]

$T\dot{z} + z = ku$

**Какой вид имеет дифференциальное уравнение колебательного звена?**

[illegible] = [illegible] + [illegible]

[illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]

$T_1^2 \ddot{z} + T_2 \dot{z} + z = ku$

# Тема 3

- **Задача Коши**
- $\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu, \quad x(t_0) \\ \qquad y = H^T x \end{cases}$
- $x$ - вектор  состояния размерности *n*,
- $u$ – вектор управления размерности *m,*
- $y$ - вектор наблюдения размерности *k*
- *A, B, H* – матрицы коэффициентов размерности, соответственно, $n \cdot n$, $n \cdot m$, $k \cdot n$

# Тема 8

**Чему равна матрица A для данной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 + 2x_2 + 3u_1 + u_2 \\ \dot{x}_2 = x_1 - x_2 + u_1 + 2u_2 \\ y = x_1 + 2x_2 \end{cases}$$

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$

**Чему равна матрица B для данной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 + 2x_2 + 3u_1 + u_2 \\ \dot{x}_2 = x_1 - x_2 + u_1 + 2u_2 \\ y = x_1 + 2x_2 \end{cases}$$

$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$

# Тема 8

**Чему равна матрица H для данной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 + 2x_2 + 3u_1 + u_2 \\ \dot{x}_2 = x_1 - x_2 + u_1 + 2u_2 \\ y = x_1 + 2x_2 \end{cases}$$

$H = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$

**Чему равна матрица A для данной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 4x_1 + 2x_2 + 4u_1 + u_2 \\ \dot{x}_2 = -3x_1 + x_2 + u_1 + 2u_2 \\ y = x_1 + 3x_2 \end{cases}$$

$A = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} -4 & -2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$

# Тема 8

**Чему равна матрица** B **для данной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 4x_1 + 2x_2 + 4u_1 + u_2 \\ \dot{x}_2 = -3x_1 + x_2 + u_1 + 2u_2 \\ y = x_1 + 3x_2 \end{cases}$$

$B = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} -4 & -2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 1 & 3 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$

**Чему равна матрица** H **для данной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 4x_1 + 2x_2 + 4u_1 + u_2 \\ \dot{x}_2 = -3x_1 + x_2 + u_1 + 2u_2 \\ y = x_1 + 3x_2 \end{cases}$$

$H = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} -4 & -2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$

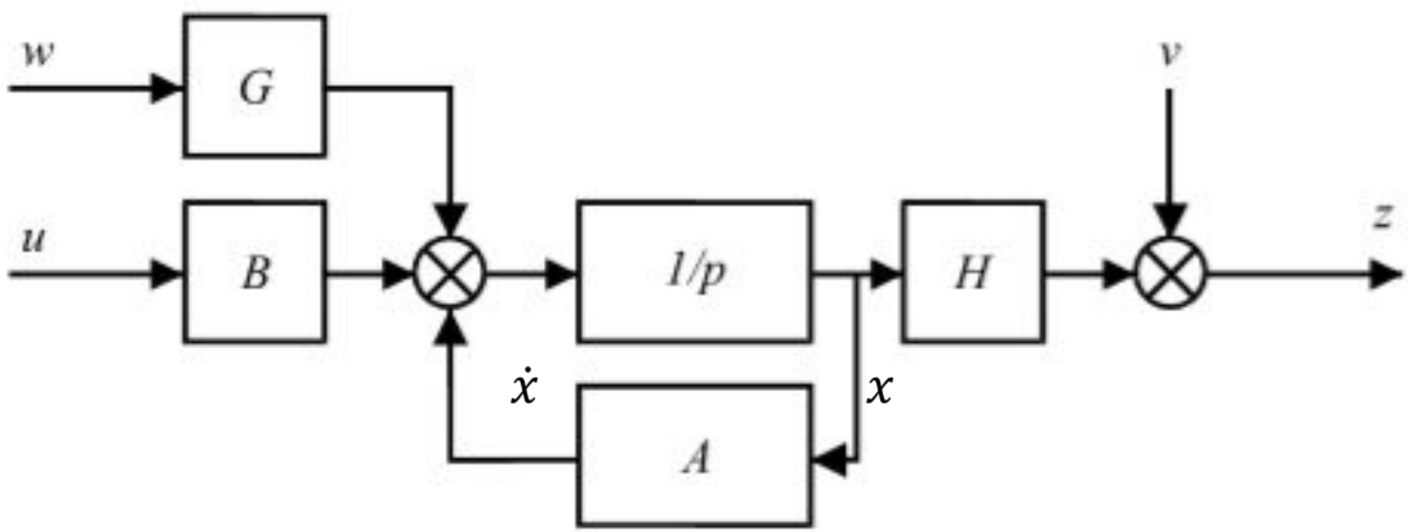
# Тема 9

- Линеаризованная система
- Уравнение системы в приращениях:
- $\delta\dot{x} = f(x+\delta x, u+\delta u, w+\delta w, t) - f(x,u,w,t) =$
- $= \left.\frac{\partial f^T}{\partial x}\right|_{x,u,w} \delta x + \left.\frac{\partial f^T}{\partial u}\right|_{x,u,w} \delta u + \left.\frac{\partial f^T}{\partial w}\right|_{x,u,w} \delta w + o(.)$
- $\delta z = \varphi(x+\delta x, \nu+\delta\nu, t) - \varphi(x,\nu,t) =$
- $= \left.\frac{\partial \varphi^T}{\partial x}\right|_{x,\nu} \delta x + \left.\frac{\partial \varphi^T}{\partial \nu}\right|_{x,\nu} \delta\nu + o(.)$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix}; \quad \frac{\partial f}{\partial u} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial u_1} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial u_m} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial u_1} & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial u_m} \end{bmatrix}; \quad \frac{\partial f}{\partial w} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial w_1} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial w_l} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial w_1} & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial w_l} \end{bmatrix};$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \varphi_1}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial \varphi_1}{\partial x_n} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial \varphi_s}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial \varphi_s}{\partial x_n} \end{bmatrix}; \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial v} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \varphi_1}{\partial v_1} & \cdots & \frac{\partial \varphi_1}{\partial v_p} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial \varphi_s}{\partial v_1} & \cdots & \frac{\partial \varphi_s}{\partial v_p} \end{bmatrix}.$$

# Тема 9

- 
- Линеаризованная система
- Введем обозначения
- $\frac{\partial f}{\partial x} = A; \qquad \frac{\partial f}{\partial u} = B; \qquad \frac{\partial f}{\partial w} = G; \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial x} = H^T; \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial v} = F^T$
- $\dot{x} = Ax + Bu + Gw$
- $\mathrm{z} = H^T x + F^T v$ или $\mathrm{z} = H^T x + v_1$
- 

# Тема 9

**Чему равна матрица А для данной линеаризованной системы уравнений?**

$$x□_1 = 4x_1^2 + 2x_2 + 4□□_1 + □□_2^2$$

$$□\ x□_2 = -3x_1 + x_2^2 + □□_1 + 2□□_2$$

$$□□ = 2x_1 x_2$$

$A = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & -1 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$

$A = \begin{bmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{bmatrix}$

**Чему равна матрица** В **для данной линеаризованной системы уравнений?**

$$x□_1 = 4x_1^2 + 2x_2 + 4□□_1 + □□_2^2$$

$$□\ x□_2 = -3x_1 + x_2^2 + □□_1 + 2□□_2$$

$$□□ = 2x_1 x_2$$

$B = \begin{bmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 4 & 2□□_2 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 2x_1 \\ 2x_2 \end{bmatrix}$

# Тема 9

**Чему равна матрица** H **для данной линеаризованной системы уравнений?**

$$x\square_1 = 4x_1^2 + 2x_2 + 4\square\square_1 + \square\square_2^2$$

$$\square\ x\square_2 = -3x_1 + x_2^2 + \square\square_1 + 2\square\square_2$$

$$\square\square = 2x_1 x_2$$

$H = \begin{pmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{pmatrix}$

$H = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$

$H = \begin{pmatrix} 4 & 2\square\square_2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$

$H = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$

$H = \begin{pmatrix} 2x_1 \\ 2x_2 \end{pmatrix}$

$H = \begin{pmatrix} 2x_2 \\ 2x_1 \end{pmatrix}$

**Чему равна матрица А для данной линеаризованной системы уравнений?**

$$x\square_1 = 3x_1^2 + 2x_2 + 3\square\square_1 + \square\square_2^2$$

$$\square\ x\square_2 = -3x_1 + x_2^2 + \square\square_1 + 2\square\square_2$$

$$\square\square = 3x_1 x_2$$

$A = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}$

$A = \begin{pmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & -1 \end{pmatrix}$

$A = \begin{pmatrix} 6x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{pmatrix}$

$A = \begin{pmatrix} 3x_1 \\ 3x_2 \end{pmatrix}$

$A = \begin{pmatrix} 8x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{pmatrix}$

# Тема 9

**Чему равна матрица** B **для данной линеаризованной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 3x_1^2 + 2x_2 + 3\xi_1 + \xi_2^2 \\ \dot{x}_2 = -3x_1 + x_2^2 + \xi_1 + 2\xi_2 \\ \quad\quad \eta = 3x_1 x_2 \end{cases}$$

$B = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 6x_1 & 2 \\ -3 & 2x_2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 3 & 2\xi_2 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$

$B = \begin{bmatrix} 2x_1 \\ 2x_2 \end{bmatrix}$

**Чему равна матрица** H **для данной линеаризованной системы уравнений?**

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 3x_1^2 + 2x_2 + 3\xi_1 + \xi_2^2 \\ \dot{x}_2 = -3x_1 + x_2^2 + \xi_1 + 2\xi_2 \\ \quad\quad \eta = 3x_1 x_2 \end{cases}$$

$H = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 3 & 2\xi_2 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 3x_1 \\ 3x_2 \end{bmatrix}$

$H = \begin{bmatrix} 3x_2 \\ 3x_1 \end{bmatrix}$

# Тема 10

**Какое дифференциальное уравнение звена соответствует данной передаточной функции**

$$W(p) = \frac{2\boxtimes + 1}{3\boxtimes^2 - 7\boxtimes + 9}$$

$2y\boxtimes + y = 3\boxtimes\boxtimes - 7\boxtimes\boxtimes + 9\boxtimes\boxtimes$

$3y\boxtimes - 7y\boxtimes + 9y = 2\boxtimes\boxtimes + \boxtimes\boxtimes$

$3y\boxtimes - 7y\boxtimes + 9 = 2\boxtimes\boxtimes + 1$

$3y\boxtimes - 7y\boxtimes + 9 = 2\boxtimes + 1$

**Какое дифференциальное уравнение звена соответствует данной передаточной функции**

$$W(p) = \frac{5\boxtimes + 3}{5\boxtimes^2 - 2\boxtimes + 5}$$

$5y\boxtimes - 2y\boxtimes + 5y = 5\boxtimes\boxtimes + 3\boxtimes$

$5y\boxtimes + 3y = 5\boxtimes\boxtimes - 2\boxtimes\boxtimes + 5\boxtimes$

$3y\boxtimes - 2y\boxtimes + 5 = 5\boxtimes\boxtimes + 1$

$5y\boxtimes - 2y\boxtimes + 5 = 5\boxtimes\boxtimes + 3$

**Какое дифференциальное уравнение звена соответствует данной передаточной функции**

$$W(p) = \frac{4\boxtimes + 3}{2\boxtimes^2 - 2\boxtimes + 6}$$

$4y\boxtimes + 3y = 2\boxtimes\boxtimes - 2\boxtimes\boxtimes + 6\boxtimes$

$2y\boxtimes - 2y\boxtimes + 6 = 4\boxtimes\boxtimes + 1$

$2y\boxtimes - 2y\boxtimes + 6 = 4\boxtimes\boxtimes + 3$

$2y\boxtimes - 2y\boxtimes + 6y = 4\boxtimes\boxtimes + 3\boxtimes$

# Тема 10

**Какое дифференциальное уравнение звена соответствует данной передаточной функции**

W(p) = (2▯ − 3) / (3▯▯² − 2▯ + 5)

3y▯− 2y▯+ 5y = 2▯▯− 3▯

2y▯− 3y = 3▯▯− 2▯▯+ 5▯

3y▯− 2y▯+ 5 = 2▯▯− 3

3y▯− 2y▯+ 5 = 2▯▯− 3▯

**Какое дифференциальное уравнение звена соответствует данной передаточной функции**

W(p) = (3▯ − 8) / (7▯▯² − 3▯ + 5)

3y▯− 8y = 3▯▯− 3▯▯+ 8▯

7y▯− 3y▯+ 5 = 3▯▯− 8

7y▯− 3y▯+ 5y = 3▯▯− 8▯

7y▯− 3y▯+ 5 = 3▯▯− 8 ▯

**Какое дифференциальное уравнение звена соответствует данной передаточной функции**

W(p) = (8▯ − 8) / (7▯▯² − 3▯ + 5)

8y▯− 8y = 3▯▯− 3▯▯+ 8▯

7y▯− 3y▯+ 5 = 8▯▯− 8

7y▯− 3y▯+ 5y = 8▯▯− 8▯

7y▯− 3y▯+ 5 = 8▯▯− 8 ▯

# Тема 11

**Чему будет равна передаточная функция дифференциального уравнения звена, описываемого уравнением □y□+ □y□− □y = □□□+ □□?**

$$W(p) = \frac{2\square + 1}{5\square^2 + 2\square - 4}$$

$$W(p) = \frac{2\square}{5\square^2 + 2\square}$$

$$W(p) = \frac{5\square^2 + 2\square - 4}{2\square + 1}$$

$$W(p) = \frac{5\square^2 + 2\square}{2\square + 1}$$

$$W(p) = \frac{5\square^2}{2\square + 1}$$

**Чему будет равна передаточная функция дифференциального уравнения звена, описываемого уравнением □y□+ □y□− □y = □□□+ □□?**

$$W(p) = \frac{2\square}{3\square^2 + 4\square}$$

$$W(p) = \frac{3\square^2 + 4\square - 4}{2\square + 1}$$

$$W(p) = \frac{3\square^2 + 4\square}{2\square + 1}$$

$$W(p) = \frac{5\square^2}{2\square + 1}$$

$$W(p) = \frac{2\square + 1}{3\square^2 + 4\square - 4}$$

# Тема 11

**Чему будет равна передаточная функция дифференциального уравнения звена, описываемого уравнением** $\square y \square + \square y \square - \square y = \square\square\square + \square\square\square$**?**

$$W(p) = \frac{6\square}{3\square^2 + 4\square}$$

$$W(p) = \frac{6\square + 2}{3\square^2 + 4\square - 4}$$

$$W(p) = \frac{3\square^2 + 4\square - 4}{6\square + 2}$$

$$W(p) = \frac{3\square^2 + 4\square}{6\square + 2}$$

$$W(p) = \frac{5\square^2}{6\square + 2}$$

**Чему будет равна передаточная функция дифференциального уравнения звена, описываемого уравнением** $\square y \square + \square y \square - \square y = \square\square\square + \square\square\square$**?**

$$W(p) = \frac{6\square}{7\square^2 + 2\square}$$

$$W(p) = \frac{7\square^2 + 2\square - 4}{6\square + 2}$$

$$W(p) = \frac{6\square + 2}{7\square^2 + 2\square - 4}$$

$$W(p) = \frac{7\square^2 + 2\square}{6\square + 2}$$

$$W(p) = \frac{7\square^2}{6\square + 2}$$

# Тема 11

**Чему будет равна передаточная функция дифференциального уравнения звена, описываемого уравнением □y□+ □y□− □y = □□□+ □□□?**

$$W(p) = \frac{6p}{3p^2 + 4p}$$

$$W(p) = \frac{6p + 2}{3p^2 + 4p - 4}$$

$$W(p) = \frac{3p^2 + 4p - 4}{6p + 2}$$

$$W(p) = \frac{3p^2 + 4p}{6p + 2}$$

$$W(p) = \frac{5p^2}{6p + 2}$$

**Чему будет равна передаточная функция дифференциального уравнения звена, описываемого уравнением □y□+ □y□− □y = □□□+ □□□?**

$$W(p) = \frac{6p}{7p^2 + 2p}$$

$$W(p) = \frac{7p^2 + 2p - 4}{6p + 2}$$

$$W(p) = \frac{6p + 2}{7p^2 + 2p - 4}$$

$$W(p) = \frac{7p^2 + 2p}{6p + 2}$$

$$W(p) = \frac{7p^2}{6p + 2}$$

# Тема 12

**Что такое единичное ступенчатое воздействие (единичная функция)?**
воздействие, которое мгновенно возрастает от нуля до единицы и далее остается неизменным
установившиеся вынужденные колебания на выходе звена, вызванные гармоническим воздействием на входе
реакция звена на δ-функцию (единичный импульс)
установившиеся вынужденные колебания на выходе звена, вызванные гармоническим воздействием на входе

**Что такое δ-функция?**
воздействие, которое мгновенно возрастает от нуля до единицы и далее остается неизменным
реакция на выходе звена, вызванная подачей на его вход единичного ступенчатого воздействия
*импульс, площадь которого равна единице при длительности, равной нулю, и высоте, равной бесконечности
установившиеся вынужденные колебания на выходе звена, вызванные гармоническим воздействием на входе

**Что такое переходная характеристика (функция)?**
воздействие, которое мгновенно возрастает от нуля до единицы и далее остается неизменным
реакция на выходе звена, вызванная подачей на его вход единичного ступенчатого воздействия
реакция звена на δ-функцию (единичный импульс)
установившиеся вынужденные колебания на выходе звена, вызванные гармоническим воздействием на входе

# Тема 12

**Что такое весовая функция (импульсная переходная функция)?**

воздействие, которое мгновенно возрастает от нуля до единицы и далее остается неизменным

реакция на выходе звена, вызванная подачей на его вход единичного ступенчатого воздействия

реакция звена на $\delta$-функцию (единичный импульс)

установившиеся вынужденные колебания на выходе звена, вызванные гармоническим воздействием на входе

**Что описывают частотные характеристики?**

воздействие, которое мгновенно возрастает от нуля до единицы и далее остается неизменным

реакция на выходе звена, вызванная подачей на его вход единичного ступенчатого воздействия

реакция звена на $\delta$-функцию (единичный импульс)

установившиеся вынужденные колебания на выходе звена, вызванные гармоническим воздействием на входе

# Тема 12

**Частотная характеристика W(jω) в алгебраической форме имеет вид:**

$W(j\omega) = U(\omega) * jV(\omega)$

$W(j\omega) = U(\omega) - jV(\omega)$

$W(j\omega) = U(\omega) / jV(\omega)$

$W(j\omega) = 2U(\omega) + jV(\omega)$

$W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$

**Чему равна логарифмическая амплитудно-частотная характеристика?**

L(ω) = 8lgA(ω)
L(ω) = 10lgA(ω)
L(ω) = 20lgA(ω)
L(ω) = lgA(ω)
L(ω) = 2lgA(ω)

**Какие частотные характеристики используют для описания элементарных звеньев?**

апериодическая-частотная характеристика
периодическая-частотная характеристика
амплитудно-частотная характеристика
импульсная переходная функция
кривая разгона

# Тема 13

**Чему равно характеристическое уравнение системы** $\boxtimes$

$$\begin{cases} \frac{\boxtimes}{\boxtimes} = \boxtimes + \boxtimes \\ \frac{\boxtimes}{\boxtimes} = \boxtimes + \boxtimes \end{cases}$$

$\boxtimes^2 + 8\boxtimes - 9 = 0$

$\boxtimes^2 - 8\boxtimes + 9 = 0$

$\boxtimes^2 + 8\boxtimes + 9 = 0$

$\boxtimes^2 - 8\boxtimes - 9 = 0$

**Чему равно характеристическое уравнение системы** $\boxtimes$

$$\begin{cases} \frac{\boxtimes}{\boxtimes} = -\boxtimes - \boxtimes \\ \frac{\boxtimes}{\boxtimes} = \boxtimes + \boxtimes \end{cases}$$

$\boxtimes^2 + 3\boxtimes - 2 = 0$

$\boxtimes^2 - 3\boxtimes + 2 = 0$

$\boxtimes^2 + 3\boxtimes + 2 = 0$

$\boxtimes^2 - 3\boxtimes - 2 = 0$

# Тема 13

**Точка равновесия для системы** [illegible] **представляет собой:**

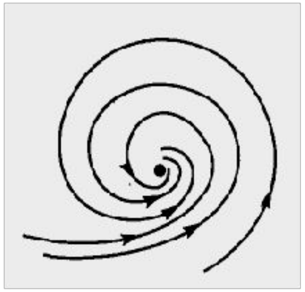
устойчивый узел
неустойчивый узел
седло
центр

**Точка равновесия для системы** [illegible] **представляет собой:**

устойчивый узел
неустойчивый узел
седло
центр

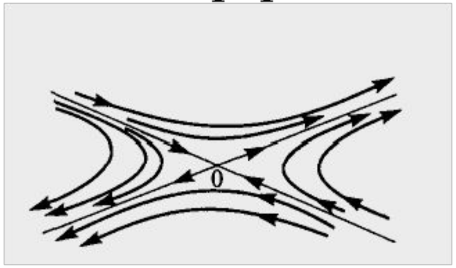
# Тема 13

**Фазовый портрет системы называется:**



центр
седло
устойчивый фокус
неустойчивый фокус
устойчивый узел

**Фазовый портрет системы называется:**




центр
седло
устойчивый фокус
неустойчивый фокус
устойчивый узел

# Тема 14

**Множество корней характеристического уравнения системы:**
**{-1;-2+j3;-2-j3}**

система устойчивая
система неустойчивая
система на границе устойчивости

**Множество корней характеристического уравнения системы:**
**{0;-3;-1}**

система устойчивая
система неустойчивая
система на границе устойчивости

**Множество корней характеристического уравнения системы:**
**{-2;1;-3+j2;-3-j2}**

система устойчивая
система неустойчивая
система на границе устойчивости

# Тема 15

**Применяя критерий устойчивости Гурвица, определить неустойчивую систему с характеристическими полиномами:**

$2p^2 + 3p + 5$

$p^2 - 6p + 10$

$p^2 + 6p + 10$

$3p^2 + 2p + 9$

**Применяя критерий устойчивости Гурвица, определить устойчивую систему с характеристическими полиномами:**

$p^3 - 2p^2 + 3p + 5$

$p^3 + 2p^2 + 3p - 5$

$p^3 + 2p^2 + 3p + 5$

**Применяя критерий устойчивости Гурвица, определить неустойчивую систему с характеристическими полиномами:**

$5p^2 + 2p + 1$

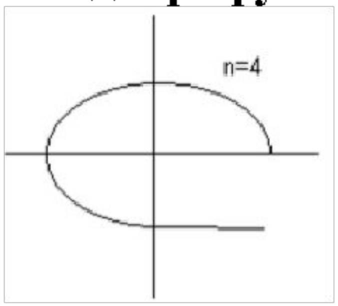
$p^2 + 7p + 3$

$p^2 + 5p - 8$

$4p^2 + p + 1$

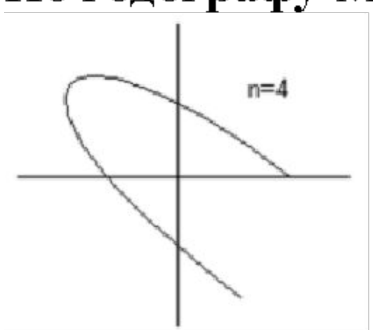
# Тема 16

**По годографу Михайлова определить устойчивость системы**




устойчивая
неустойчивая
на границе устойчивости

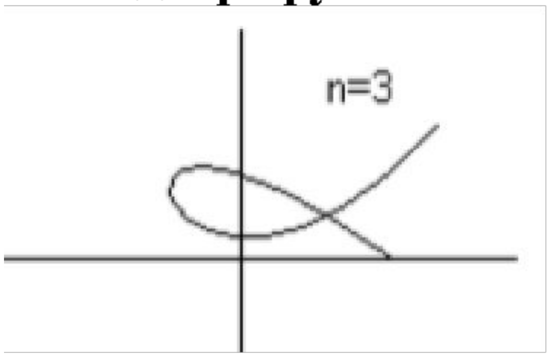
**По годографу Михайлова определить устойчивость системы**




устойчивая
неустойчивая
на границе устойчивости

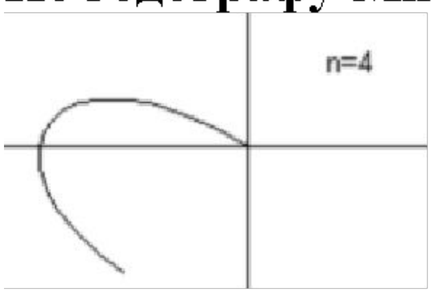
# Тема 16

**По годографу Михайлова определить устойчивость системы**




устойчивая
неустойчивая
на границе устойчивости

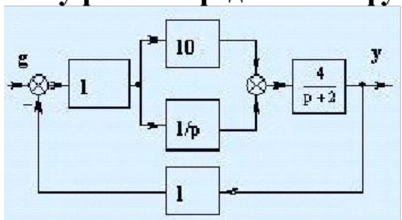
**По годографу Михайлова определить устойчивость системы**




устойчивая
неустойчивая
на границе устойчивости

# Тема 17

**Чему равна передаточная функция замкнутой системы?**




$$W(p) = \frac{4(10p + 1)}{p^2 + 42p + 4}$$

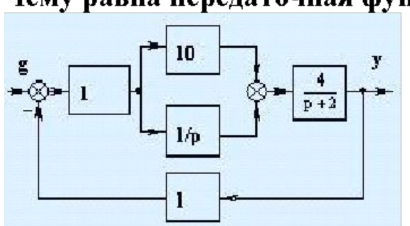
$$W(p) = \frac{4(10p - 1)}{p^2 + 42p + 4}$$

$$W(p) = \frac{4(10p + 1)}{p^2 - 42p + 4}$$

$$W(p) = \frac{4(10p - 1)}{p^2 - 42p + 4}$$

$$W(p) = \frac{4(10p - 1)}{p^2 + 42p - 4}$$

**Чему равна передаточная функция разомкнутой системы?**




$$W(p) = \frac{2(10p + 1)}{p(p + 2)}$$

$$W(p) = \frac{4(10p + 1)}{p(p + 2)}$$

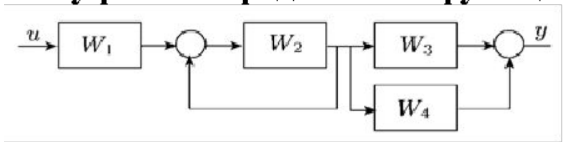
$$W(p) = \frac{4(10p - 1)}{p(p + 2)}$$

$$W(p) = \frac{4(10p + 1)}{p(p - 2)}$$

$$W(p) = \frac{4(10p - 1)}{p(p - 2)}$$

# Тема 17

**Чему равна передаточная функция системы?**




$$W(p) = \frac{W_1 W_2 (W_3 + W_4)}{1 + W_2}$$

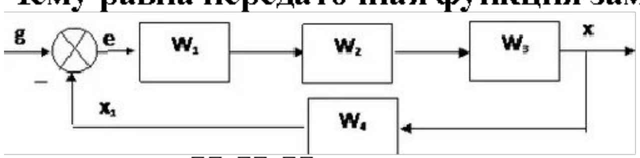
$$W(p) = \frac{W_1 W_2 (W_3 + W_4)}{1 - W_2}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 (W_3 - W_4)}{1 - W_2}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4)}{1 - W_2}$$

$$W(p) = \frac{(W_1 + W_2)(W_3 + W_4)}{1 - W_2}$$

**Чему равна передаточная функция замкнутой системы?**




$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 - W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 + W_1 W_2 W_3 W_4}$$

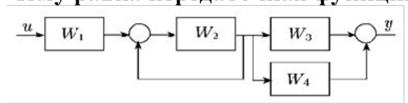
$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4}{1 + W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 + W_1 W_2 W_3}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4}{1 - W_1 W_2 W_3 W_4}$$

# Тема 17

**Чему равна передаточная функция системы?**




$$W(p) = \frac{W_1 W_2 (W_3 + W_4)}{1 + W_2}$$

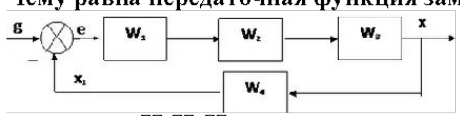
$$W(p) = \frac{W_1 W_2 (W_3 + W_4)}{1 - W_2}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 (W_3 - W_4)}{1 - W_2}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4)}{1 - W_2}$$

$$W(p) = \frac{(W_1 + W_2)(W_3 + W_4)}{1 - W_2}$$

**Чему равна передаточная функция замкнутой системы?**




$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 - W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 + W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4}{1 + W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 + W_1 W_2 W_3}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4}{1 - W_1 W_2 W_3 W_4}$$

**Чему равна передаточная функция разомкнутой системы?**


$$W(p) = W_1 W_2 W_3$$

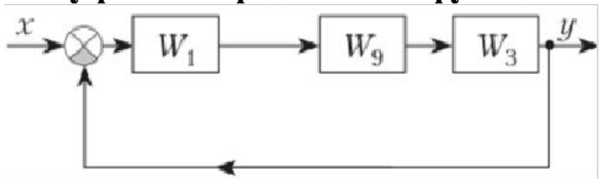
$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 - W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3}{1 + W_1 W_2 W_3 W_4}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_2 W_3 W_4}{1 + W_1 W_2 W_3 W_4}$$

# Тема 17

**Чему равна передаточная функция замкнутой системы?**




$$W(p) = \frac{W_1 W_9 W_3}{1 + W_1 W_9 W_3}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_9 W_3}{1 - W_1 W_9 W_3}$$

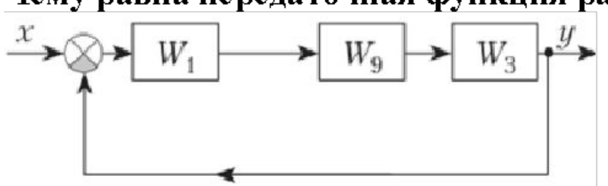
$$W(p) = \frac{W_1 + W_9 + W_3}{1 + W_1 W_9 W_3}$$

$$W(p) = \frac{W_1 + W_9 + W_3}{1 - W_1 W_9 W_3}$$

$$W(p) = W_1 W_9 W_3$$

$$W(p) = W_1 W_9 W_3$$

**Чему равна передаточная функция разомкнутой системы?**




$$W(p) = \frac{W_1 W_9 W_3}{1 + W_1 W_9 W_3}$$

$$W(p) = \frac{W_1 W_9 W_3}{1 - W_1 W_9 W_3}$$

$$W(p) = \frac{W_1 + W_9 + W_3}{1 + W_1 W_9 W_3}$$

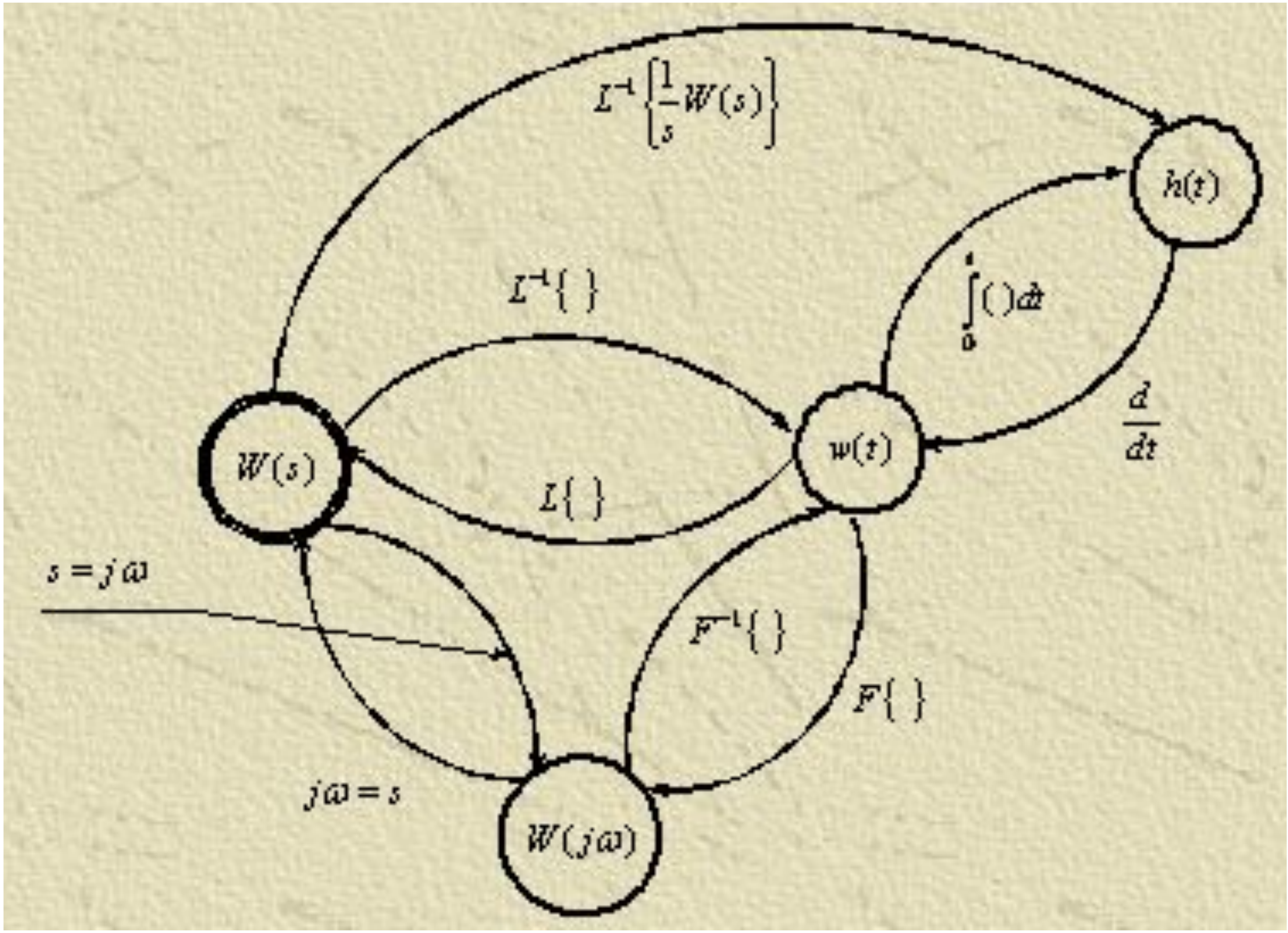
$$W(p) = \frac{W_1 + W_9 + W_3}{1 - W_1 W_9 W_3}$$

$$W(p) = W_1 W_9 W_3$$

# Тема 18

| Оригинал | Изображение | Оригинал | Изображение |
|---|---|---|---|
| $1$ | $\frac{1}{p}$ | $t\sin\omega t$ | $\frac{2p\omega}{\left(p^2+\omega^2\right)^2}$ |
| $t$ | $\frac{1}{p^2}$ | $t\cos\omega t$ | $\frac{p^2-\omega^2}{\left(p^2+\omega^2\right)^2}$ |
| $t^2$ | $\frac{2}{p^3}$ | $\mathrm{sh}\,\omega t$ | $\frac{\omega}{p^2-\omega^2}$ |
| $t^n,\ n\in N$ | $\frac{n!}{p^{n+1}}$ | $\mathrm{ch}\,\omega t$ | $\frac{p}{p^2-\omega^2}$ |
| $t^\alpha\left(\alpha>-1\right)$ | $\frac{\Gamma(\alpha+1)}{p^{\alpha+1}}$ | $e^{\lambda t}\sin\omega t$ | $\frac{\omega}{(p-\lambda)^2+\omega^2}$ |
| $e^{\lambda t}$ | $\frac{1}{p-\lambda}$ | $e^{\lambda t}\cos\omega t$ | $\frac{p-\lambda}{(p-\lambda)^2+\omega^2}$ |
| $te^{\lambda t}$ | $\frac{1}{(p-\lambda)^2}$ | $\frac{\sin t}{t}$ | $\mathrm{arcctg}\,p$ |
| $t^n e^{\lambda t},\ n\in N$ | $\frac{n!}{(p-\lambda)^{n+1}}$ | $\frac{1}{t}\left(1-e^{-t}\right)$ | $\ln\left(1+\frac{1}{p}\right)$ |
| $t^\alpha e^{\lambda t}, \alpha>-1$ | $\frac{\Gamma(\alpha+1)}{(p-\lambda)^{\alpha+1}}$ | $\delta(t)$ | $1$ |
| $\sin\omega t$ | $\frac{\omega}{p^2+\omega^2}$ | $\delta(t-a),\ a>0$ | $e^{-ap}$ |
| $\cos\omega t$ | $\frac{p}{p^2+\omega^2}$ | | |

# Взаимосвязь характеристик систем.



# Тема 18

**Чему равна передаточная функция элементарного звена, если весовая функция** $□□□□ = □^{□□}$

$w(p) = \dfrac{1}{□ + 5}$

$w(p) = \dfrac{5}{□ - 5}$

$w(p) = \dfrac{5□}{□ - 5}$

$w(p) = \dfrac{5□}{□ + 5}$

$w(p) = \dfrac{1}{□ - 5}$

**Чему равна передаточная функция элементарного звена, если весовая функция** $□□□□ = □^{-□□}$

$w(p) = \dfrac{1}{□ + 7}$

$w(p) = \dfrac{7}{□ + 7}$

$w(p) = \dfrac{7□}{□ - 7}$

$w(p) = \dfrac{7□}{□ + 7}$

**Чему равна передаточная функция элементарного звена, если весовая функция** $□□□□ = □□□□□□$

$w□p□ = \dfrac{2□}{□^2 + 4}$

$w(p) = \dfrac{2□}{□^2 + 2}$

$w(p) = \dfrac{2}{□^2 + 4}$

$w(p) = \dfrac{2}{□^2 + 4□}$

$w(p) = \dfrac{4}{□^2 + 4}$

# Тема 18

**Чему равна передаточная функция элементарного звена, если весовая функция** $\boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes = \boxtimes^{\boxtimes}$

$$w(p) = \frac{4}{\boxtimes^2 + 4}$$

$$w(p) = \frac{2}{\boxtimes^3}$$

$$w(p) = \frac{4}{\boxtimes^2 + 2}$$

$$w(p) = \frac{1}{2\boxtimes^3}$$

$$w(p) = \frac{2}{\boxtimes^3 + 1}$$

**Чему равна передаточная функция элементарного звена, если весовая функция** $\boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes = \boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes\boxtimes$

$$w\boxtimes p\boxtimes = \frac{3\boxtimes}{\boxtimes^2 - 9}$$

$$w(p) = \frac{3\boxtimes}{\boxtimes^2 + 3}$$

$$w(p) = \frac{3}{\boxtimes^2 + 3\boxtimes}$$

$$w(p) = \frac{\boxtimes}{\boxtimes^2 + 9}$$

$$w(p) = \frac{3}{\boxtimes^2 + 9}$$

# Тема 19

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если передаточная функция** $[illegible]([illegible]) = \frac{[illegible]}{[illegible]^{[illegible]} + [illegible]}$

$[illegible] = [illegible]4[illegible]$

$w(t) = \frac{7}{[illegible] + 7}$

$[illegible] = [illegible]2[illegible]$

$[illegible] = 2[illegible]2[illegible]$

$[illegible] = 3[illegible]2[illegible]$

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если передаточная функция** $[illegible] = [illegible]$

$[illegible] = \frac{[illegible]2[illegible]}{[illegible]}$

$[illegible] = [illegible]2[illegible]$

$[illegible] = 2[illegible]2[illegible]$

$[illegible] = \frac{[illegible]2[illegible]}{2[illegible]}$

$[illegible] = \frac{[illegible]}{[illegible]}$

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если передаточная функция** $[illegible] = \frac{[illegible]}{[illegible]^{[illegible]} - [illegible]}$

$[illegible] = [illegible]2[illegible]$

$[illegible] = 2[illegible]2[illegible]$

$[illegible] = [illegible]2[illegible]$

$[illegible] = [illegible]4[illegible]$

$[illegible] = [illegible]2[illegible]$

# Тема 19

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если передаточная функция** [illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = 2[illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = 2[illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible]3[illegible]

[illegible] = [illegible]3[illegible]

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если передаточная функция** [illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = 2[illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если передаточная функция** [illegible] = [illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = 2[illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible] 4[illegible]

[illegible] = [illegible] 4[illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible] 2[illegible]

# Тема 20

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если переходная функция равна [illegible] = [illegible]**

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = 2[illegible]2[illegible]

[illegible] = [illegible]2[illegible]

[illegible] = 2[illegible]2[illegible]

[illegible] = 2[illegible]

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если переходная функция равна [illegible] = [illegible]**

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = 4[illegible]4[illegible]

[illegible] = 4[illegible]4[illegible]

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = 4[illegible]

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если переходная функция равна [illegible] = [illegible]**

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = 4[illegible]4[illegible]

[illegible] = 4[illegible]4[illegible]

[illegible] = [illegible]4[illegible]

[illegible] = − 4[illegible]4[illegible]

# Тема 20

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если переходная функция равна □□□□ = □□□□□□□**

□□□□ = −2□□□2□

□□□□ = □□□2□

□□□□ = 2□□□2□

□□□□ = □□□□2□

□□□□ = −2□□□□2□

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если переходная функция равна □□□□ = □□□$^{□}$ + □□□$^{□}$**

□□□□ = 6□$^{2}$ + 4□$^{2}$

□□□□ = 6□$^{2}$ + 4□

□□□□ = 2□$^{3}$ + 2□$^{2}$

□□□□ = 6□$^{3}$ + 4□$^{2}$

**Чему равна весовая функция элементарного звена, если переходная функция равна □□□□ = □□□$^{□}$ + □□□$^{□}$**

□□□□ = 9□$^{2}$ + 4□$^{2}$

□□□□ = 6□$^{2}$ + 4□

□□□□ = 2□$^{3}$ + 2□$^{2}$

*□□□□ = 9□$^{2}$ + 4□

□□□□ = 6□$^{3}$ + 4□$^{2}$

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!