

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И
ОПТИКИ**

Факультет систем управления и робототехники

**Отчет по лабораторной работе №4
«ТИПОВЫЕ ДИНОМИЧЕСКИЕ ЗВЕНЬЯ»
по дисциплине «Теория автоматического управления»**

Выполнил: студенты гр. R3238
Кравченко Д. В.

Преподаватель: Перегудин А.А.,
ассистент фак. СУиР

Санкт-Петербург 2021

1. Цель работы:

Исследование временных и частотных характеристик элементарных звеньев.

2. Выполнение работы:

k	T	ξ
5	0.1	0.1

Таблица 1

2.1. Аperiodическое звено 1-ого порядка:

Передаточная функция:

$$W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

Временные характеристики:

Переходная функция:

$$h(t) = k \left(1 - \exp \left(-\frac{t}{T} \right) \right) * 1(t) = 5(1 - \exp(-10t))$$

Весовая функция:

$$w(t) = 50 \exp(-10t)$$

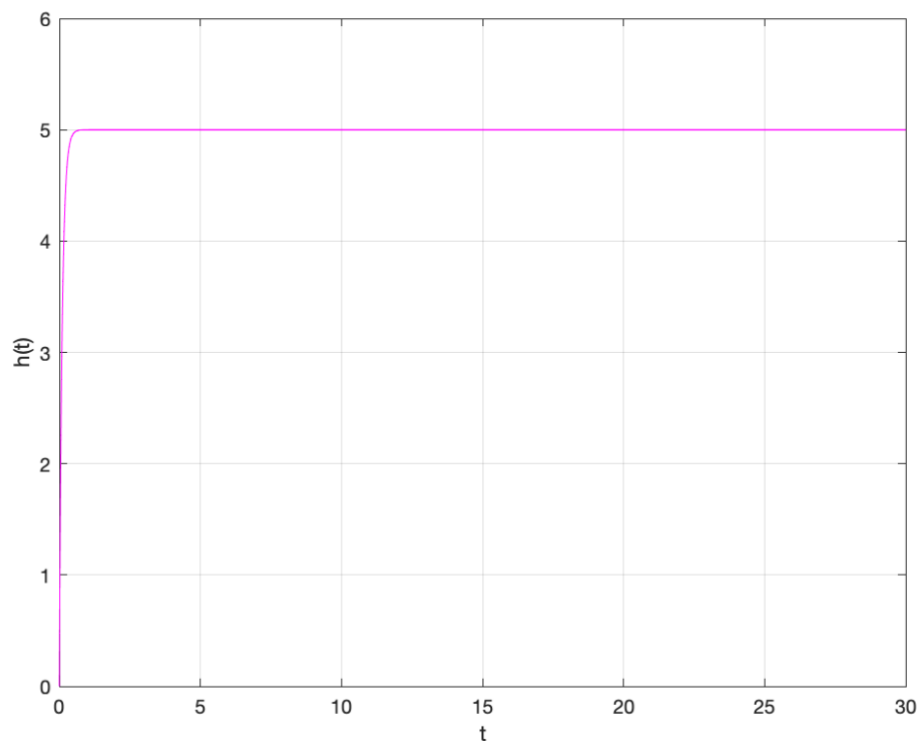


Рисунок 1

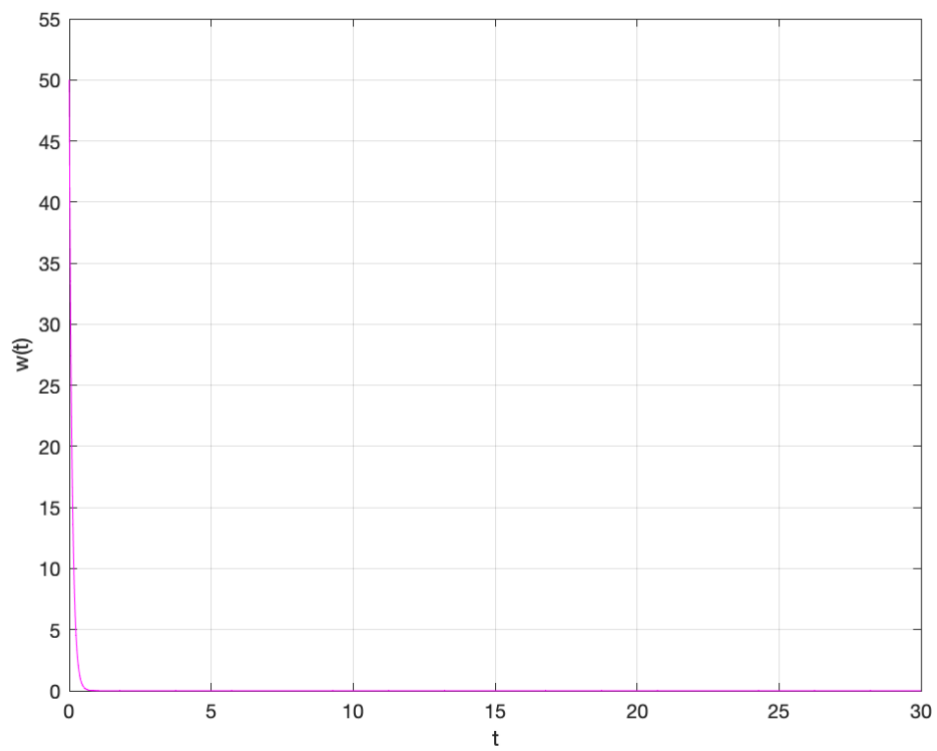


Рисунок 2

Частотно передаточная функция:

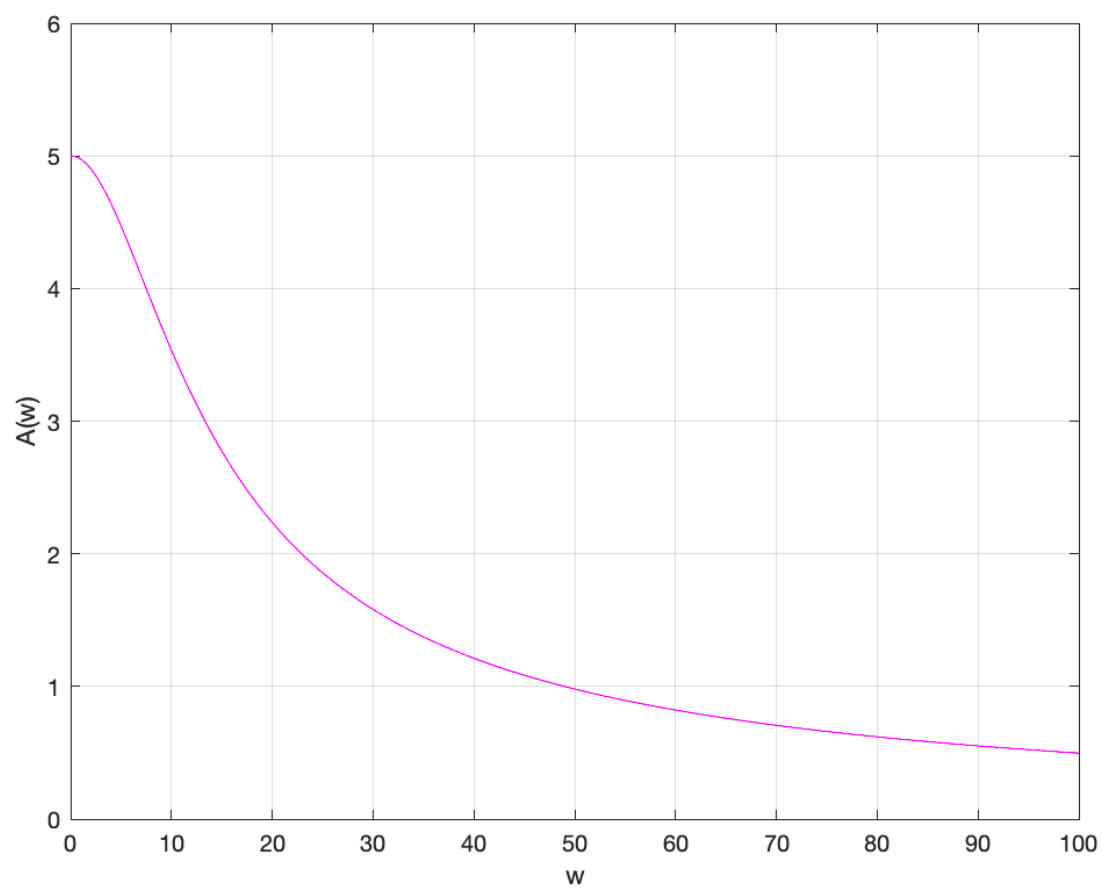
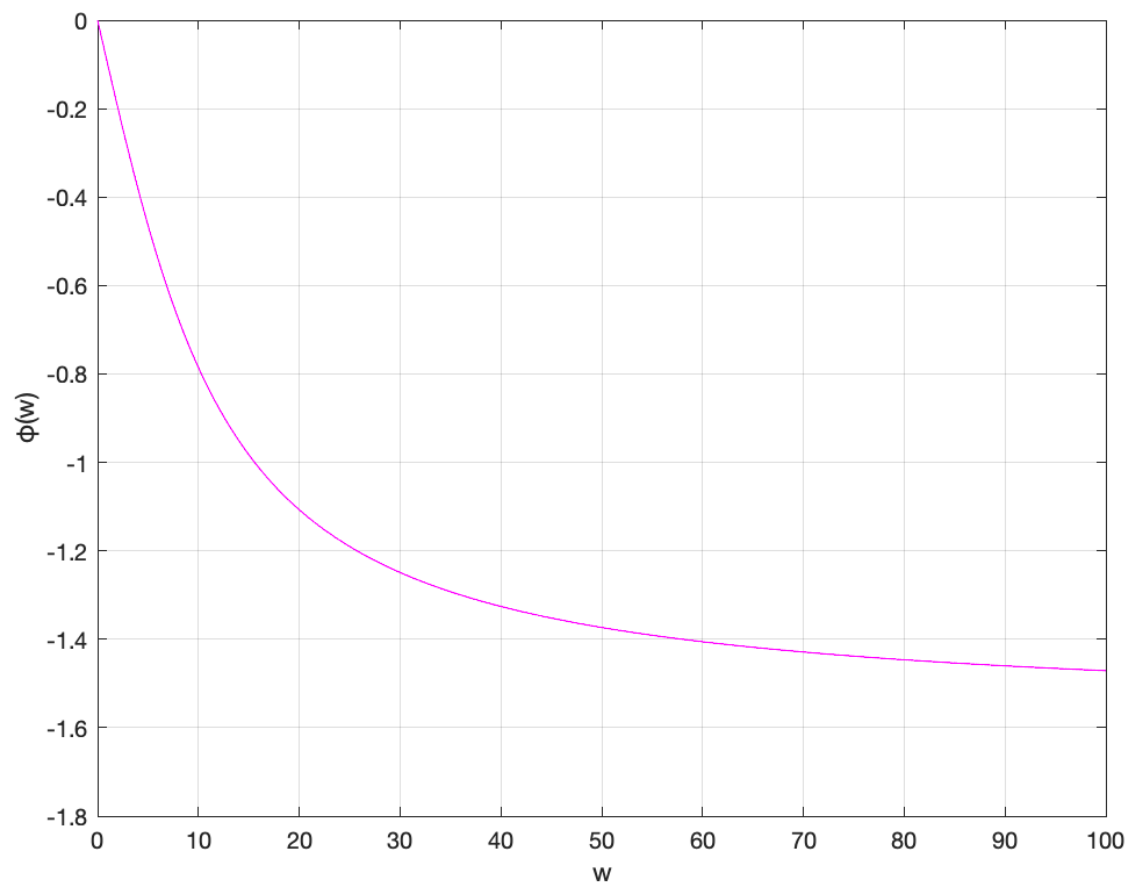
$$W(wj) = \frac{5}{0.1wj + 1} = \frac{5}{1 + 0.01w^2} + \frac{-0.5w}{1 + 0.01w^2}j$$

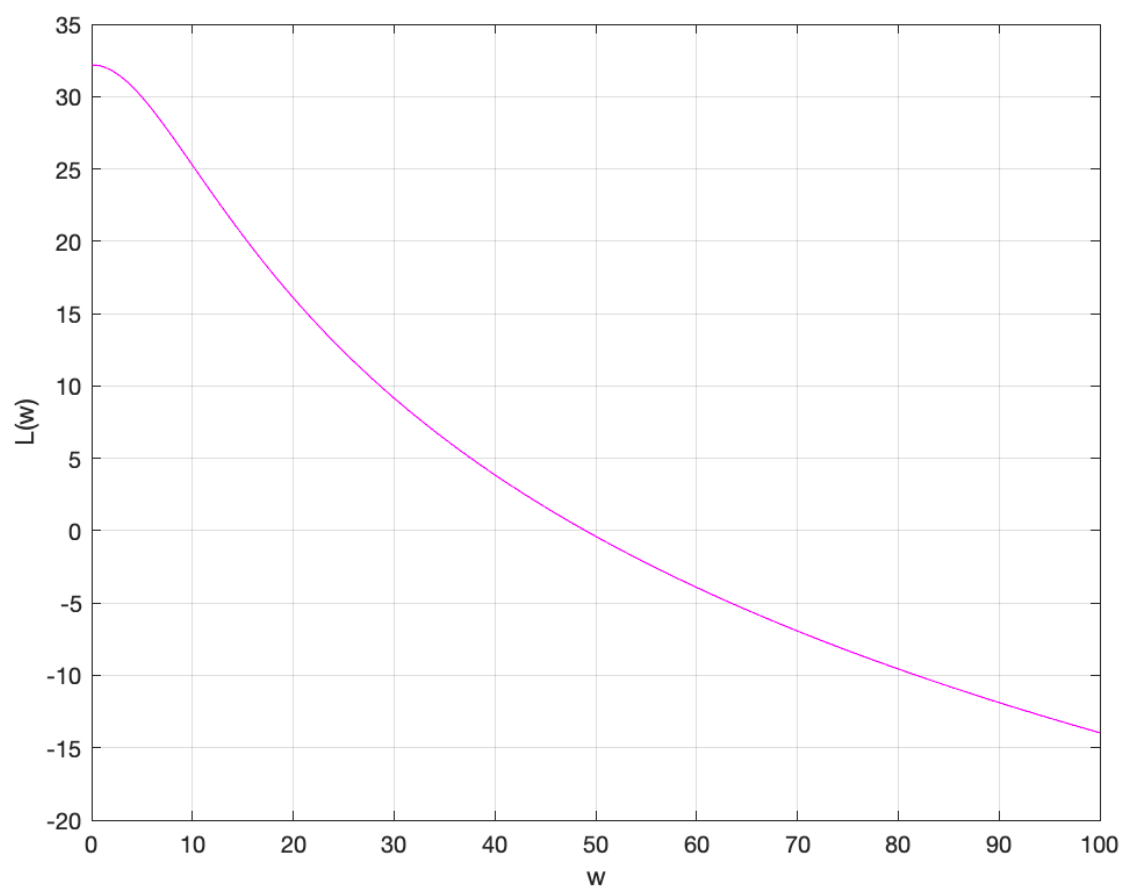
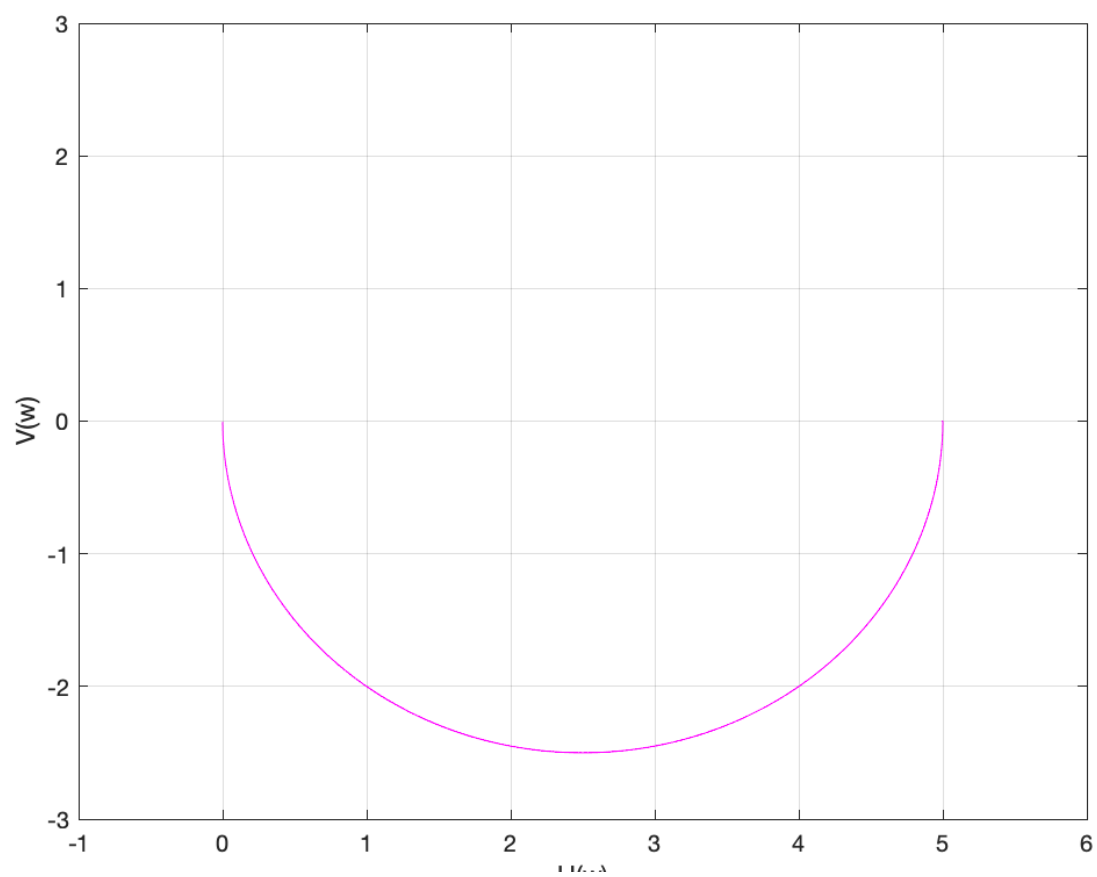
$$P(w) = \frac{5}{1 + 0.01w^2}$$

$$Q(w) = \frac{-0.5}{1 + 0.01w^2}$$

$$A(w) = \frac{5}{\sqrt{1 + 0.01w^2}}$$

$$\varphi(w) = \text{atan}(-0.1w)$$





Рисунки 3-6

2.2. Колебательное звено:

Передаточная функция:

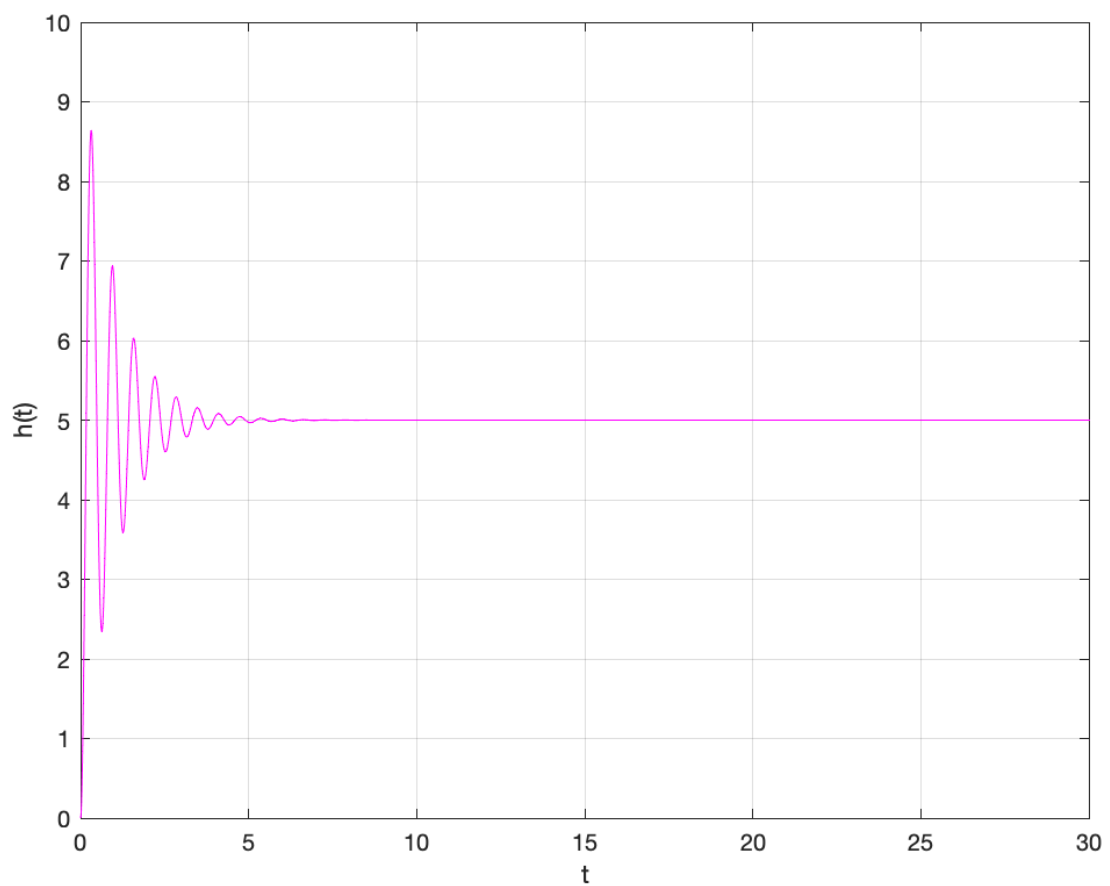
$$W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}$$

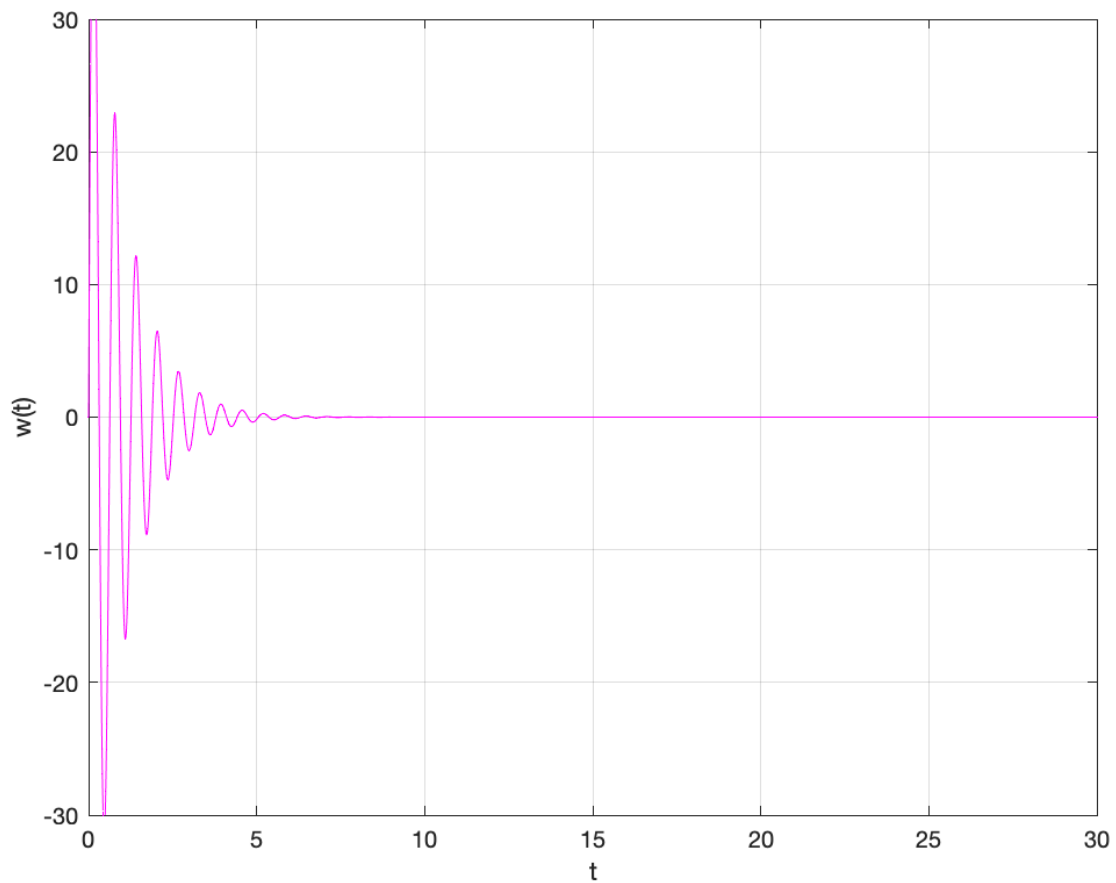
Временные характеристики:

Переходная функция:

$$\begin{aligned} h(t) &= k \left(1 - \exp(-\sigma t) * \cos wt + \frac{\sigma}{t} \sin wt \right) * 1(t) \\ &= 5 \left(1 - \exp(-t) * \cos 10\sqrt{0.99}t + \frac{1}{t} \sin 10\sqrt{0.99}t \right) \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{\xi}{T} = 1; w = \frac{1}{T} \sqrt{1 - \xi^2} = 10\sqrt{0.99}$$





Рисунки 7-8

Частотно передаточная функция:

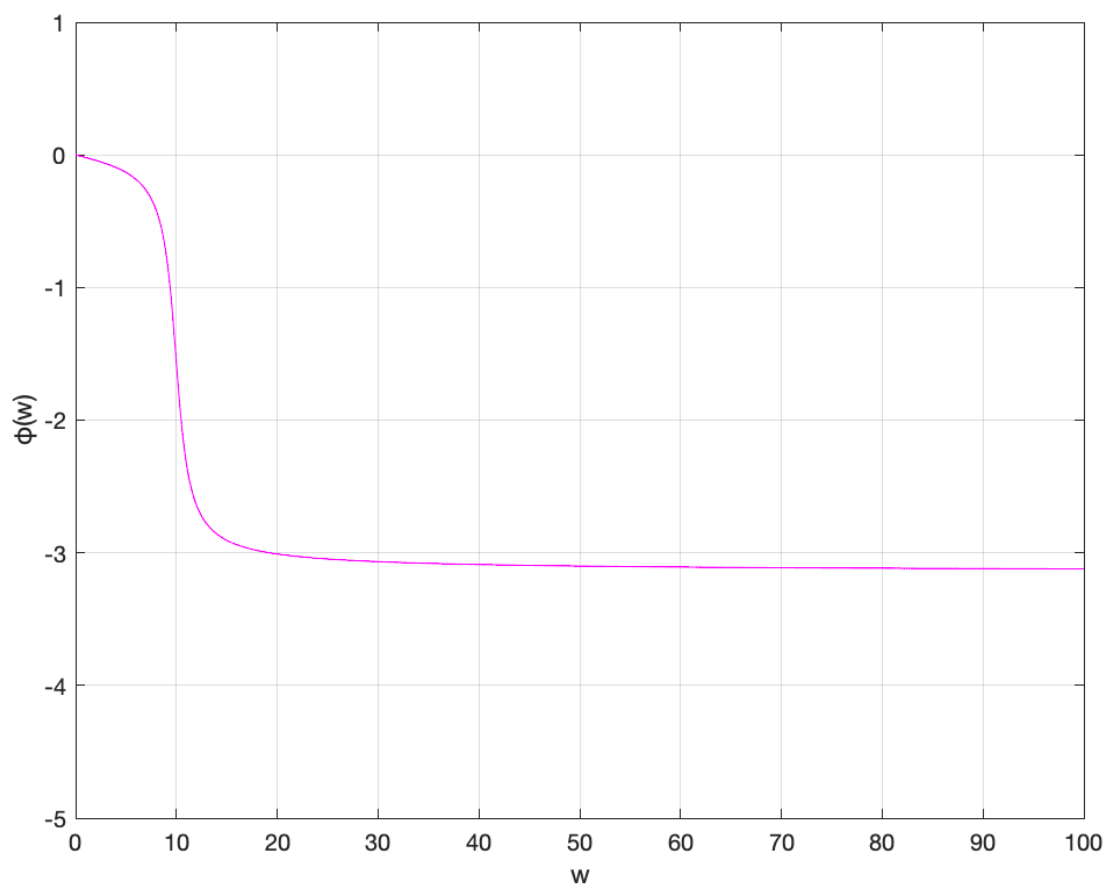
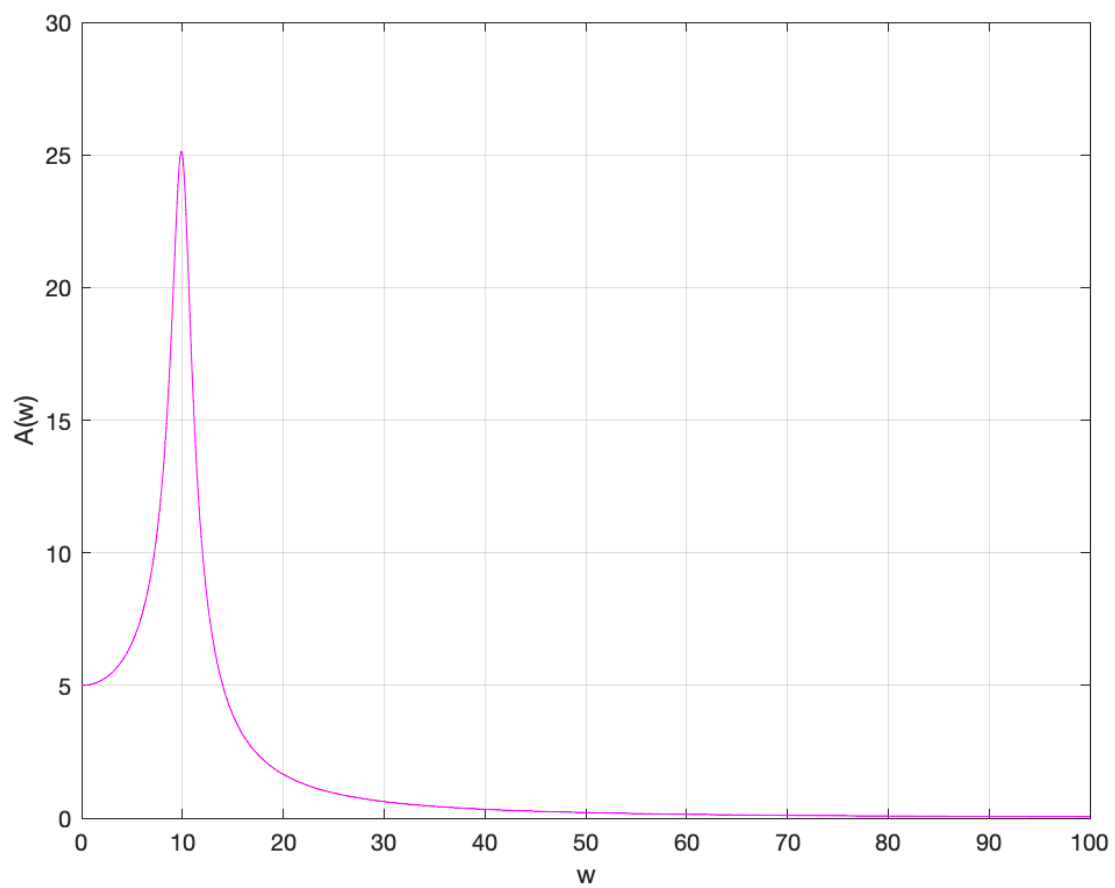
$$W(wj) = \frac{5}{(1 - 0.01w^2) + (0.02wj)} \\ = \frac{5(1 - 0.01w^2)}{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2} + \frac{-0.1w}{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2}j$$

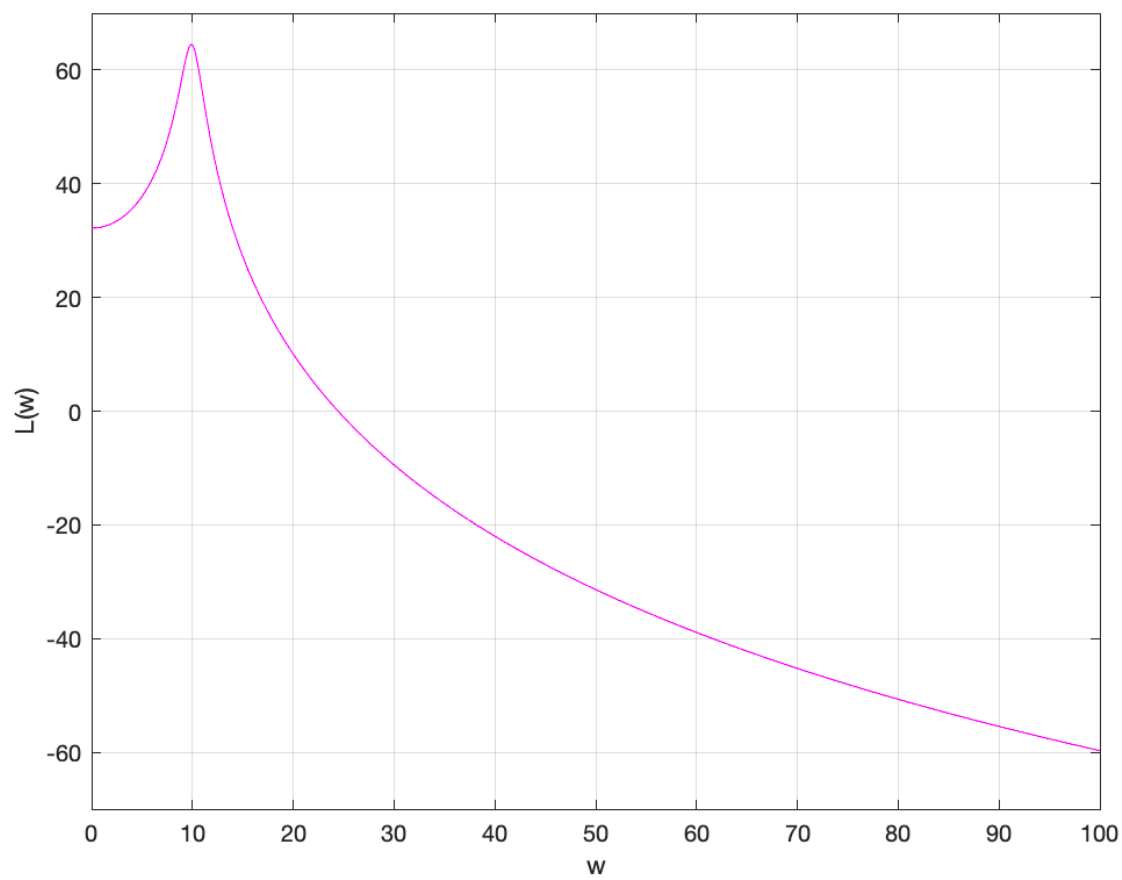
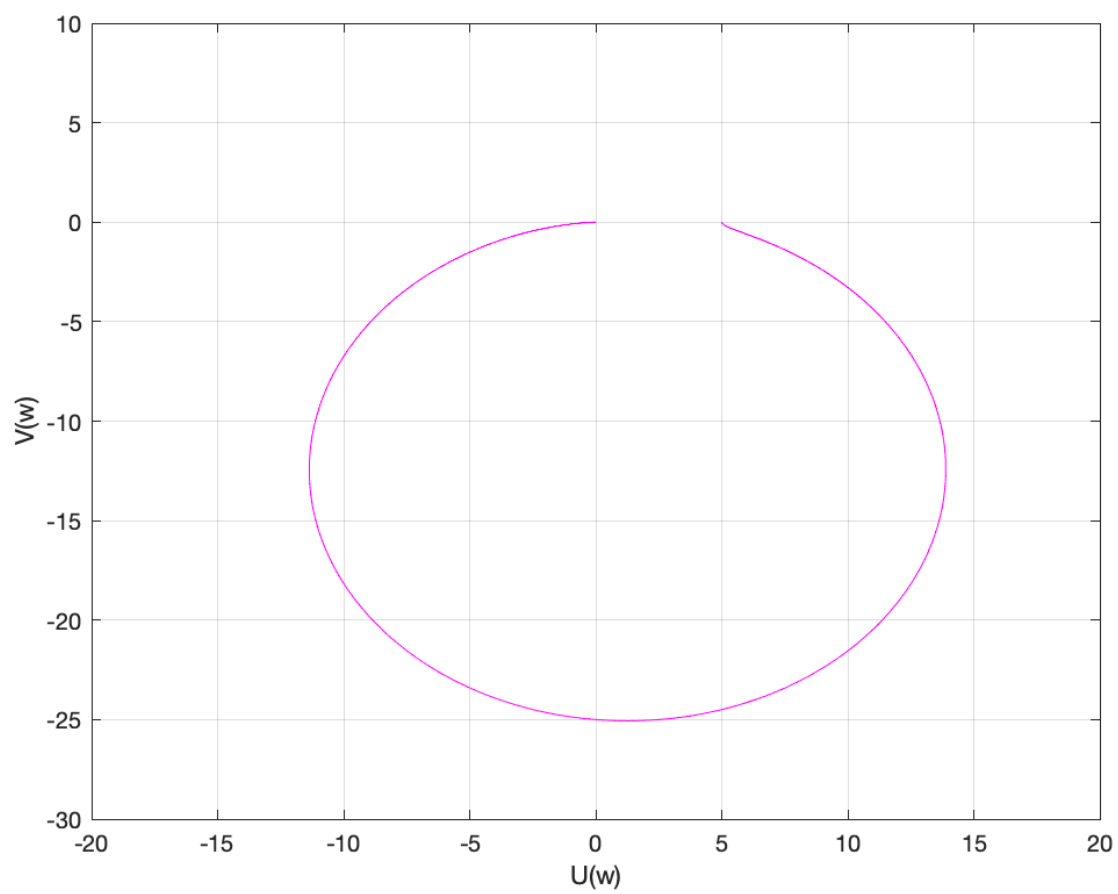
$$P(w) = \frac{5(1 - 0.01w^2)}{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2}$$

$$Q(w) = \frac{-0.1w}{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2}$$

$$A(w) = \frac{5}{\sqrt{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2}}$$

$$\varphi(w) = \text{atan2} \left(-\frac{0.1w}{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2}; \frac{5(1 - 0.01w^2)}{(1 - 0.01w^2)^2 + (0.02w)^2} \right)$$





2.3. Интегрирующее звено с замедлением:

Передаточная функция:

$$W(s) = \frac{k}{s(Ts + 1)}$$

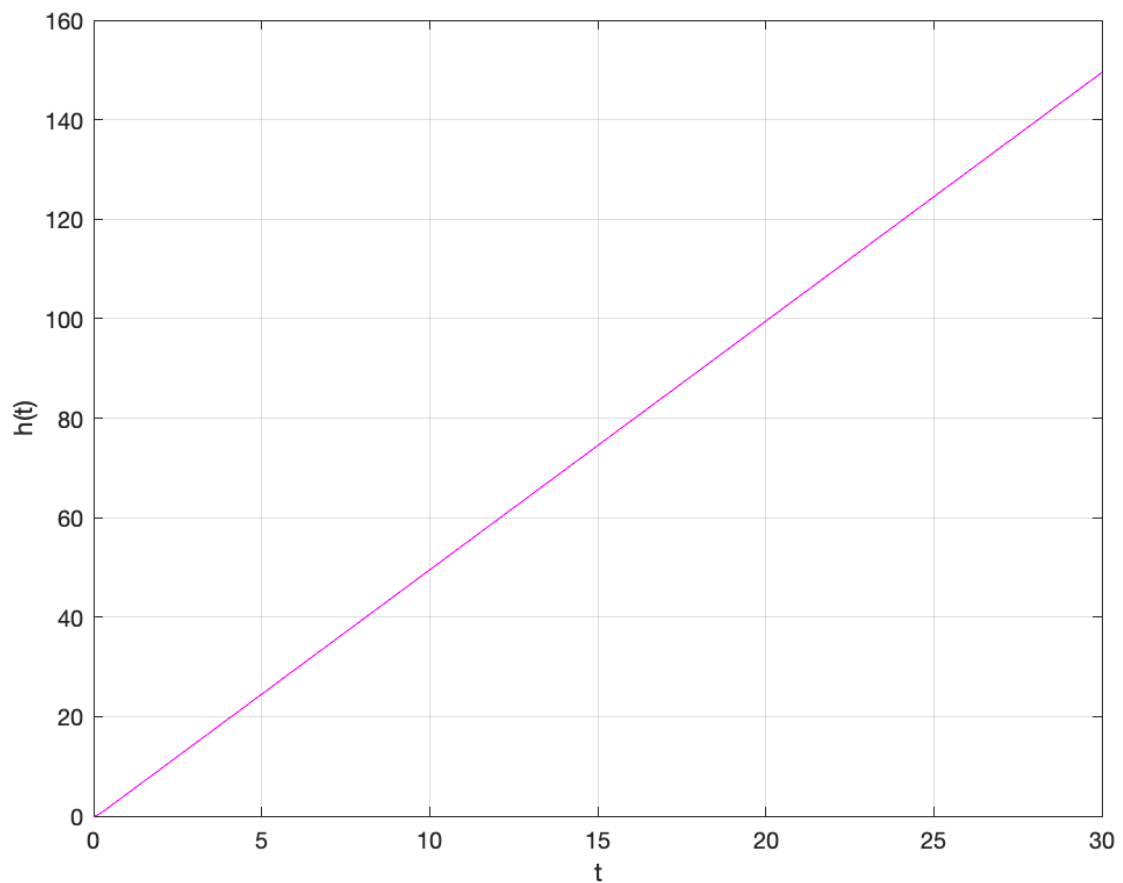
Временные характеристики:

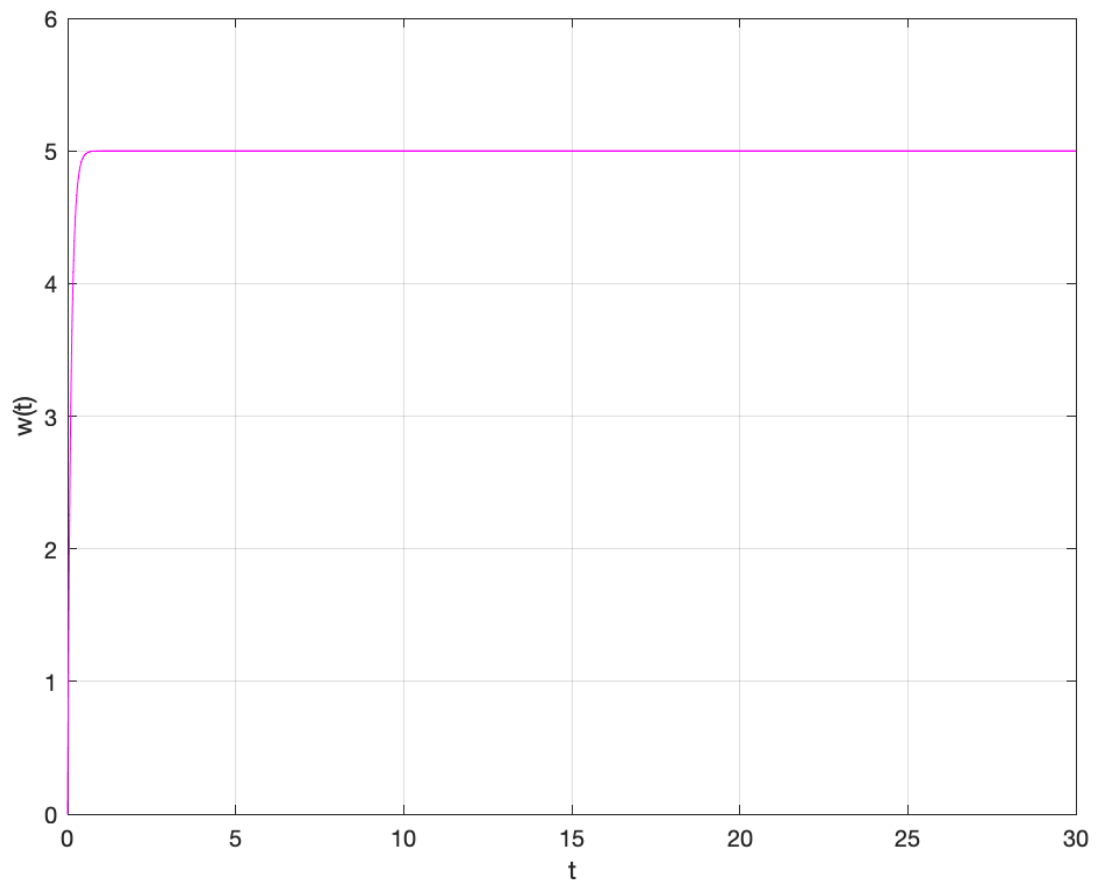
Переходная функция:

$$h(t) = k \left(t - T (1 - \exp(-\frac{t}{T})) \right) * 1(t) = 5(t - 0.1(1 - \exp(-10t)))$$

Весовая функция:

$$w(t) = 5 - 5 \exp(-10t)$$





Частотно передаточная функция:

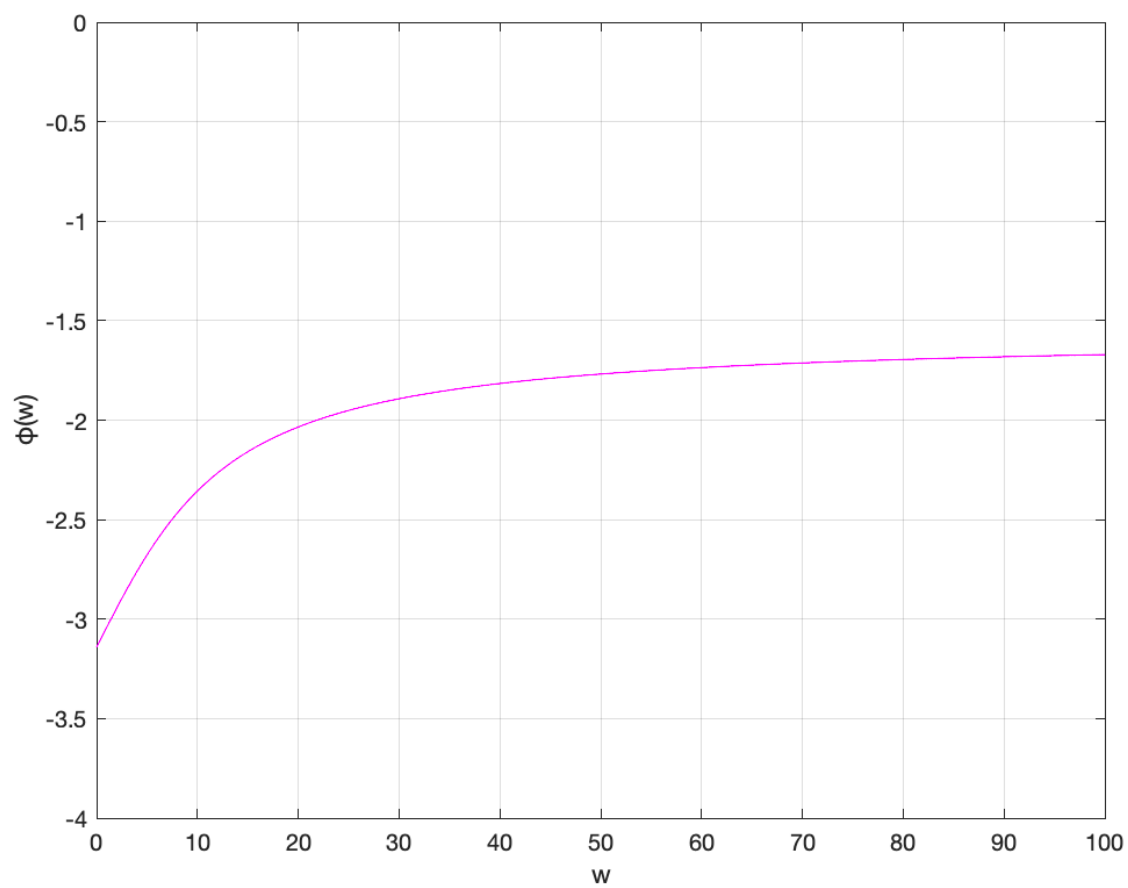
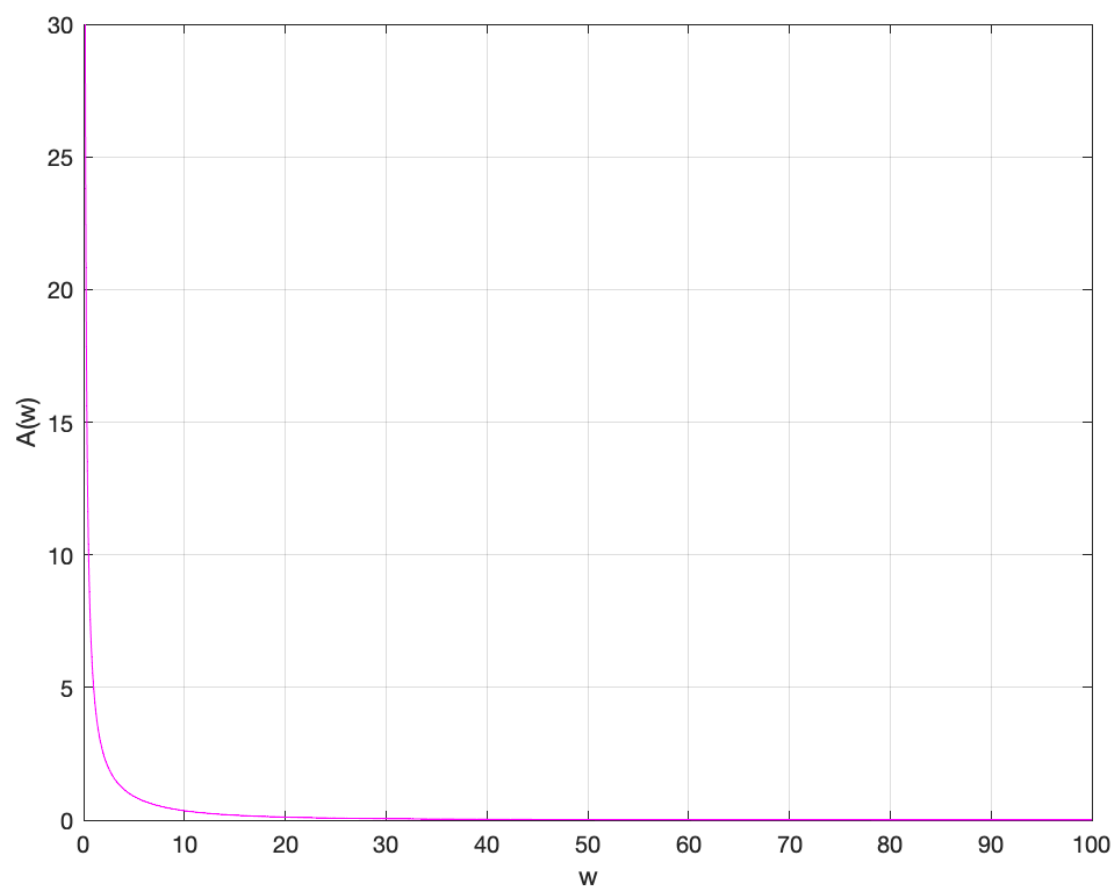
$$W(wj) = \frac{5}{jw - 0.1w^2} = \frac{-0.5w^2}{1 + 0.01w^2} + \frac{-5}{w(1 + 0.01w^2)}j$$

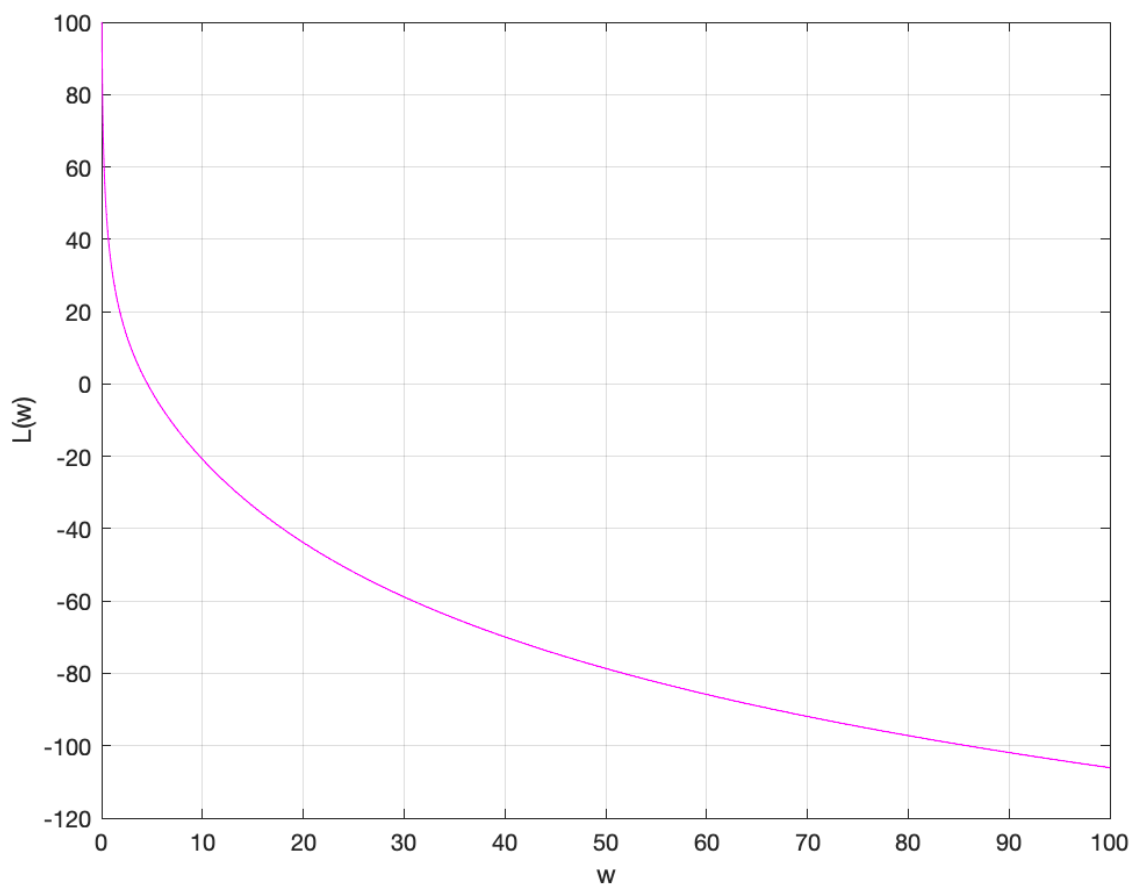
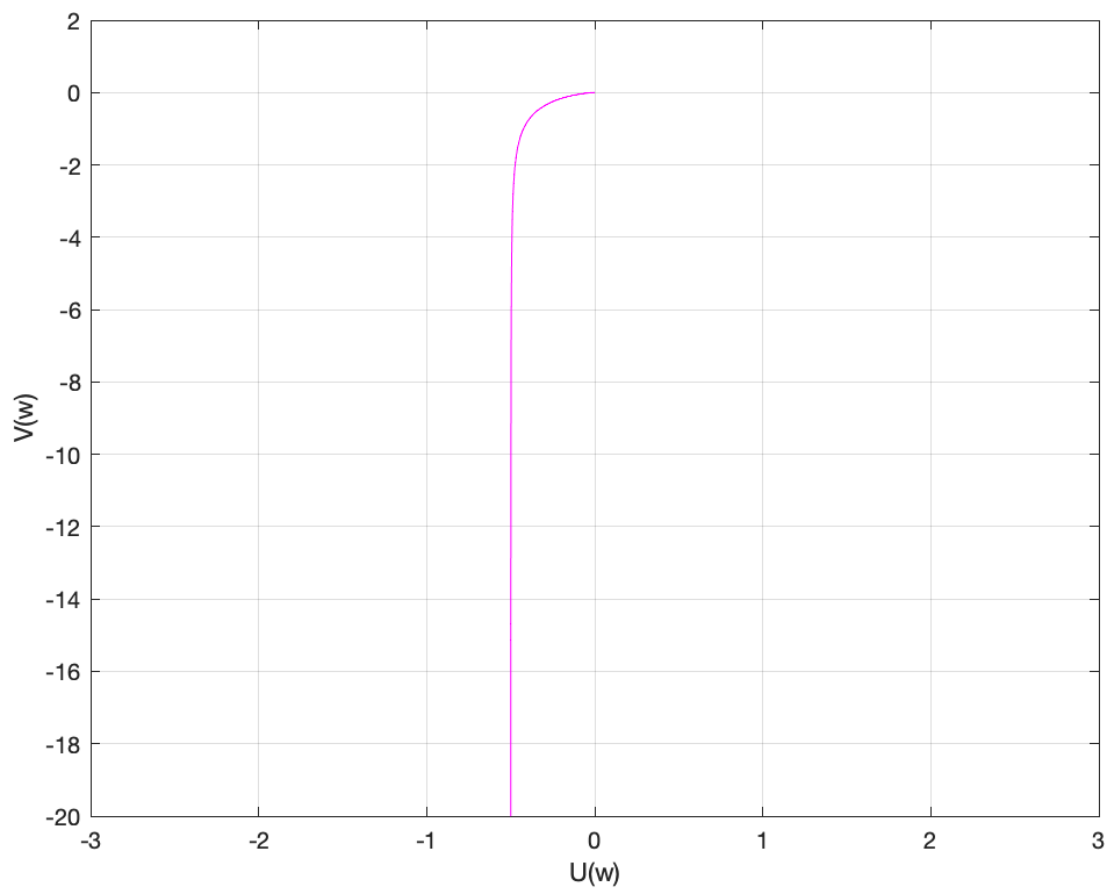
$$P(w) = \frac{-0.5w^2}{1 + 0.01w^2}$$

$$Q(w) = \frac{-5}{w(1 + 0.01w^2)}$$

$$A(w) = \frac{5}{w * \sqrt{1 + 0.01w^2}}$$

$$\varphi(w) = -\pi + \text{atan}(0.1w)$$





3. **Вывод:**

В данной лабораторной работе были исследованы три типа звеньев и построены их АЧХ, ФЧХ; АФЧХ и ЛАФЧ.