

Лабораторная работа № 2

Динамические характеристики типовых звеньев

Цель работы. Изучение временных и частотных характеристик основных типов динамических звеньев (апериодическое звено 1-го порядка и колебательное звено); освоение способа экспериментального определения неизвестных параметров этих звеньев по их временным характеристикам.

Задание 3. Исследование частотных характеристик апериодического звена

Для построения АФЧХ и ЛЧХ воспользуемся функциями *ControlSystemToolbox*, описанными в пункте 2 лабораторной работы №1.

```
>> w=tf([2.5],[0.2 1])

w =

      2.5
-----
0.2 s + 1

Continuous-time transfer function.
```

Рисунок 1 – Создание объекта с помощью функции *tf*

Проверим следующие утверждения на частотных характеристиках апериодического звена.

1) Начало АФЧХ ($\omega=0$) находится на действительной оси в точке $(K,0)$.

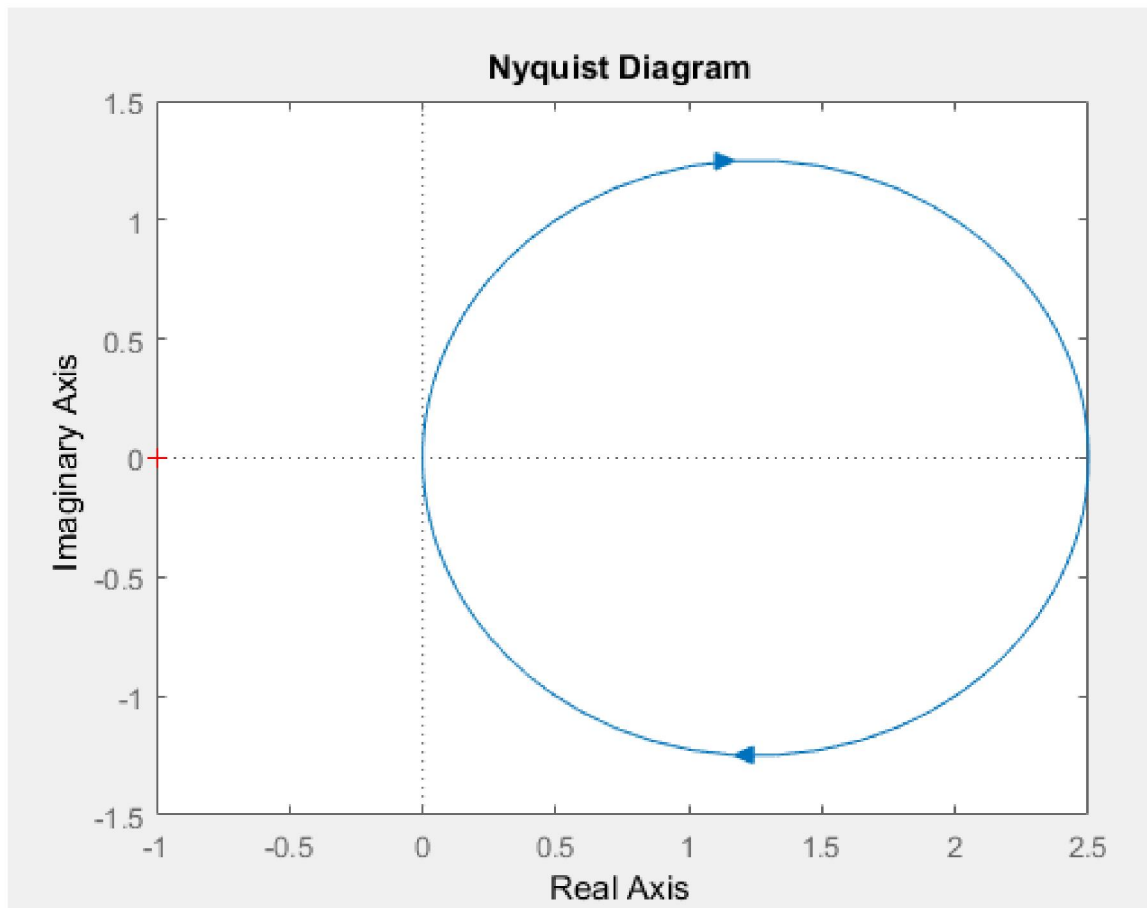


Рисунок 2 – АФЧХ аperiodического звена с началом в точке $(2,5; 0)$

На рис. 2 RealAxis обозначает действительную ось, ImaginaryAxis - мнимую ось.

На рисунке 2 видим, что начало АФЧХ ($\omega=0$) находится на действительной оси в точке $(2,5; 0)$.

$$K=2,5$$

2) Значение ЛАЧХ в области низких частот ($\omega \ll 1/T$) практически постоянно и равно $20\lg(K)$.

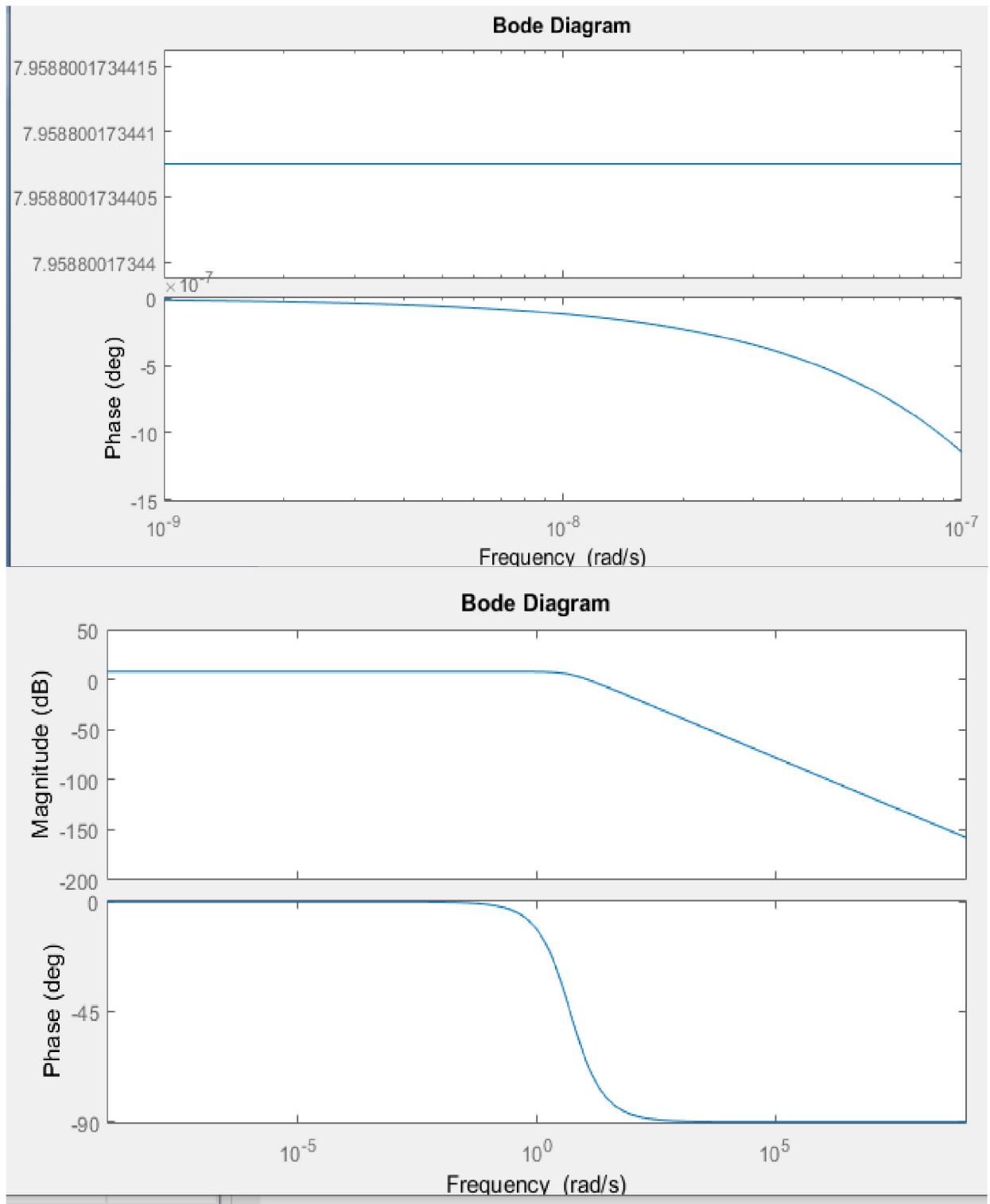


Рисунок 3 – Определение значения ЛАЧХ в области низких частот ($\omega \ll 1/T$)

$1/T = 1/0,2 = 5$, тогда по рис. 3 при $\omega \ll 5$ значение ЛАЧХ:

$$20\lg(K) = 20\lg(2,5) = 7,958800173423.$$

3) Наклон ЛАЧХ в области высоких частот ($\omega \gg 1/T$) равен -20 дБ/дек.

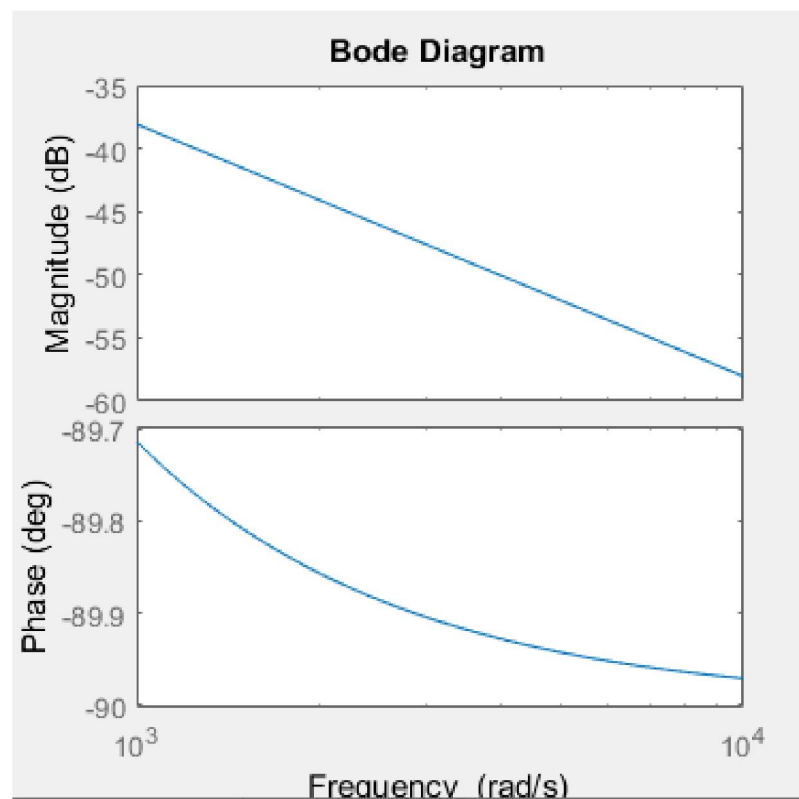


Рисунок 4 – Определение наклона ЛАЧХ в области высоких частот ($\omega \gg 1/T$)

По рис. 4 при $\omega \gg 5$ наклон ЛАЧХ в области высоких частот равен -20 дБ/дек.

4) Значение ЛФЧХ на частоте $\omega=1/T$ равно -45° .

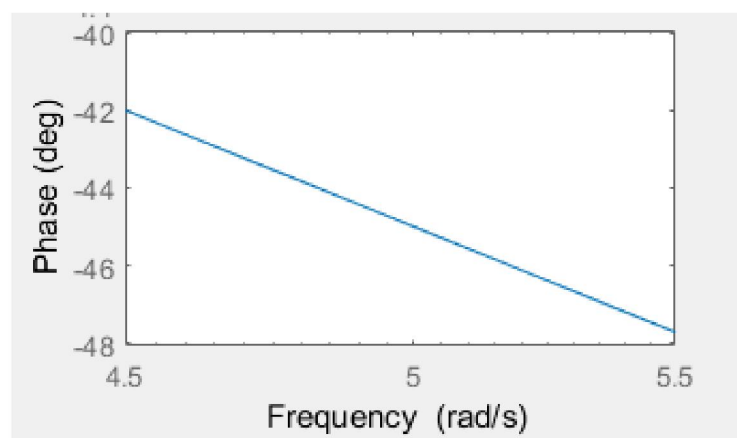


Рисунок 5 – Определение значения ЛФЧХ на частоте $\omega=1/T$

По рис. 5 значение ЛФЧХ на частоте $\omega=1/T = 5$ равно -45° .

5) Изменение коэффициента передачи не влияет на ЛФЧХ.

Построим в одном окне логарифмические частотные характеристики двух звеньев с одинаковыми постоянными времени и различными коэффициентами передачи: $K = 1$; $K = 2,5$ и $K = 5$.

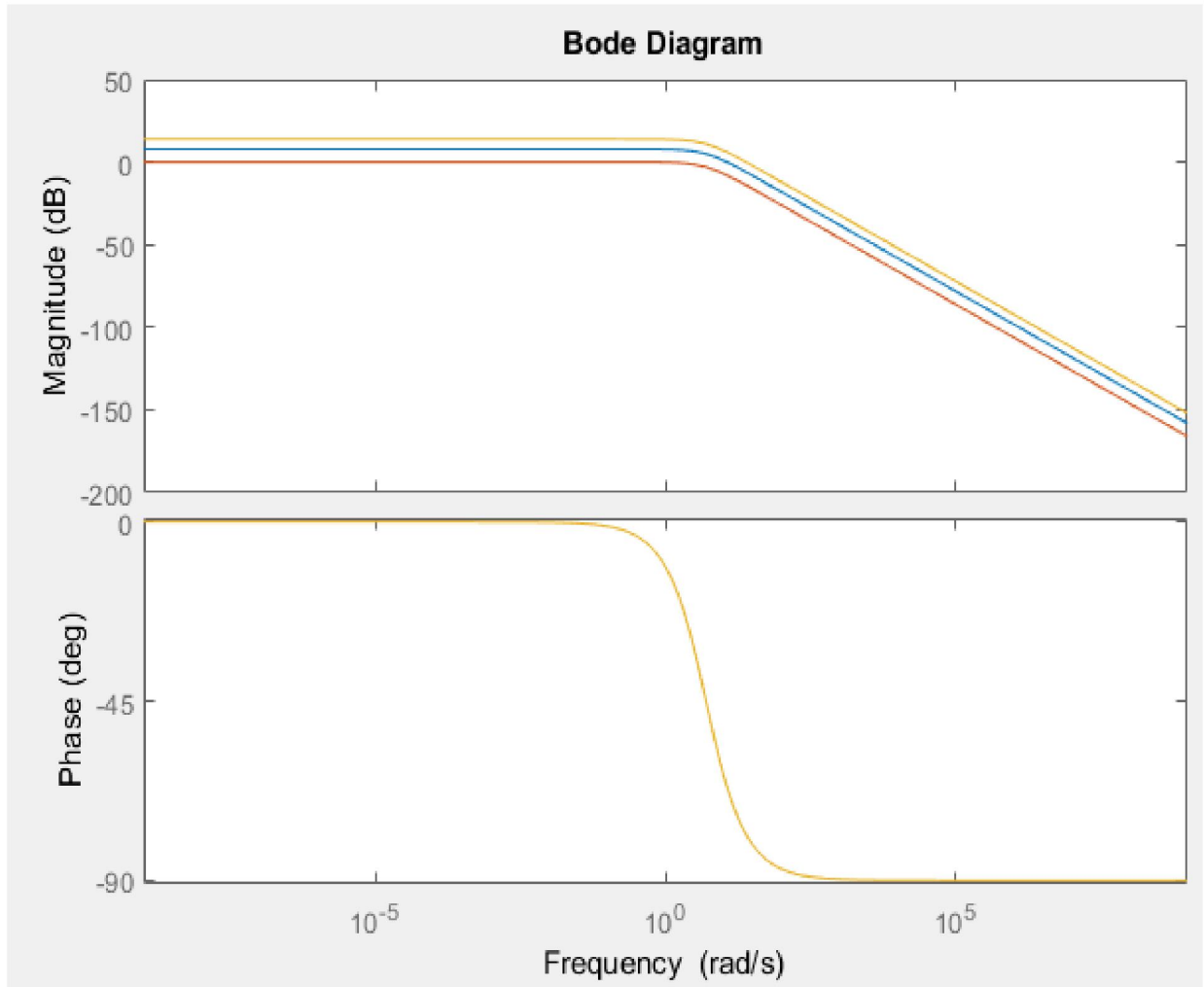


Рисунок 6 – ЛЧХ с одинаковыми постоянными времени и различными коэффициентами передачи

По рис. 6 видно, что изменение коэффициента передачи не влияет на ЛФЧХ.

Задание 4. Исследование частотных характеристик колебательного звена

Для построения АФЧХ и ЛЧХ воспользуемся функциями *ControlSystemToolbox*, описанными в пункте 2 лабораторной работы №1.

```
>> w=tf(6,[0.2 0.04 1])  
  
w =  
  
      6  
-----  
0.2 s^2 + 0.04 s + 1  
  
Continuous-time transfer function.
```

Рисунок 1 – Создание объекта с помощью функции *tf*

Проверим следующие утверждения на частотных характеристиках колебательного звена:

- 1) Начало АФЧХ ($\omega=0$) находится на действительной оси в точке (K,0).

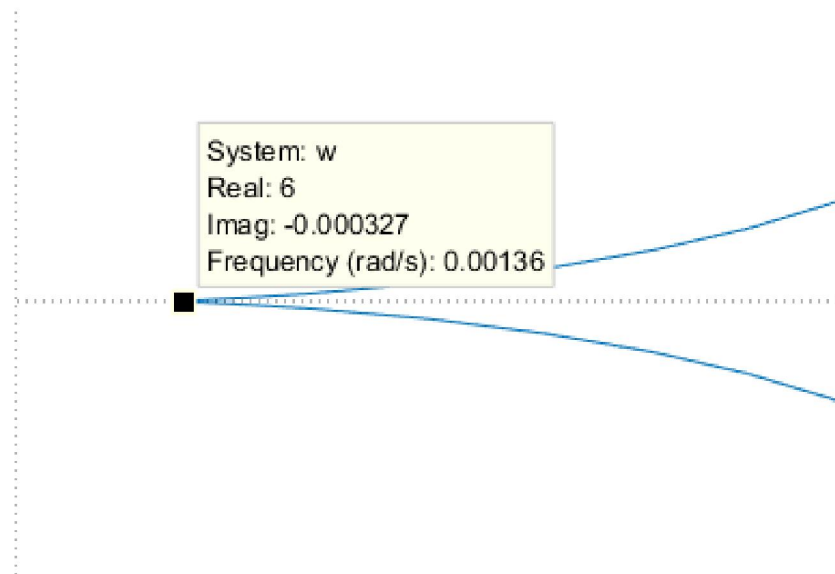
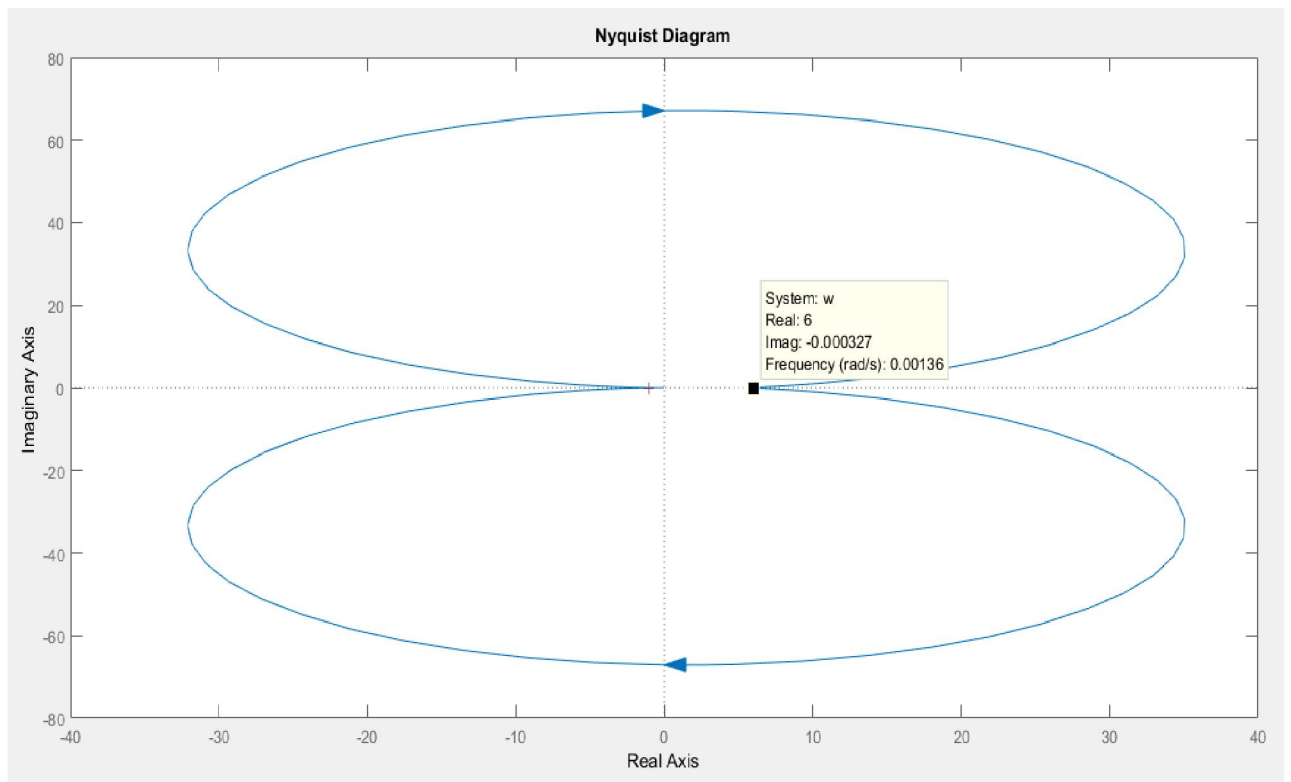


Рисунок 2 – АФЧХ колебательного звена с началом в точке (6; 0)

На рис. 2 Real Axis обозначает действительную ось, Imaginary Axis - мнимую ось.

На рисунке 2 видим, что начало АФЧХ ($\omega=0$) находится на действительной оси в точке (6; 0). $K=6$

2) Значение ЛАЧХ в области низких частот ($\omega \ll 1/T$) практически постоянно и равно $20\lg(K)$.

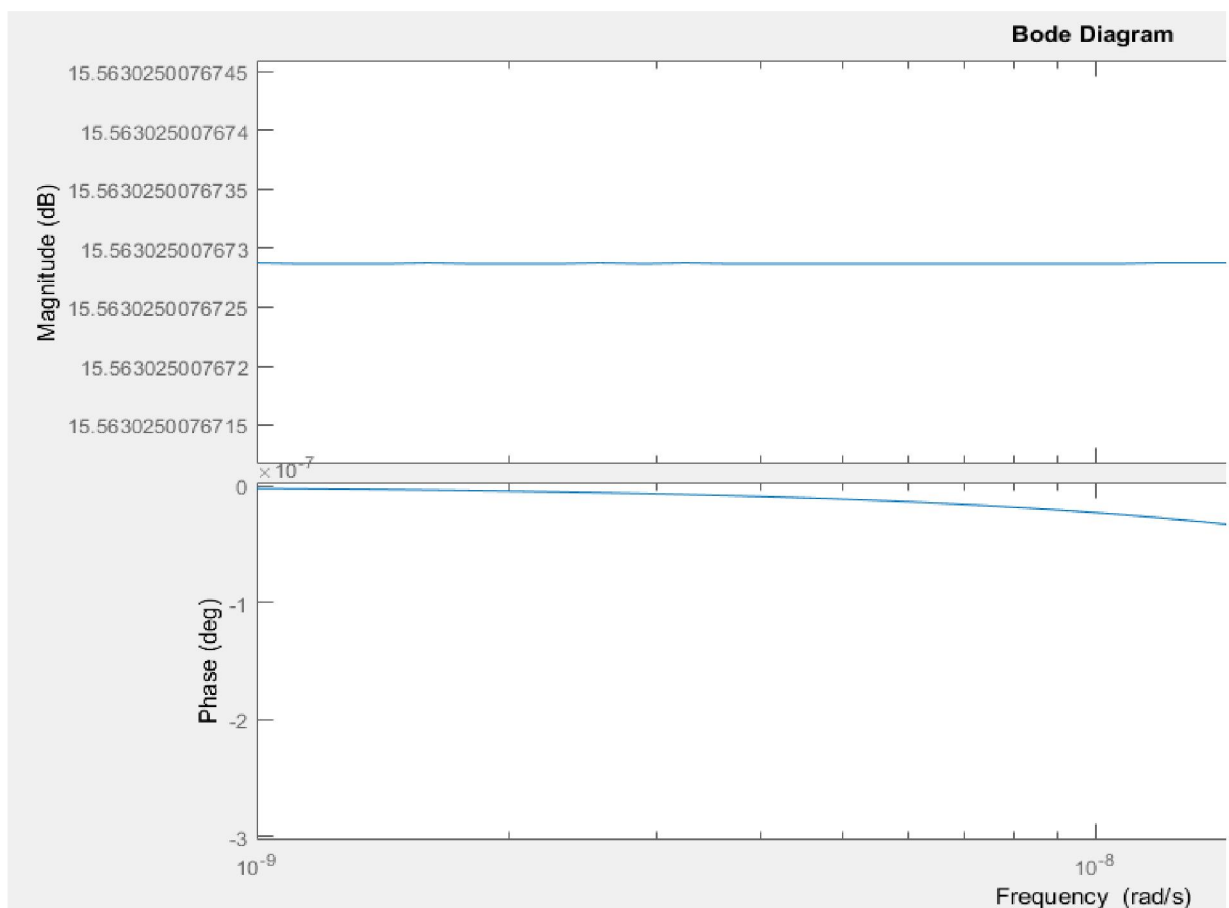
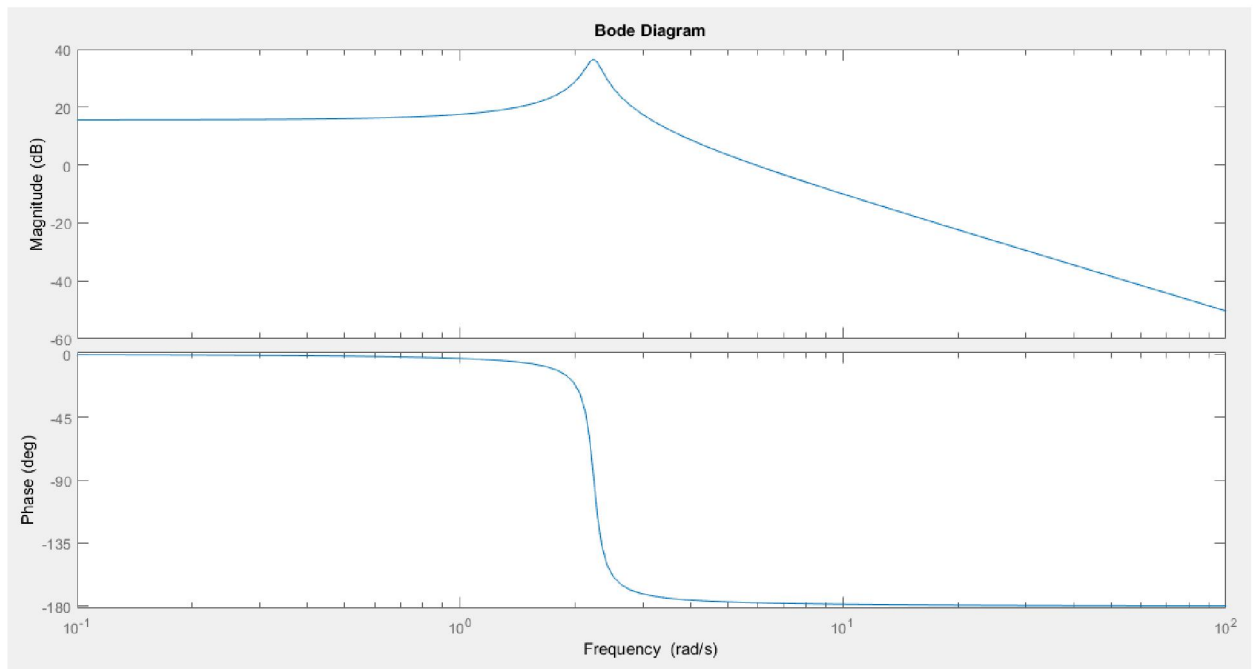


Рисунок 3 – Определение значения ЛАЧХ в области низких частот ($\omega \ll 1/T$)

$1/T = 1/0,448 = 2,232$, тогда по рис. 4 при $\omega \ll 2,232$ значение ЛАЧХ:

$$20\lg(K) = 20\lg(6) = 15,563.$$

3) Наклон ЛАЧХ в области высоких частот ($\omega \gg 1/T$) равен -40 дБ/дек.

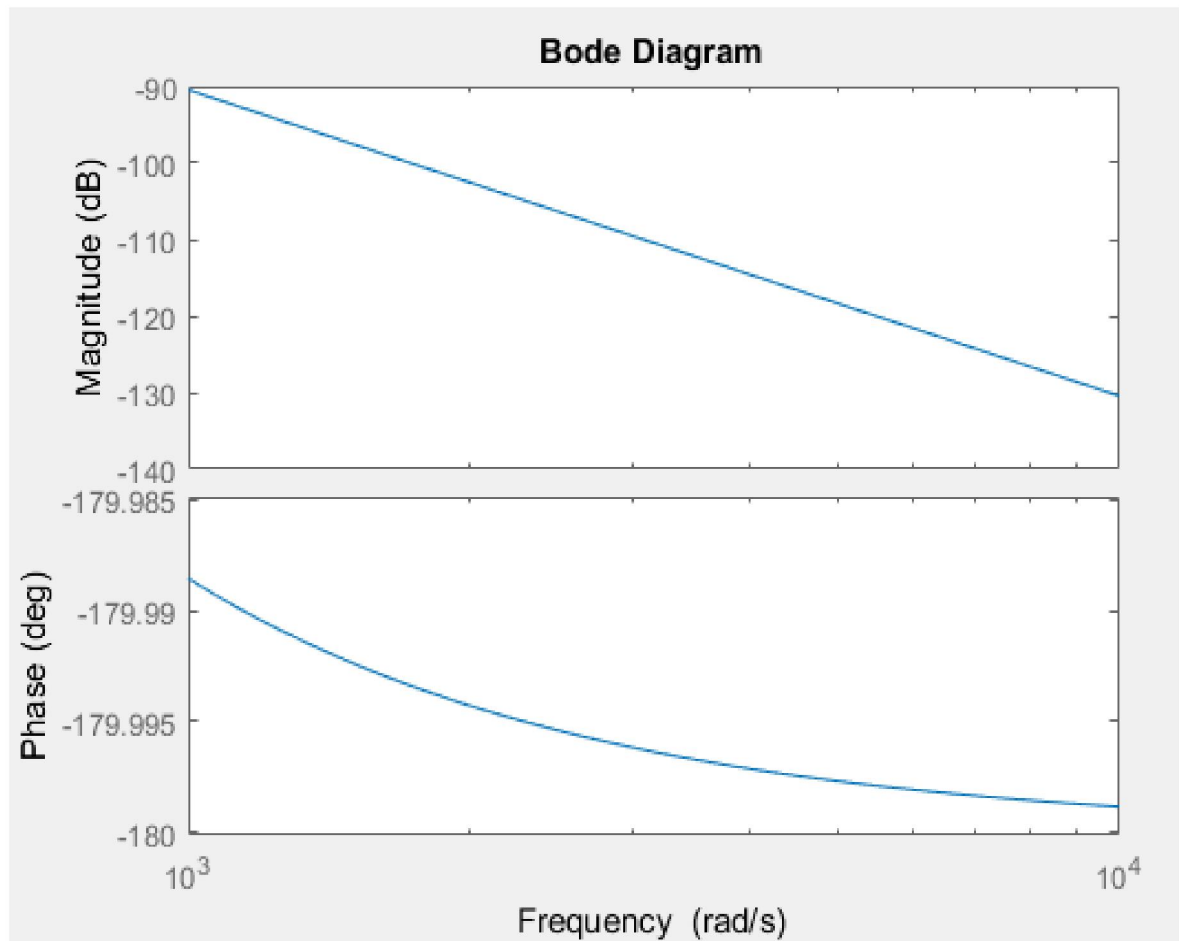


Рисунок 4 – Определение наклона ЛАЧХ в области высоких частот ($\omega \gg 1/T$)

По рис. 4 при $\omega \gg 5$ наклон ЛАЧХ в области высоких частот равен -40 дБ/дек ($130-90=40$).

4) Значение ЛФЧХ на частоте $\omega=1/T$ равно -90° .

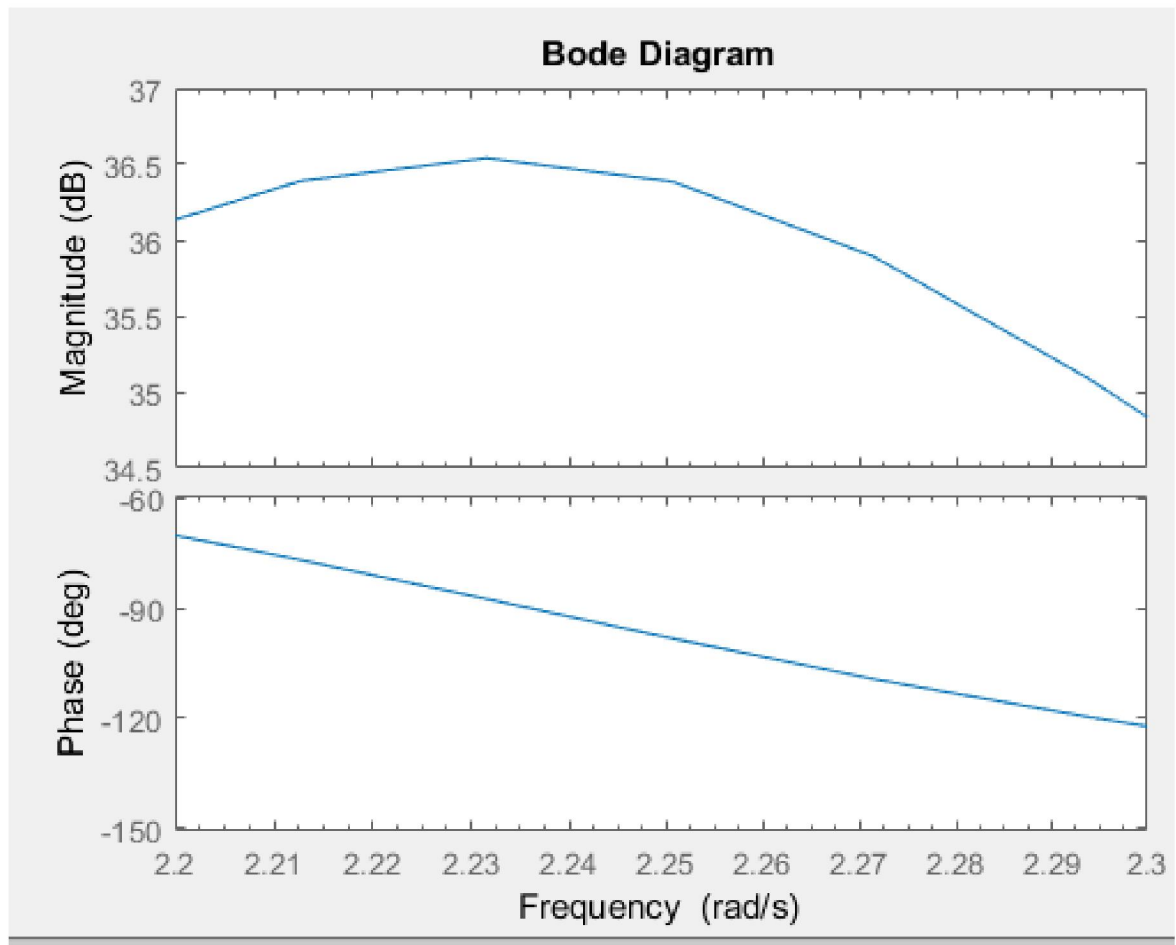


Рисунок 5 – Определение значения ЛФЧХ на частоте $\omega=1/T=2,232$

По рис. 5 видим, что значение ЛФЧХ на частоте $\omega=1/T = 2,232$ равно -90° .

5) Максимальное значение ЛАЧХ равно $20 \lg \frac{K}{2\mu\sqrt{1-\mu^2}}$.

$$20 \lg \frac{6}{2 \cdot 0,0448 \cdot \sqrt{1 - 0,0448^2}} = 20 \lg \cdot 67 = 36,5$$

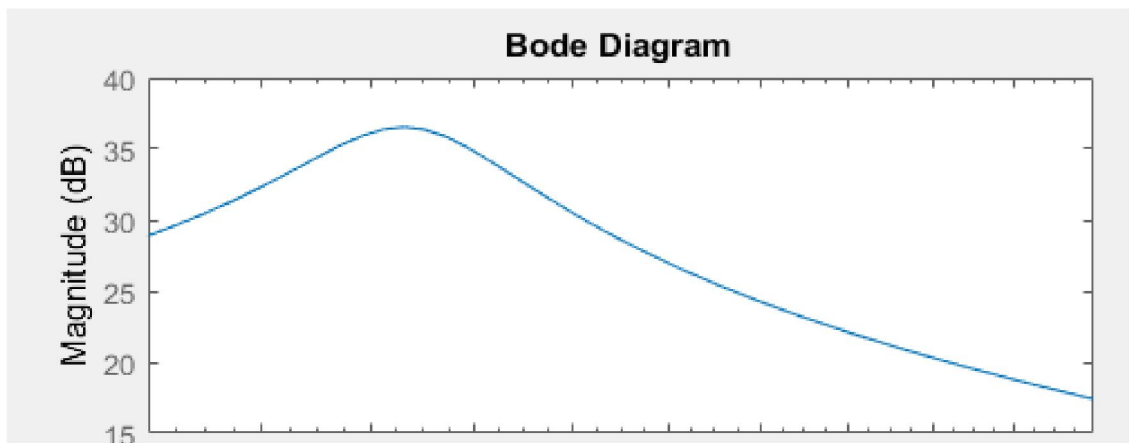
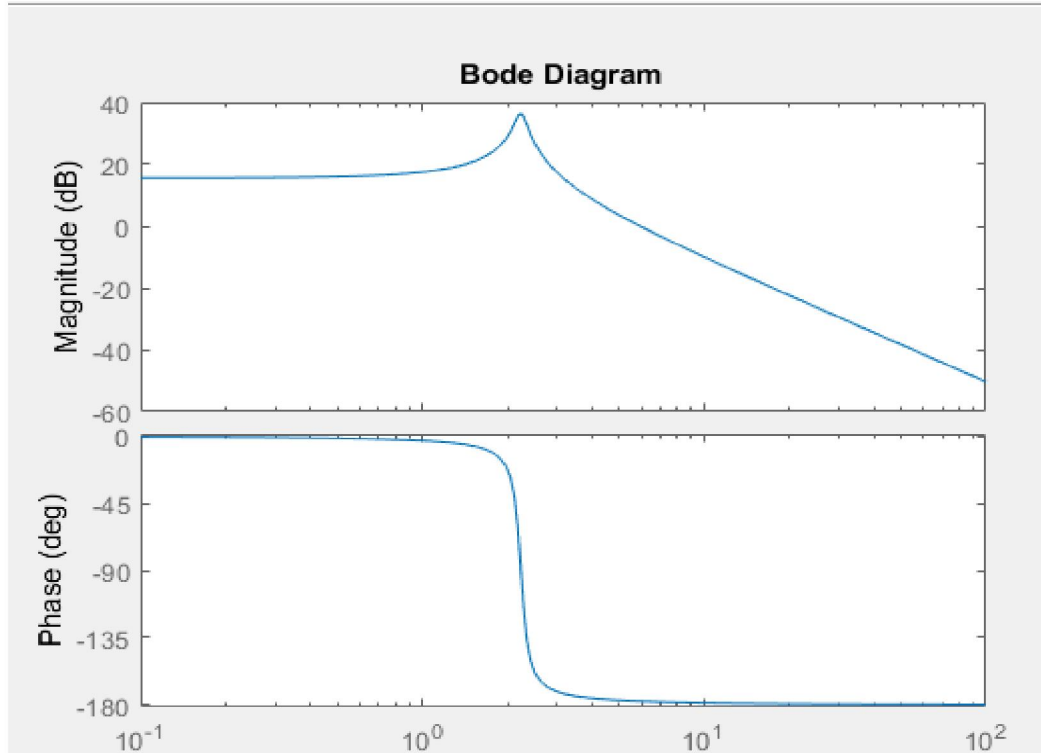


Рисунок 6 – Проверка утверждения, что максимальное значение ЛАЧХ

$$\text{равно } 20 \lg \frac{K}{2\mu\sqrt{1-\mu^2}}$$

По рисунку 6 видим, что максимальное значение ЛАЧХ равно:

$$20 \lg \frac{6}{2 \cdot 0,0448 \cdot \sqrt{1 - 0,0448^2}} = 20 \lg \cdot 67 = 36,5$$

6) Максимум ЛАЧХ находится на частоте $\omega = \frac{\sqrt{1 - 2\mu^2}}{T}$.

$$\omega = \frac{\sqrt{1 - 2\mu^2}}{T} = \frac{\sqrt{1 - 2 \cdot 0,0448^2}}{0,448} = 2,23$$

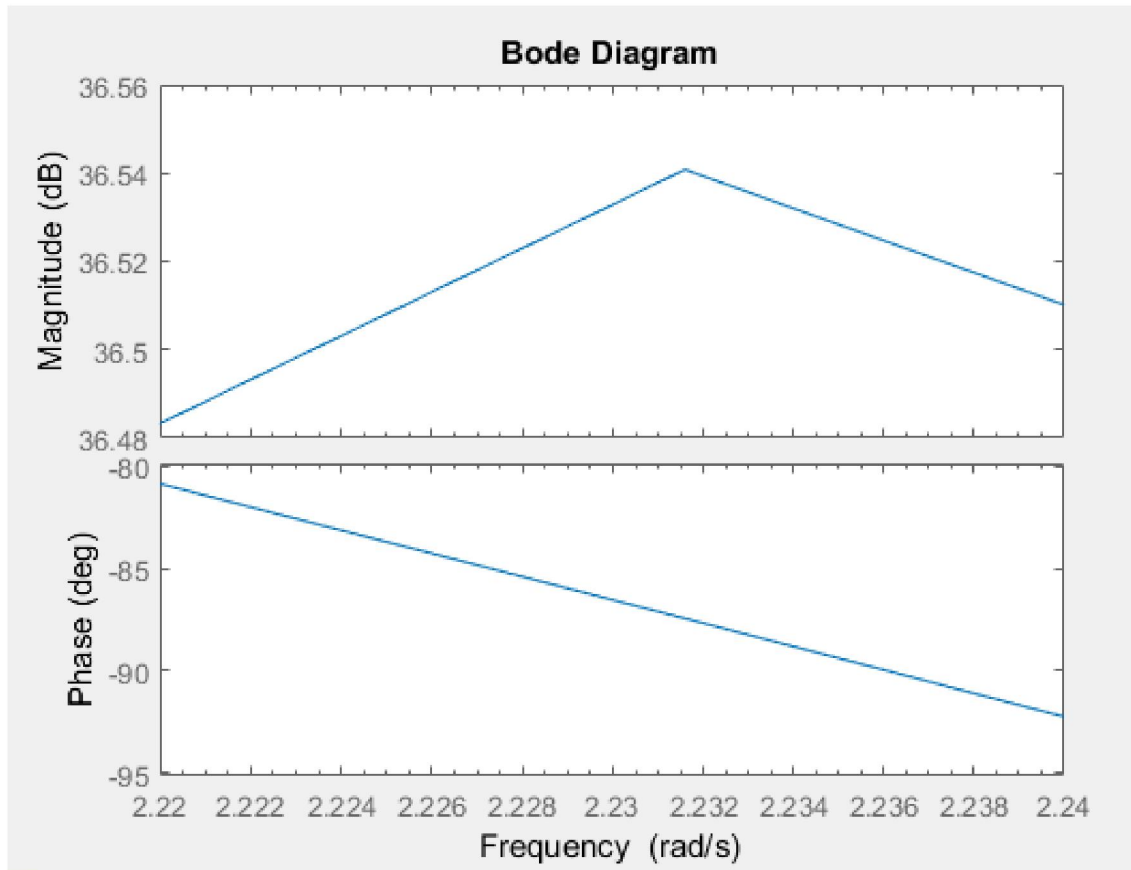


Рисунок 7 – Проверка утверждения о том, что максимум ЛАЧХ находится

на частоте $\omega = \frac{\sqrt{1 - 2\mu^2}}{T}$.

По рисунку 7 видим, что действительно максимум находится на частоте равной:

$$\omega = \frac{\sqrt{1 - 2\mu^2}}{T} = \frac{\sqrt{1 - 2 \cdot 0,0448^2}}{0,448} = 2,23$$