

Цель работы: освоение методов анализа линейных систем с помощью программы Vissim; изучение основных характеристик типовых линейных звеньев.

Выполнение работы:

1. Апероидическое звено 2-го порядка.

1.1. Запишем комплексный коэффициент передачи апероидического звена 2го порядка.

$$W(s) = \frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}, \quad \text{где } k=3; \quad T_1=0.1\text{с}; \quad T_2=0.8\text{с}.$$

$$W(j\omega) = \frac{k}{(T_1 j\omega + 1)(T_2 j\omega + 1)} = \frac{k(1 - T_1 j\omega)(1 - T_2 j\omega)}{(1 + T_1^2 \omega^2)(1 + T_2^2 \omega^2)} = \frac{k - kT_1 j\omega - kT_2 j\omega - kT_1 T_2 \omega^2}{(1 + T_1^2 \omega^2)(1 + T_2^2 \omega^2)} =$$

$$\frac{k - kT_1 T_2 \omega^2}{(1 + T_1^2 \omega^2)(1 + T_2^2 \omega^2)} + j \frac{-kT_1 \omega - kT_2 \omega}{(1 + T_1^2 \omega^2)(1 + T_2^2 \omega^2)} = \frac{3 - 0,24\omega^2}{(1 + 0,01\omega^2)(1 + 0,64\omega^2)} + j \frac{-2,7\omega}{(1 + 0,01\omega^2)(1 + 0,64\omega^2)}$$

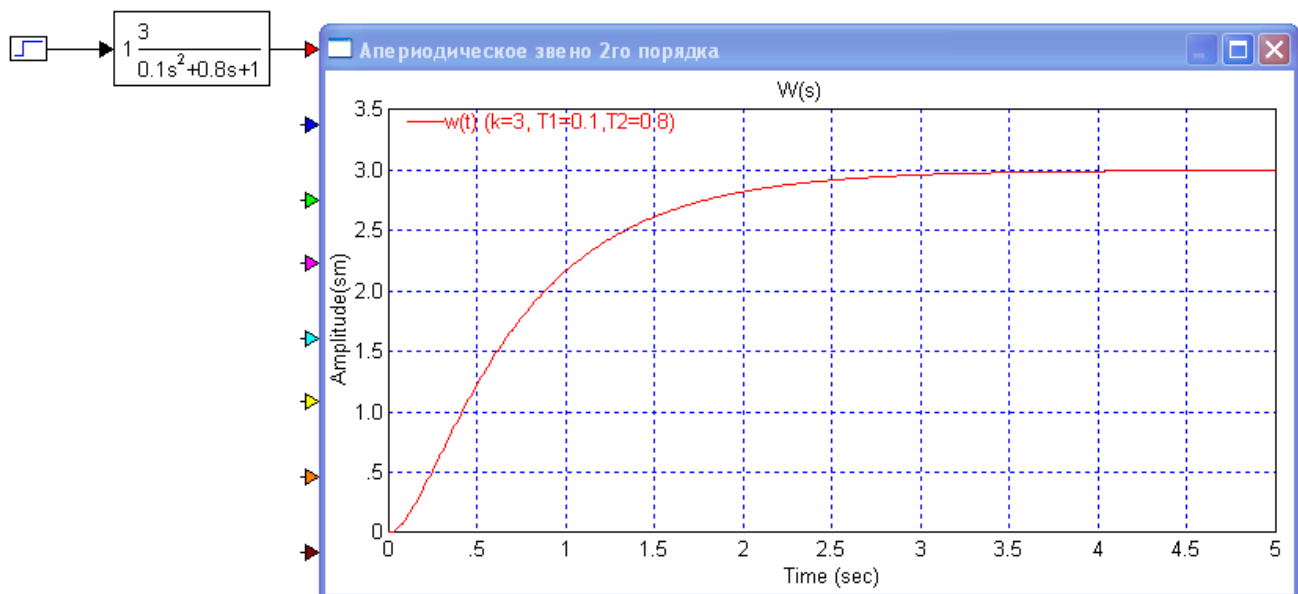
1.2. Запишем выражение для АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ.

$$\text{АЧХ: } A(\omega) = |W(j\omega)| = \sqrt{\left(\frac{3 - 0,24\omega^2}{(1 + 0,01\omega^2)(1 + 0,64\omega^2)} \right)^2 + \left(\frac{-2,7\omega}{(1 + 0,01\omega^2)(1 + 0,64\omega^2)} \right)^2} = \frac{-2,7\omega}{\sqrt{(1 + 0,01\omega^2)(1 + 0,64\omega^2)}}$$

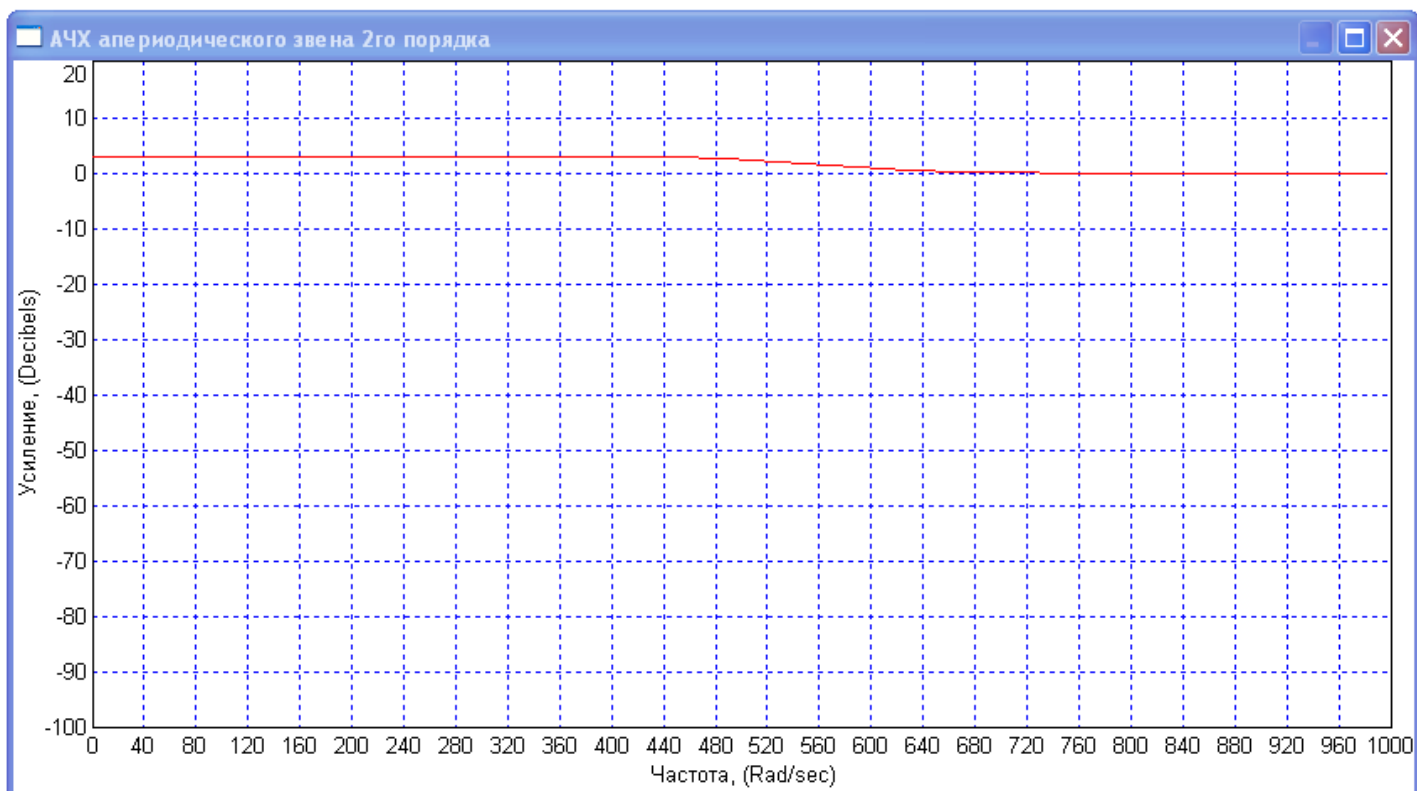
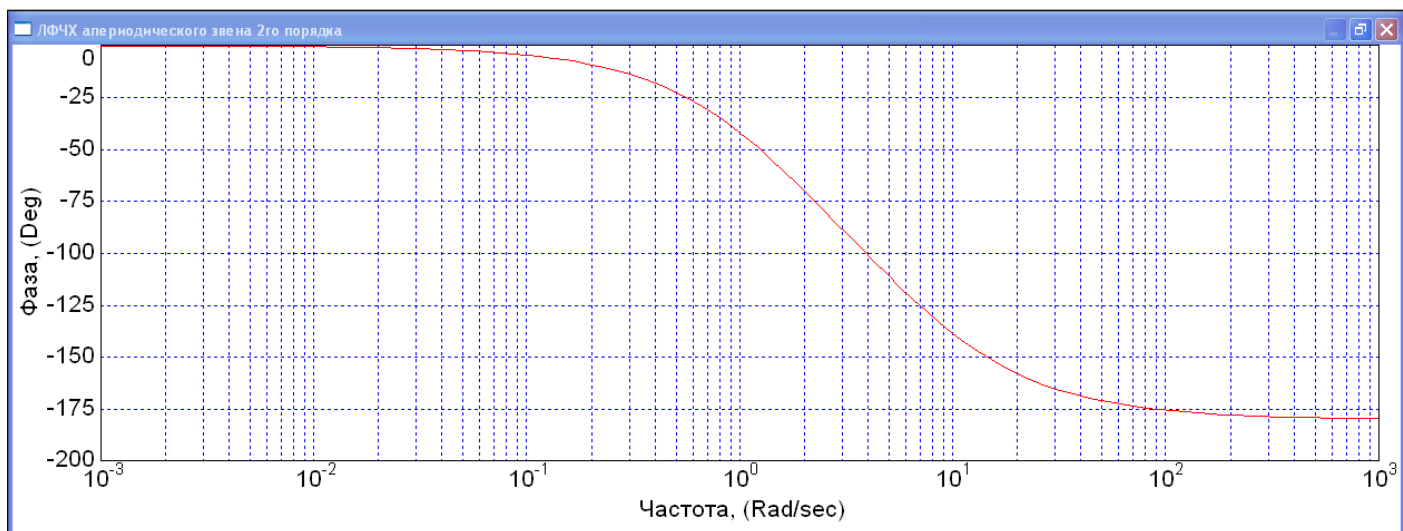
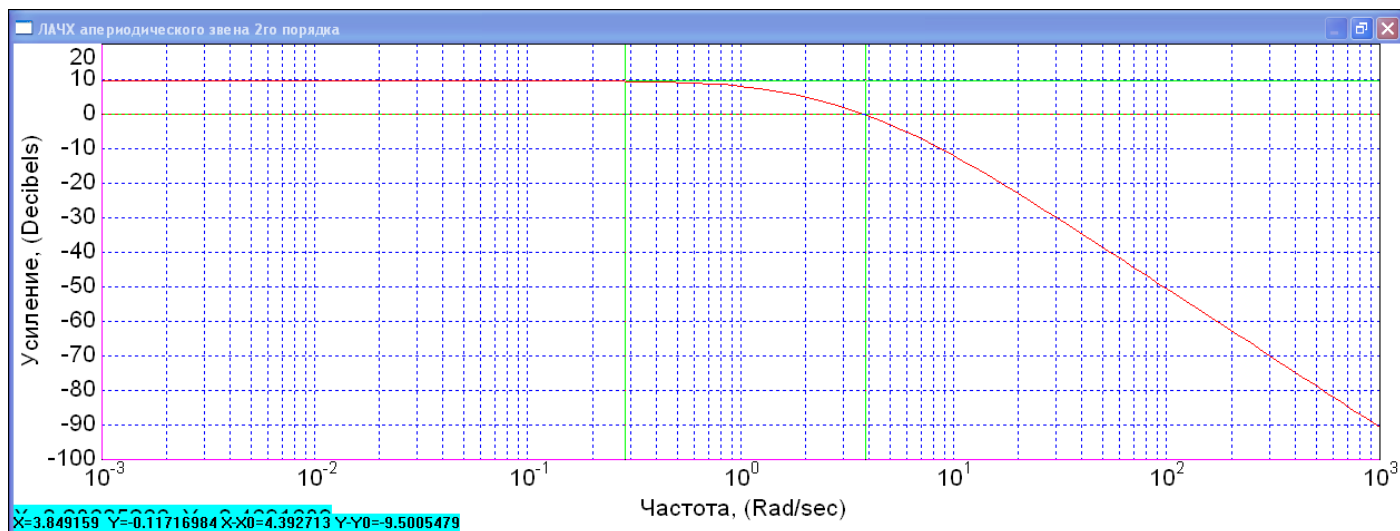
$$\text{ФЧХ: } \phi(\omega) = \arctg\left(\frac{-2,7\omega}{3 - 0,24\omega^2} \right)$$

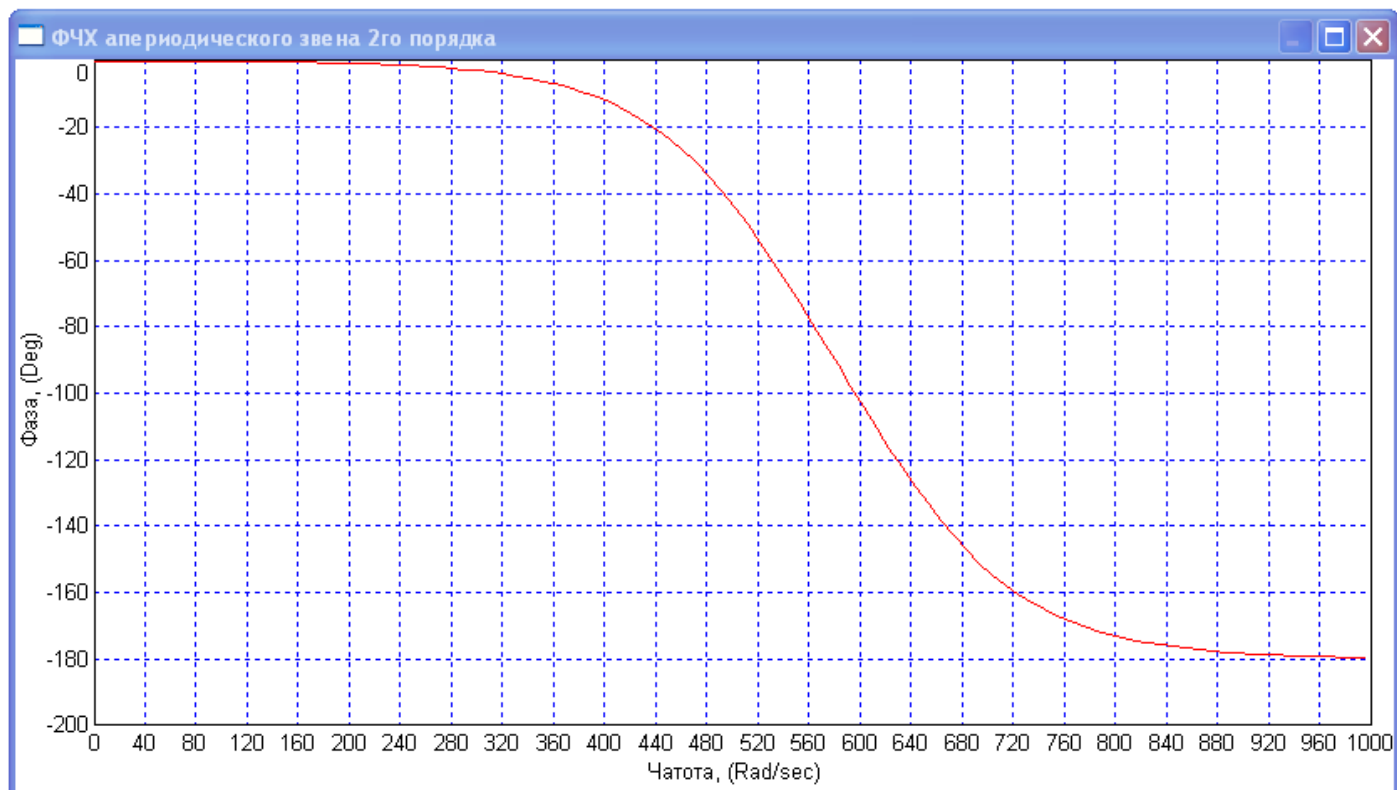
$$\text{ЛАЧХ: } L(\omega) = 20 \lg \left(\frac{-2,7\omega}{\sqrt{(1 + 0,01\omega^2)(1 + 0,64\omega^2)}} \right)$$

1.3. Получим график переходного процесса.



1.4. Построим ЛАЧХ и ЛФЧХ апероидического звена.





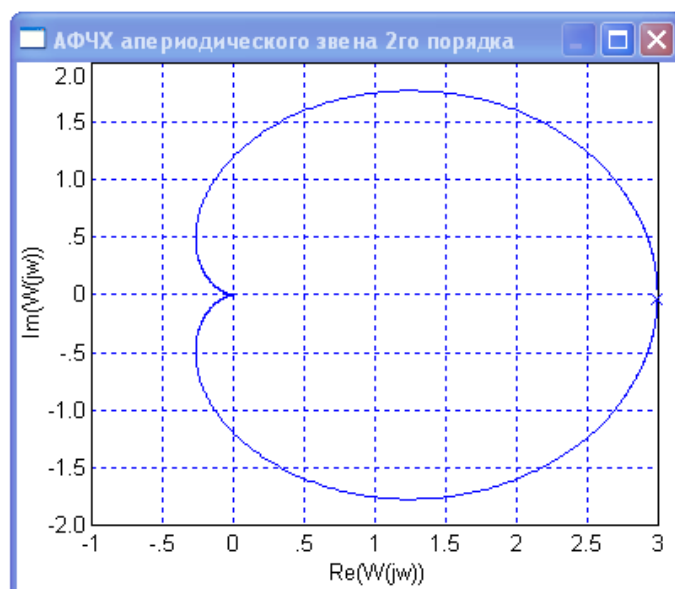
1.5. По графику определим частоту сопряжения (точки излома или перегиба), частоту среза (пересечение ЛАЧХ с осью 0 дБ) и коэффициент усиления.

$$\omega_{cp} = 3.85 \text{ рад/с}$$

$$\omega_c = \quad \text{рад/с} \quad (\omega_c = 1/T)$$

$$k =$$

1.8. Построим амплитудно-фазовую частотную характеристику АФЧХ (или годограф Найквиста) для аperiodического звена 2-го порядка.



2. Изодромное звено.

2.1 Запишем комплексный коэффициент передачи изодромного звена.

$$W(s) = \frac{k(Ts+1)}{s} = k_1 + \frac{k}{s}, \quad \text{где } k=4; \quad T=0.3\text{с.}$$

$$W(j\omega) = \frac{k(Tj\omega+1)}{j\omega} = kT - j\frac{k}{\omega} = 1,2 - j\frac{4}{\omega}$$

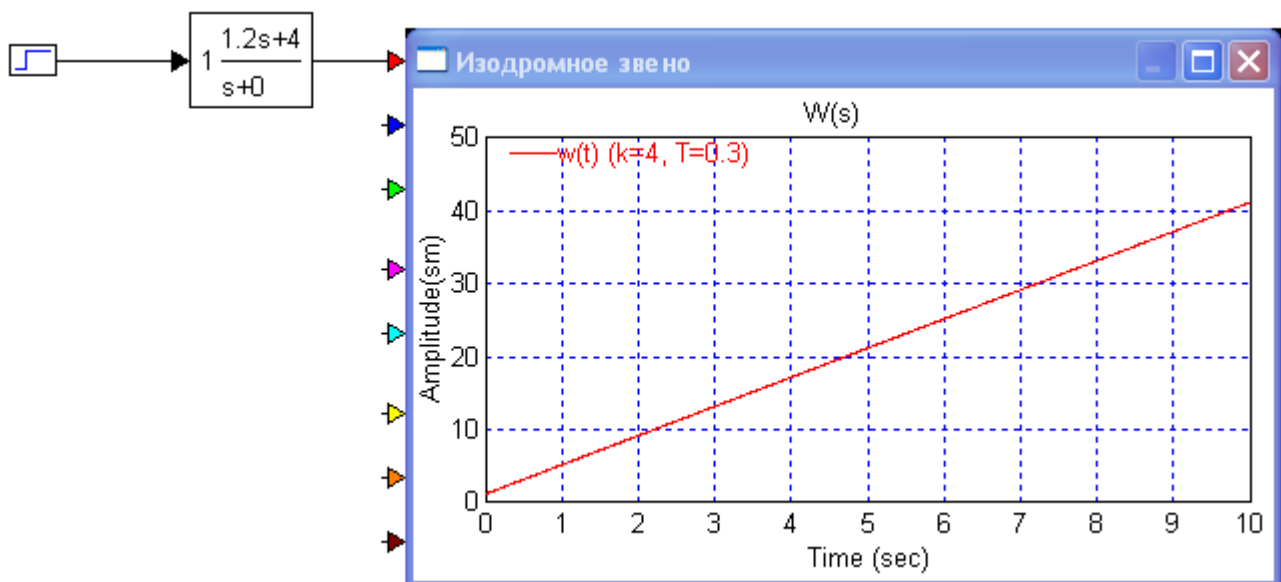
2.2. Запишем выражение для АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ.

$$\text{АЧХ: } A(\omega) = |W(j\omega)| = 4\sqrt{0,09 + \frac{1}{\omega^2}}$$

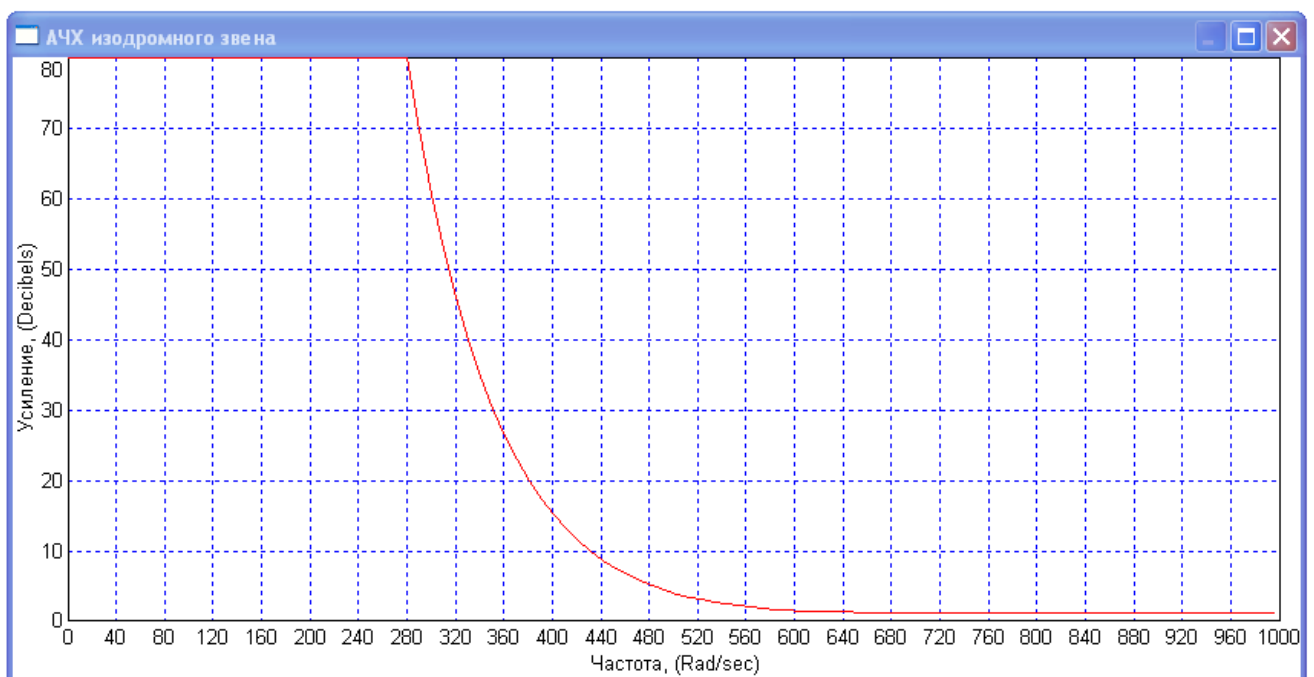
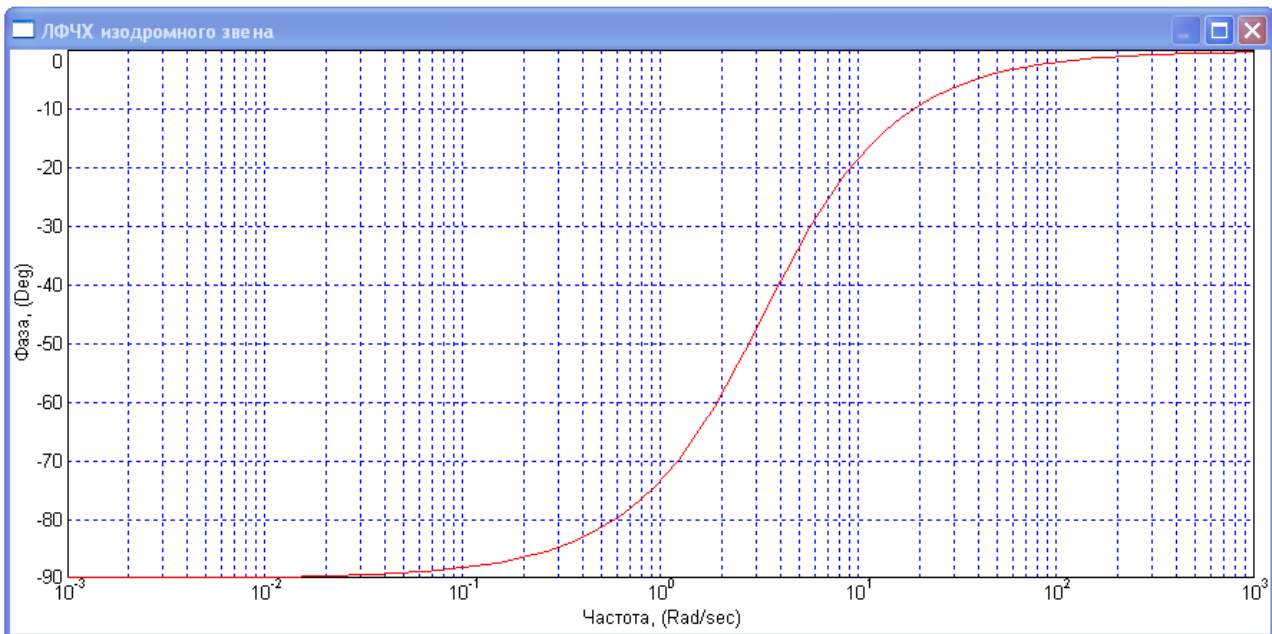
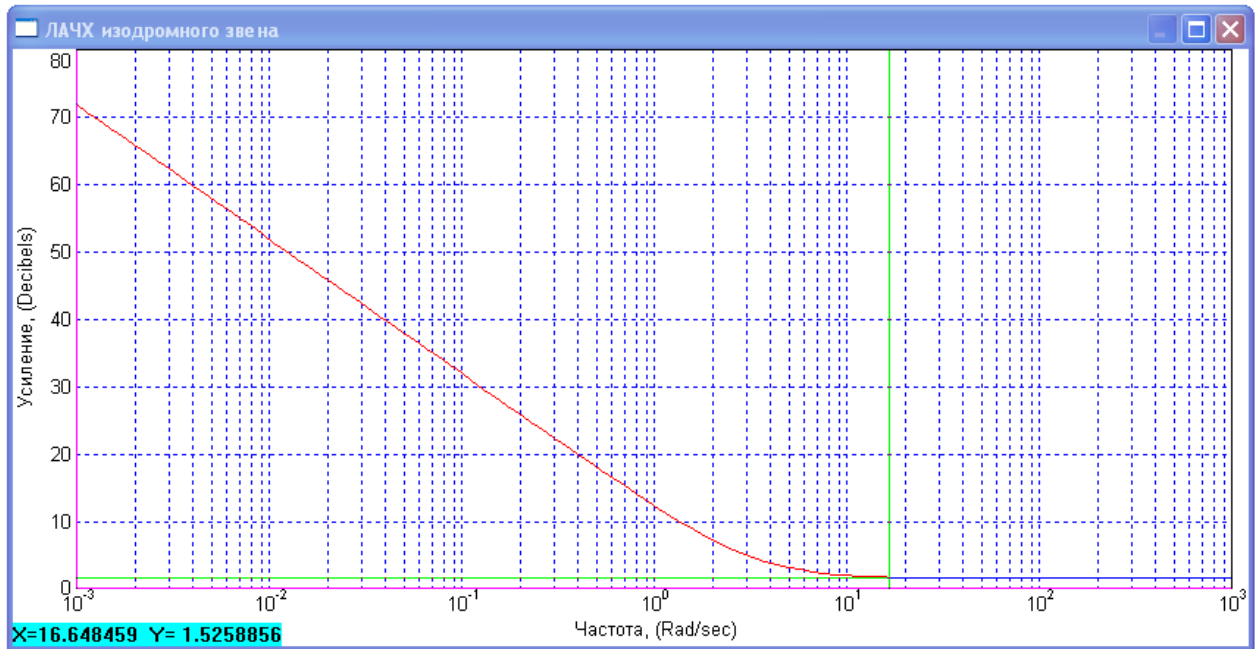
$$\text{ФЧХ: } \varphi(\omega) = \arctg\left(\frac{1}{0,3\omega}\right)$$

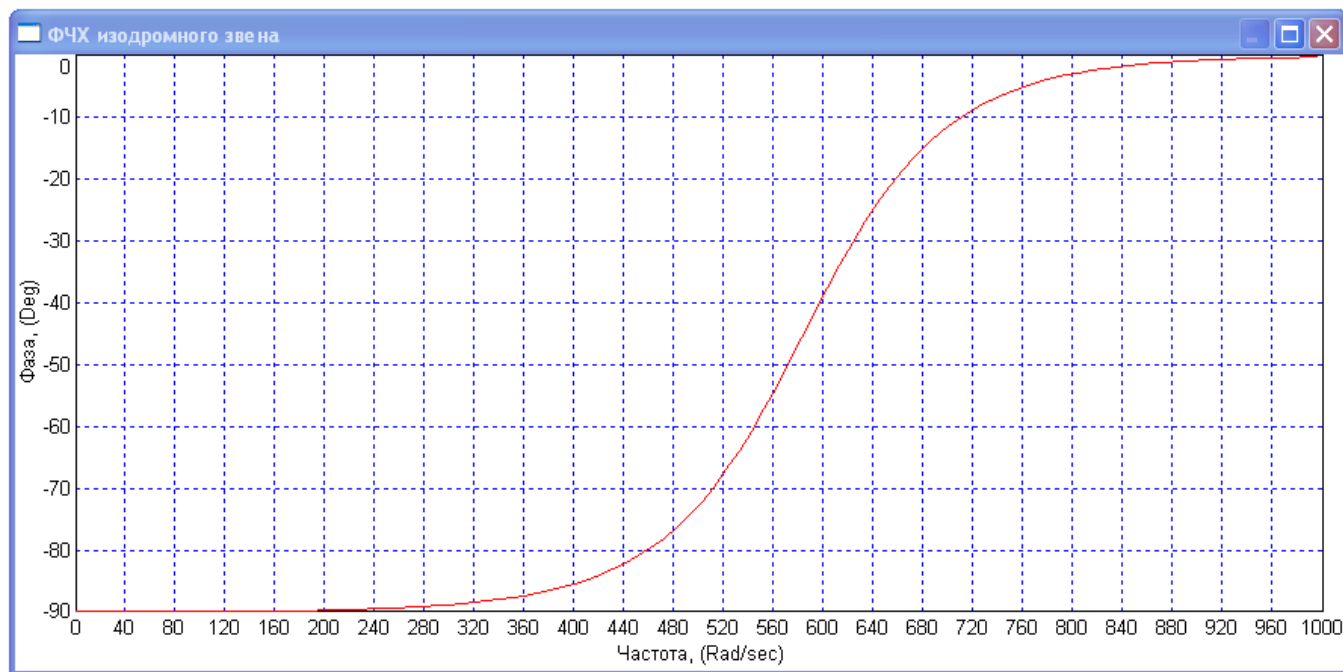
$$\text{ЛАЧХ: } L(\omega) = 20\lg|A(\omega)| = 20\lg\left(4\sqrt{0,09 + \frac{1}{\omega^2}}\right)$$

2.3. Получим график переходного процесса.



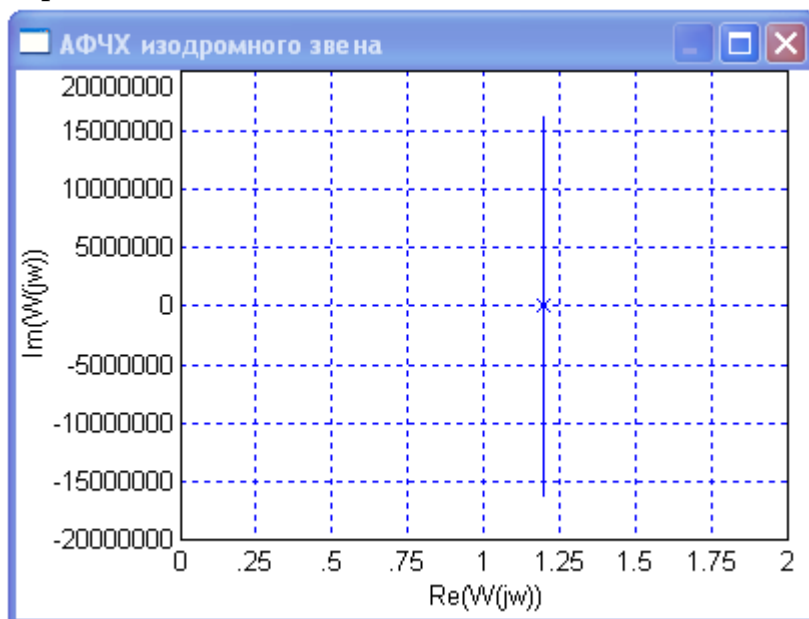
2.4. Построим ЛАЧХ и ЛФЧХ изодромного звена.





2.5. По графику определим частоту сопряжения (точки излома или перегиба), частоту среза (пересечение ЛАЧХ с осью 0 дБ) и коэффициент усиления.

2.8. Построим амплитудно-фазовую частотную характеристику АФЧХ (или годограф Найквиста) для изотермного звена.



3. Дифференцирующее звено.

3.1 Запишем комплексный коэффициент передачи дифференцирующего звена.

$$W(s) = k s, \quad \text{где } k=0.2. \quad W(j\omega) = 0,2 j \omega$$

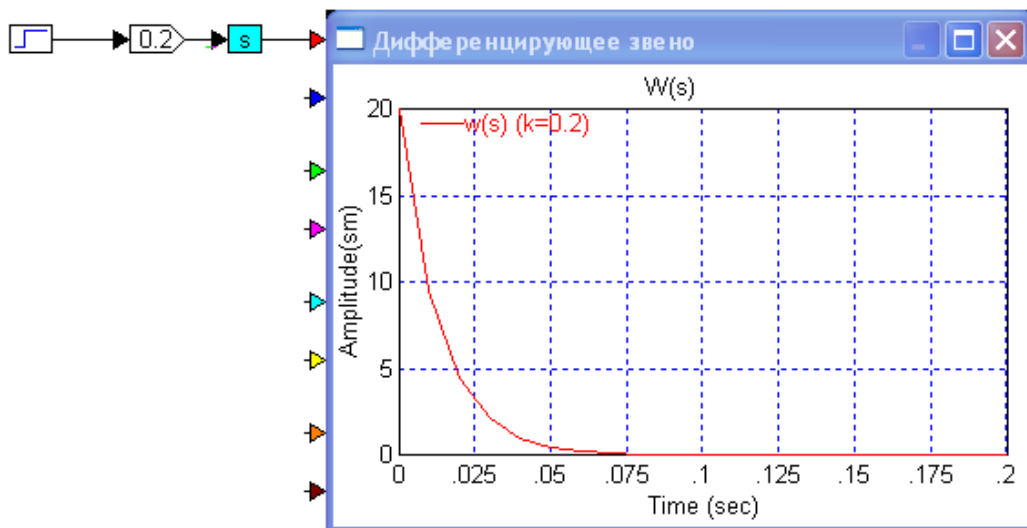
3.2. Запишем выражение для АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ.

АЧХ: $A(\omega) = |W(j\omega)| = 0,2 \omega$

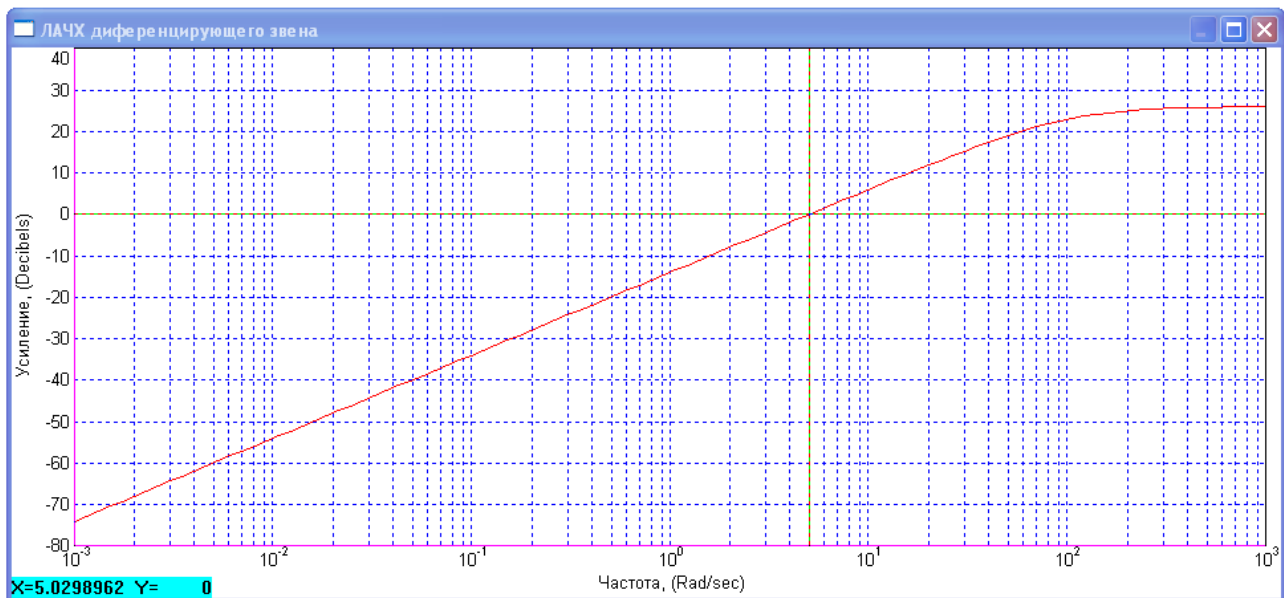
ФЧХ: $\varphi(\omega) = \arctg(0,2 \omega)$

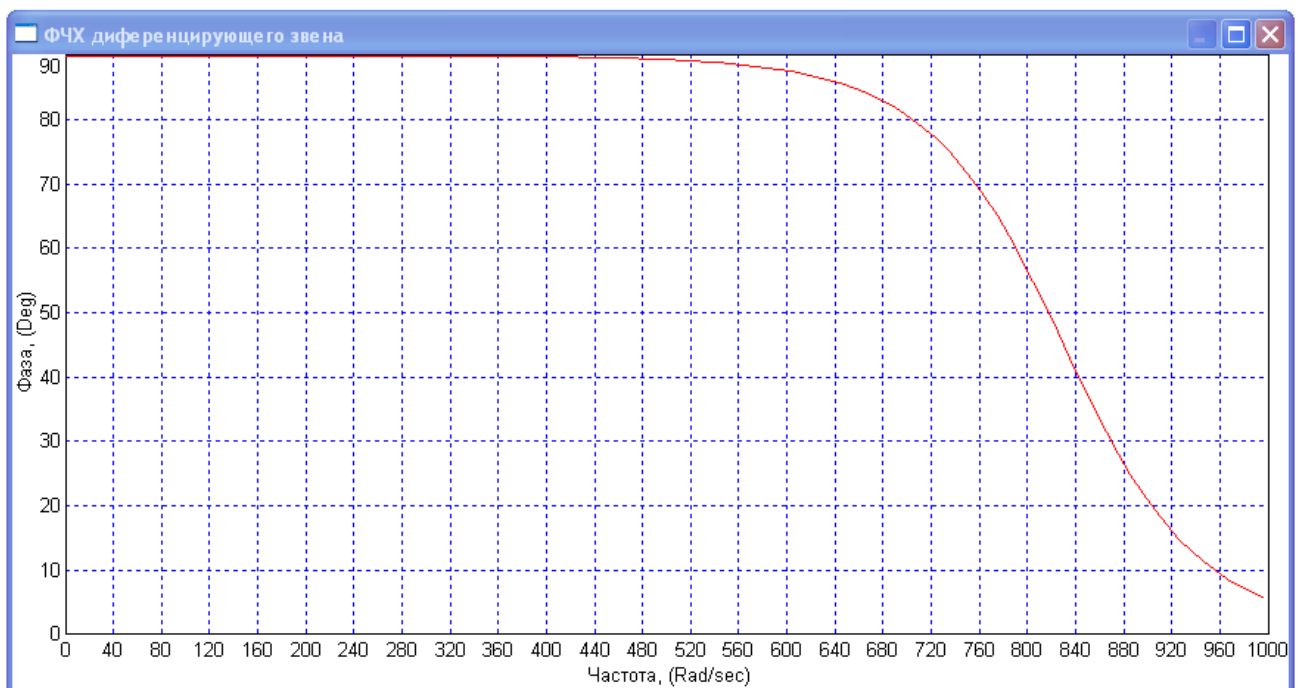
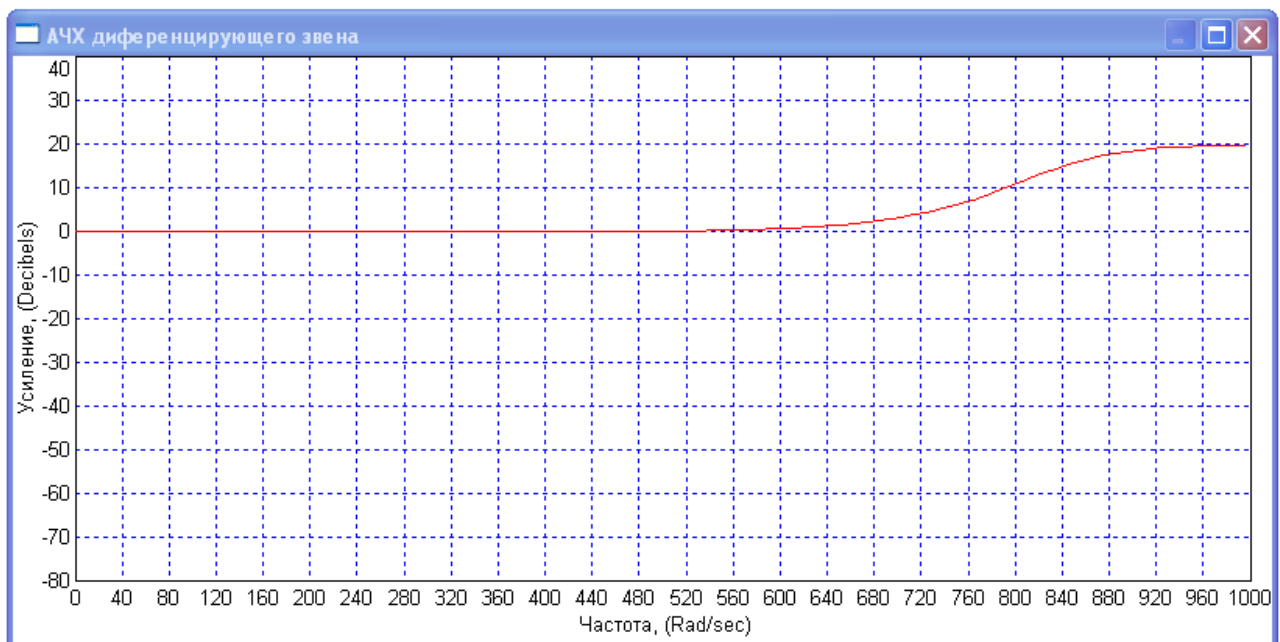
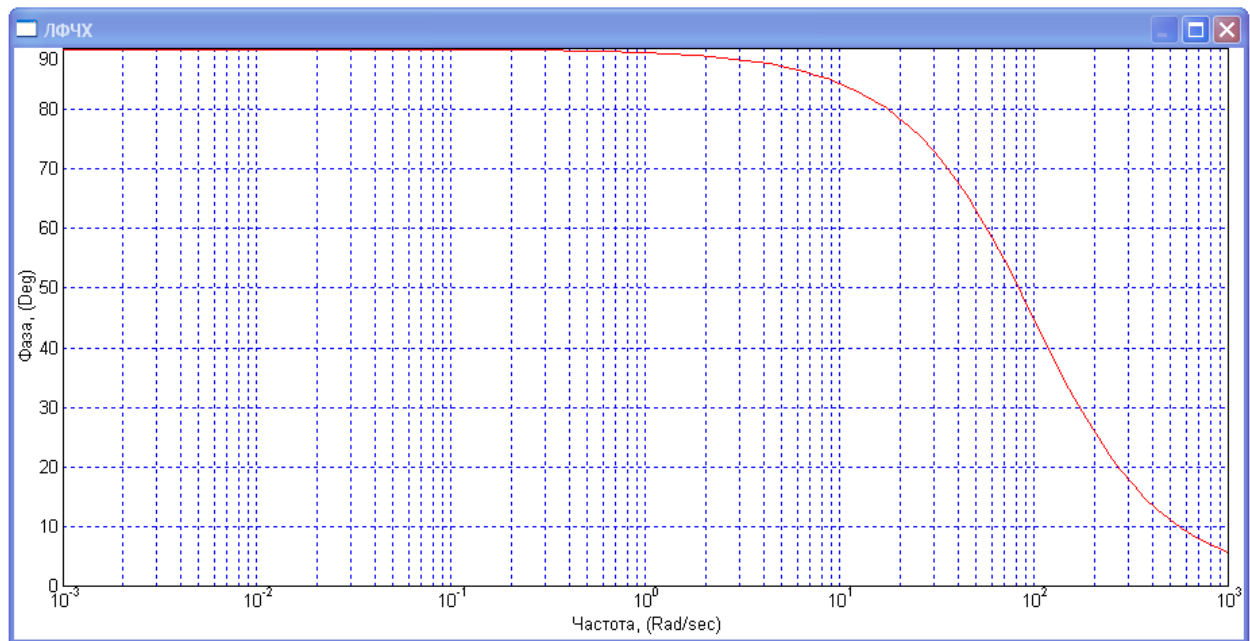
ЛАЧХ: $L(\omega) = 20 \lg |A(\omega)| = 20 \lg(0,2 \omega)$

3.3. Получим график переходного процесса.



3.4. Построим ЛАЧХ и ЛФЧХ дифференцирующего звена.

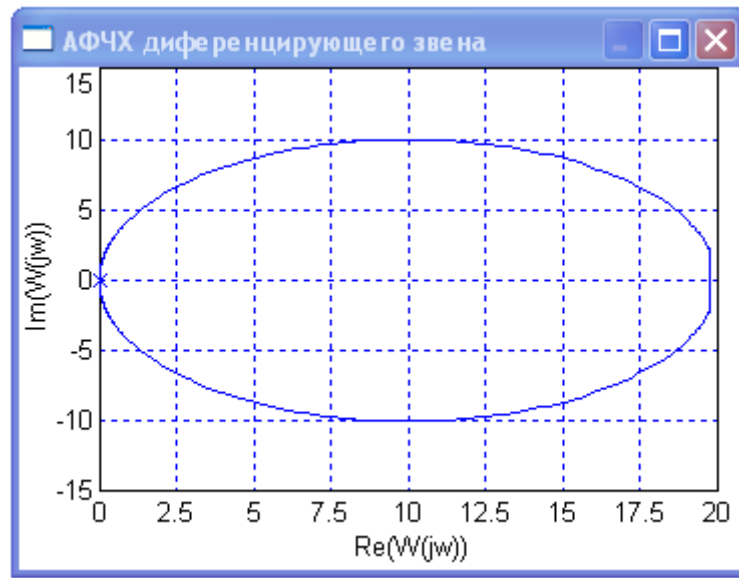




3.5. По графику определить частоту сопряжения (точки излома или перегиба), частоту среза (пересечение ЛАЧХ с осью 0 дБ) и коэффициент усиления.

$$\omega_{\text{ср}}=5,03 \text{ рад/с}$$

3.8. Построить амплитудно-фазовую частотную характеристику АФЧХ (или годограф Найквиста) для дифференцирующего звена.



4. Найти выражение для передаточной функции заданного дифференциального уравнения, построить ЛАЧХ, ЛФЧХ и АФЧХ.

$$a_3 \frac{d^3}{dt^3} Y(t) + a_4 \frac{d^2}{dt^2} Y(t) + a_5 \frac{d}{dt} Y(t) + a_6 Y(t) = b_3 \frac{d^2}{dt^2} X(t) + b_4 \frac{d}{dt} X(t) + b_5 X(t), \text{ где } a_3=8, a_4=-9, \\ a_5=3, a_6=4, b_3=5, b_4=-6, b_5=4.$$

$$8 \frac{d^3}{dt^3} Y(t) - 9 \frac{d^2}{dt^2} Y(t) + 3 \frac{d}{dt} Y(t) + 4 Y(t) = 5 \frac{d^2}{dt^2} X(t) - 6 \frac{d}{dt} X(t) + 4 X(t)$$

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{5s^2 - 6s + 4}{8s^3 - 9s^2 + 3s + 4}$$

