

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем Управления и Информатики Группа Р3340

Лабораторная работа №9
“Экспериментальное построение частотных
характеристик типовых динамических звеньев”
Вариант - 2

Выполнил Алякин С.П. (подпись)
(фамилия, и.о.)

Проверил _____ (подпись)
(фамилия, и.о.)

"__" _____ 20_17 г. Санкт-Петербург, 20_17 г.

Работа выполнена с оценкой _____

Дата защиты "__" _____ 20_17 г.

Цель работы

Изучение частотных характеристик типовых динамических звеньев и способов их построения.

Исходные данные

Таблица 1 – Исходные данные

k	T	ξ
2	0,5	0,15

Сопрягающая частота $\frac{1}{T} = 2$

Входной сигнал $g(t) = g_m \sin \omega t$

Исследуемые типы звеньев:

1. Колебательное $W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi T s + 1}$
2. Идеальное интегрирующее $W(s) = \frac{k}{s}$
3. Изодромное $W(s) = \frac{k(1 + Ts)}{s}$

1 Колебательное звено

Частотная передаточная функция для колебательного звена:

$$W(j\omega) = W(s)|_{s=j\omega} = \frac{k}{1 - T^2\omega^2 + jT\xi\omega} = \frac{k(1 - T^2\omega^2)}{(1 - T^2\omega^2)^2 + (2T\xi\omega)^2} - j \frac{2T\xi\omega k}{(1 - T^2\omega^2)^2 + (2T\xi\omega)^2} \quad (1)$$

$$U(\omega) = \frac{k(1 - T^2\omega^2)}{(1 - T^2\omega^2)^2 + (2T\xi\omega)^2} = \frac{2 - 0,5\omega^2}{(1 - 0,25\omega^2)^2 + 0,0225\omega^2} \quad (2)$$

$$V(\omega) = -\frac{2T\xi\omega k}{(1 - T^2\omega^2)^2 + (2T\xi\omega)^2} = -\frac{0,3\omega}{(1 - 0,25\omega^2)^2 + 0,0225\omega^2} \quad (3)$$

$$A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)} = \frac{k}{\sqrt{(1 - T^2\omega^2)^2 + (2T\xi\omega)^2}} = \frac{2}{\sqrt{(1 - 0,25\omega^2)^2 + 0,0225\omega^2}} \quad (4)$$

$$\psi(\omega) = \begin{cases} -\arctg \frac{2T\xi\omega}{1 - T^2\omega^2} = -\arctg \frac{0,15\omega}{1 - 0,25\omega^2} & \text{при } \omega \leq \frac{1}{T} \\ -\pi - \arctg \frac{2T\xi\omega}{1 - T^2\omega^2} = -\pi - \arctg \frac{0,15\omega}{1 - 0,25\omega^2} & \text{при } \omega > \frac{1}{T} \end{cases} \quad (5)$$

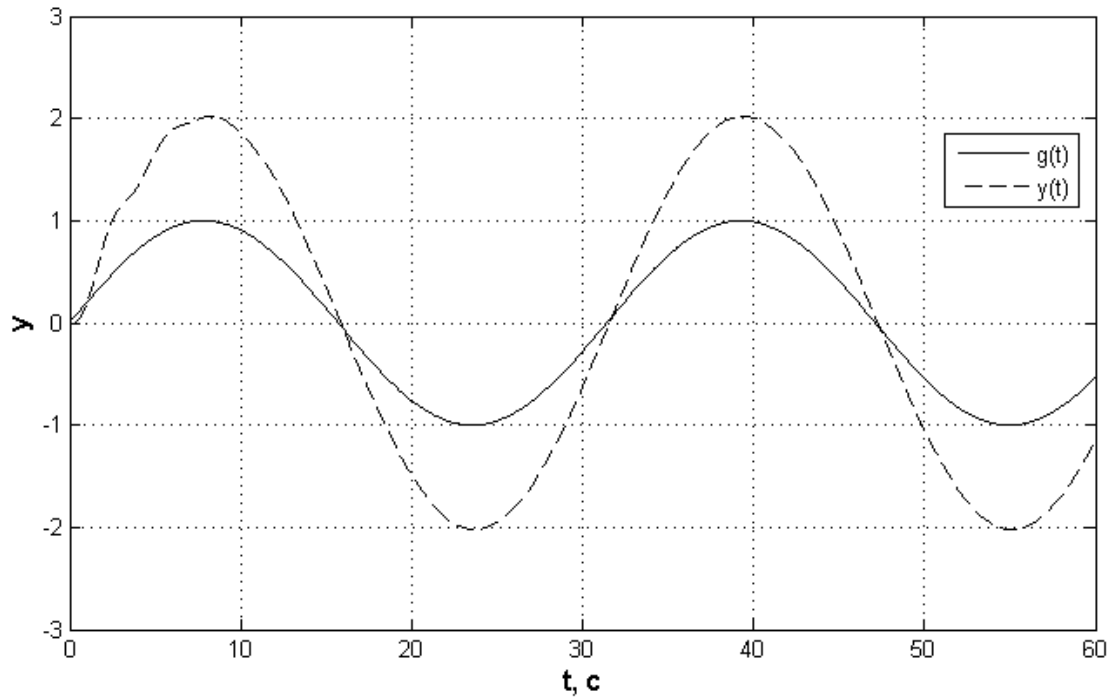
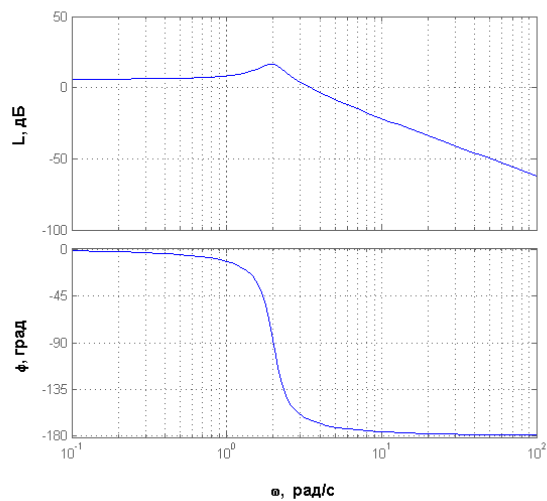


Рисунок 1 – Временная диаграмма колебательного звена

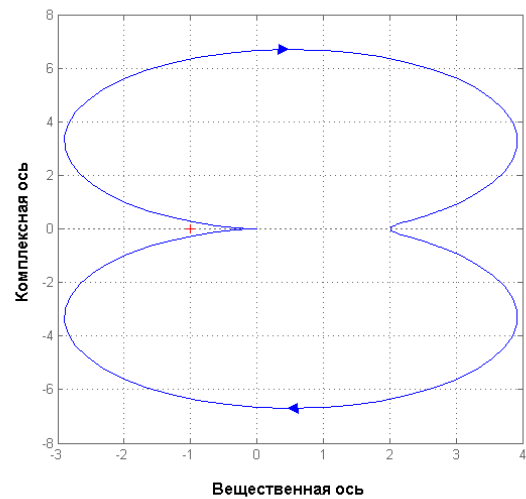
Таблица 2 – Данные исследования колебательного звена

ω , рад/с	$\lg \omega$	$A(\omega)$	$L(\omega)$	$\psi(\omega)$, град
0,20	-0,69	2,02	6,11	-1,74
0,35	-0,45	2,06	6,28	-3,10
0,50	-0,30	2,13	6,57	-4,57
0,71	0,15	2,27	7,12	-6,95
1,00	0	2,61	8,33	-11,31
1,41	0,15	3,67	11,29	-22,81
2,00	0,30	6,67	16,48	-90,00
2,82	0,45	1,86	5,39	-156,82
3,98	0,59	0,66	-3,61	-168,59
6,31	0,80	0,22	-13,15	-173,97
10,00	1,00	0,08	21,94	-176,42

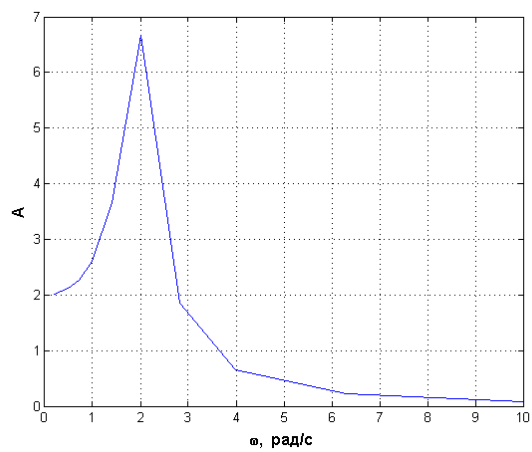
Частотные и логарифмические частотные характеристики приведены на рисунке 2.



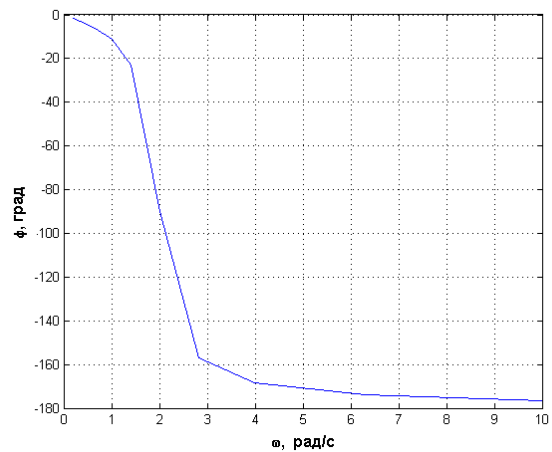
(a) ЛАЧХ и ЛФЧХ



(b) АФЧХ



(с) АЧХ



(d) ФЧХ

Рисунок 2 – Характеристики колебательного звена

Построим асимптотическое ЛАЧХ для данного звена:

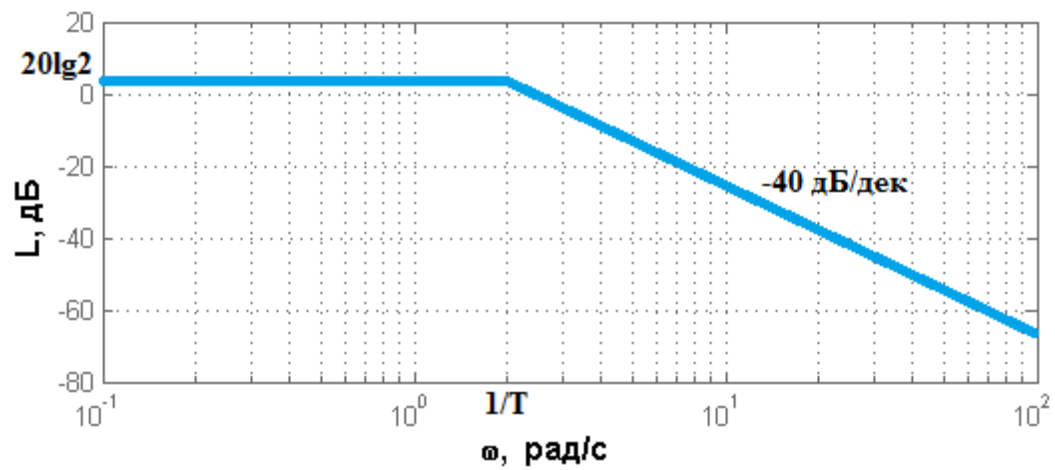


Рисунок 3 – Асимптотическое ЛАЧХ колебательного звена

2 Идеальное интегрирующее звено

Частотная передаточная функция для идеального интегрирующего звена:

$$W(j\omega) = W(s)|_{s=j\omega} = \frac{k}{j\omega} = \frac{jk\omega}{-\omega^2} = -j\frac{k}{\omega} \quad (6)$$

$$U(\omega) = 0 \quad (7)$$

$$V(\omega) = \frac{k}{\omega} = \frac{2}{\omega} \quad (8)$$

$$A(\omega) = \frac{2}{\omega} \quad (9)$$

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg \frac{2}{\omega} = 20 \lg 2 - 20 \lg \omega \quad (10)$$

$$\psi(\omega) = \arctg \frac{V(\omega)}{U(\omega)} = -\arctg \frac{2}{\omega} = -\arctg \infty = -\frac{\pi}{2} \quad (11)$$

Таблица 3 – Данные исследования идеального интегрирующего звена

ω , рад/с	$\lg \omega$	$A(\omega)$	$L(\omega)$	$\psi(\omega)$, град
0,20	-0,69	10,00	20,00	-90
0,35	-0,45	5,71	15,13	-90
0,50	-0,30	4,00	12,04	-90
0,71	0,15	2,82	9	-90
1,00	0	2	6,02	-90
1,41	0,15	1,42	3,05	-90
2,00	0,30	1,00	0	-90
2,82	0,45	0,71	-2,97	-90
3,98	0,60	0,50	-6,02	-90
6,31	0,80	0,32	-9,89	-90
10,00	1,00	0,20	-13,97	-90

Построим асимптотическое ЛАЧХ для интегрирующего звена:

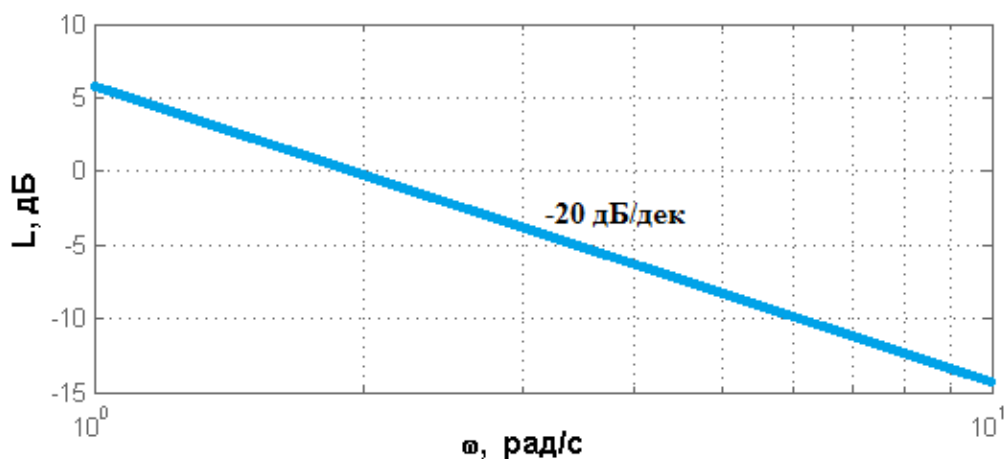
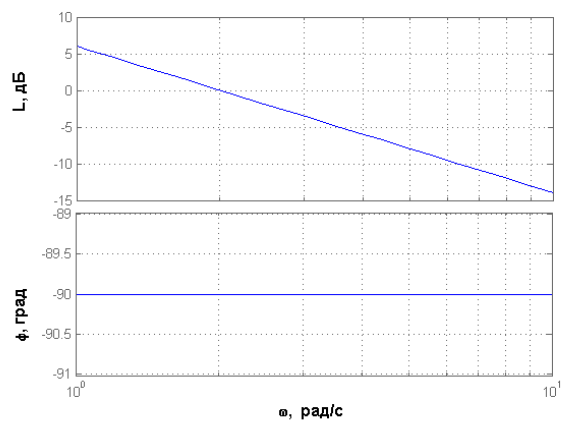
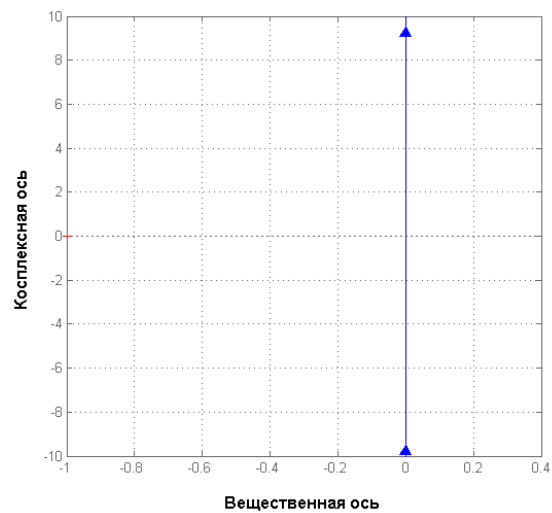


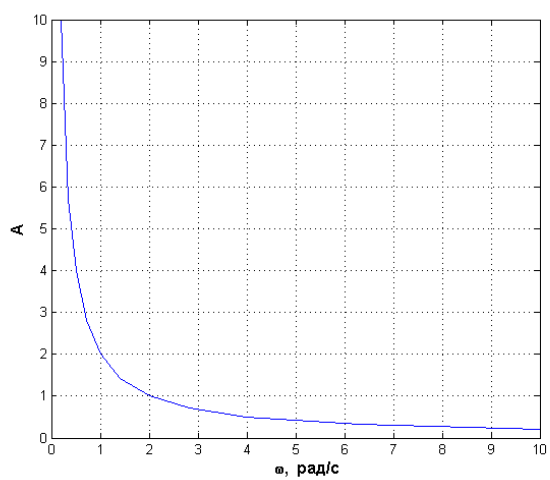
Рисунок 4 – Асимптотическое ЛАЧХ идеального интегрирующего звена



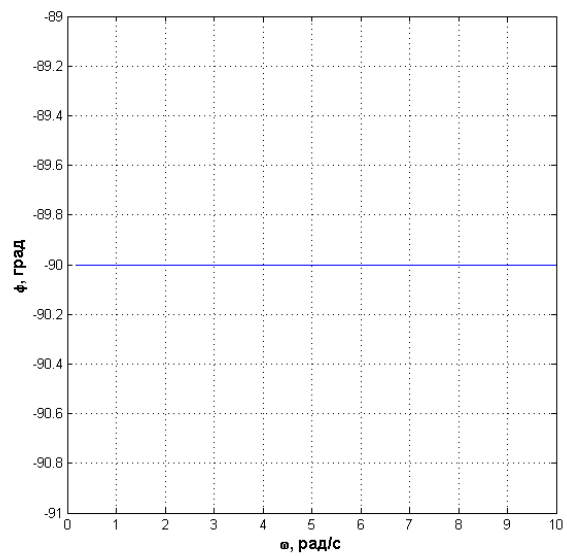
(а) ЛАЧХ и ЛФЧХ



(b) АФЧХ



(с) АЧХ



(d) ФЧХ

Рисунок 5 – Характеристики идеального интегрирующего звена

3 Изодромное звено

Частотная характеристика для изодромного звена:

$$W(j\omega) = W(s)|_{s=j\omega} = \frac{k(1+jT\omega)}{j\omega} = \frac{-kT\omega^2 + jk\omega}{-\omega^2} = \frac{kT\omega - jk}{\omega} = kT - j\frac{k}{\omega} \quad (12)$$

$$U(\omega) = kT = 1 \quad (13)$$

$$V(\omega) = -\frac{k}{\omega} = -\frac{2}{\omega} \quad (14)$$

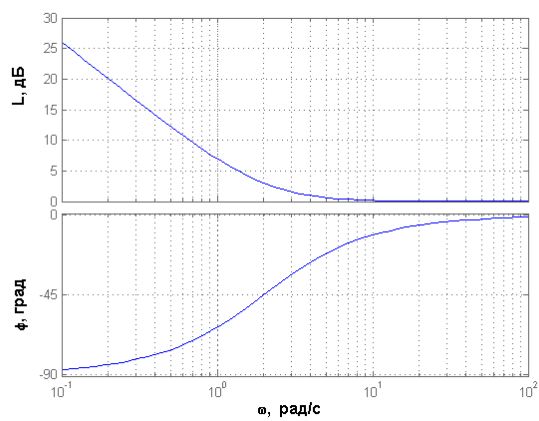
$$A(\omega) = \sqrt{1 + \frac{4}{\omega^2}} \quad (15)$$

$$L(\omega) = 20 \lg \sqrt{1 + \frac{4}{\omega^2}} \quad (16)$$

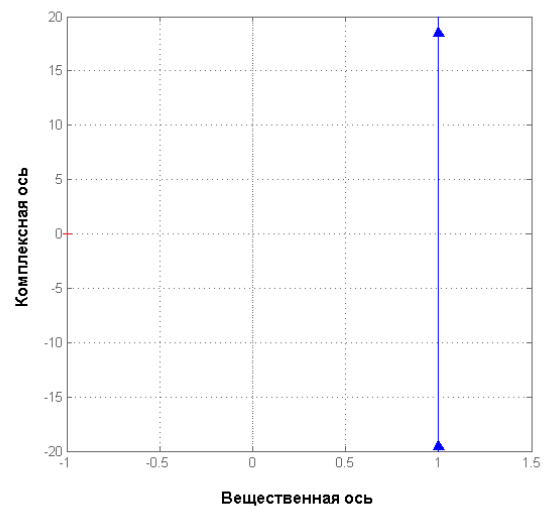
$$\psi(\omega) = -\operatorname{arctg} \frac{2}{\omega} \quad (17)$$

Таблица 4 – Данные исследования изодромного звена

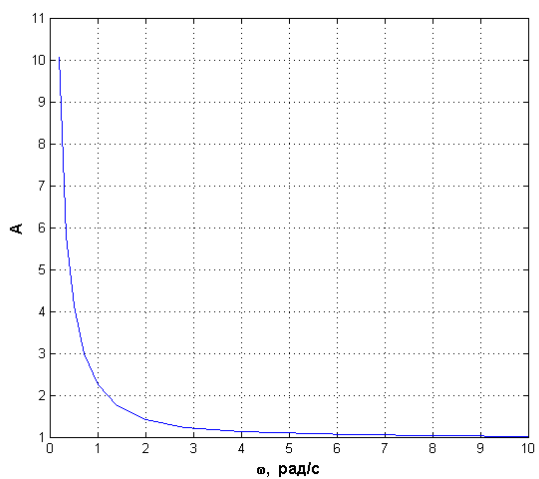
ω , рад/с	$\lg \omega$	$A(\omega)$	$L(\omega)$	$\psi(\omega)$, град
0,20	-0,69	10,05	20,04	-84,29
0,35	-0,45	5,80	14,12	-80,07
0,50	-0,30	4,12	12,29	-75,96
0,71	0,15	2,99	9,51	-70,46
1,00	0	2,24	7,01	-63,43
1,41	0,15	1,74	4,81	-54,82
2,00	0,30	1,41	2,98	-45,00
2,82	0,45	1,23	1,79	-35,35
3,98	0,60	1,12	0,98	-26,68
6,31	0,80	1,05	0,42	-17,59
10,00	1,00	1,02	0,17	-11,31



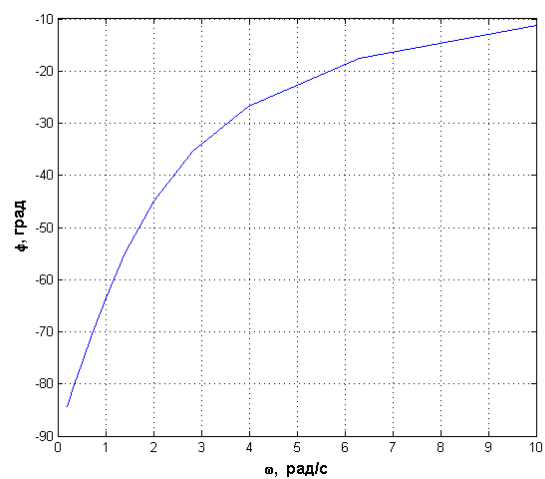
(a) ЛАЧХ и ЛФЧХ



(b) АФЧХ



(c) АЧХ



(d) ФЧХ

Рисунок 6 – Характеристики изодормного звена

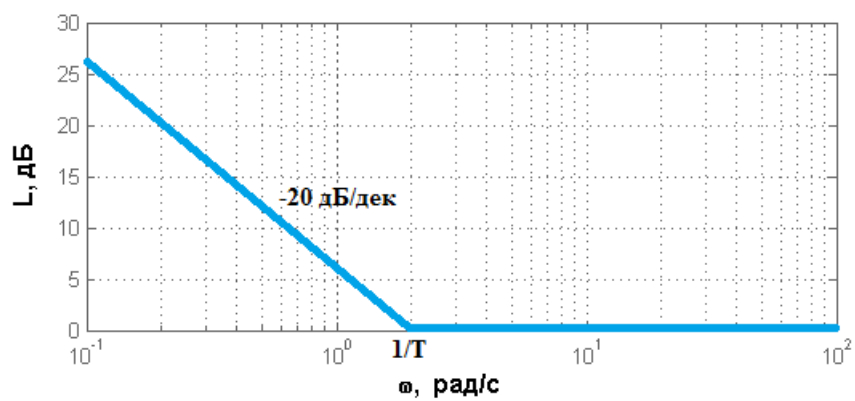


Рисунок 7 – Асимптотическое ЛАЧХ изодормного звена

Вывод

В данной работе были изучены обычные и логарифмические частотные характеристики типовых динамических звеньев, а так же методы построения асимптотических ЛАЧХ. И было доказано, что асимптотические ЛАЧХ сходятся к построенным в ходе математического моделирования, следовательно, могут быть использованы при разработке систем, так как для их построения практически не требуется вычислительная работа.