

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 P3340

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

Выполнила

Недоноскова Ю.И.

(подпись)

(фамилия, и.о.)

Проверил

\_\_\_\_\_

(подпись)

(фамилия, и.о.)

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

Санкт-Петербург,

20\_\_г.

Работа выполнена с оценкой

\_\_\_\_\_

Дата защиты "\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

**Цель работы:** Изучение частотных характеристик типовых динамических звеньев и способов их построения.

**Исходные данные.** В данной работе частотные характеристики элементарных динамических звеньев (см. таблицу 1) строятся по точкам на основании данных, полученных экспериментально. В эксперименте исследуется реакция звена на синусоидальное входное воздействие  $g(t) = g_m \sin \omega t$  с амплитудой входного сигнала  $g_m = 1$ . При заданном значении частоты и амплитуды входного сигнала для определения точек частотной характеристики необходимо измерить значение амплитуды выходного сигнала  $y_m$  и сдвиг фаз между входным и выходным сигналом в установившемся режиме  $\psi$  (см. рисунок 1). Для определения значения фазы следует учитывать, что на полученных графиках по оси абсцисс отложено время. Значение фазы выходного сигнала в радианах можно рассчитать, используя формулу  $\psi = \phi\omega$ , где  $\omega$  значение частоты входного сигнала в радианах. После соответствующей обработки эти данные дадут одну точку на частотной характеристике. Повторение таких измерений при различных значениях частоты входного сигнала даст массив точек по которым строятся частотные характеристики.

Таблица 1 – Исходные динамические звенья.

Тип звена	Передаточная функция
Колебательное	$W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}$
Идеальное интегрирующее	$W(s) = \frac{k}{s}$
Изодромное	$W(s) = \frac{k(1 + Ts)}{s}$

Параметры исследуемых звеньев:  $k=2$ ,  $T=0.5$ ,  $\xi=0.15$

Сопрягающая частота  $\frac{1}{T} = 2\text{с}^{-1}$

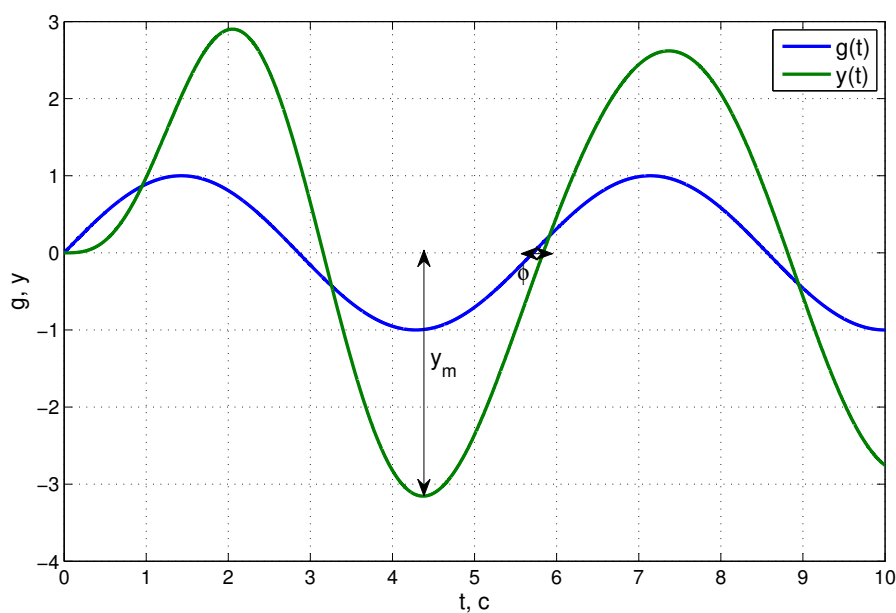


Рисунок 1 – Временная диаграмма

# 1 Колебательное звено

В таблице 2 представлены данные при исследовании колебательного звена.

Таблица 2 – Экспериментальные данные для колебательного звена

$\omega$ , рад/с	$lg\omega$	$A(\omega)$	$L(\omega) = 20lgA(\omega)$	$\psi(\omega)$ , град
0,2	-0,70	2,02	6,11	-1,75
0,3	-0,52	2,05	6,24	-2,61
0,4	-0,40	2,08	6,36	-3,58
0,5	-0,30	2,13	6,57	-4,58
0,7	-0,15	2,26	7,08	-6,50
1,0	0,00	2,62	8,37	-11,40
1,4	0,15	3,63	11,20	-22,22
2,0	0,30	6,67	16,48	-90,00
2,6	0,41	2,52	8,03	-150,46
3,4	0,53	1,02	0,17	-165,58
5,2	0,72	0,35	-9,12	-173,40
7,0	0,85	0,18	-14,89	-174,87
8,6	0,93	0,11	-19,17	-175,42
10,0	1,00	0,08	-21,94	-176,47

На рисунках 2-7 представлены частотные характеристики колебательного звена.

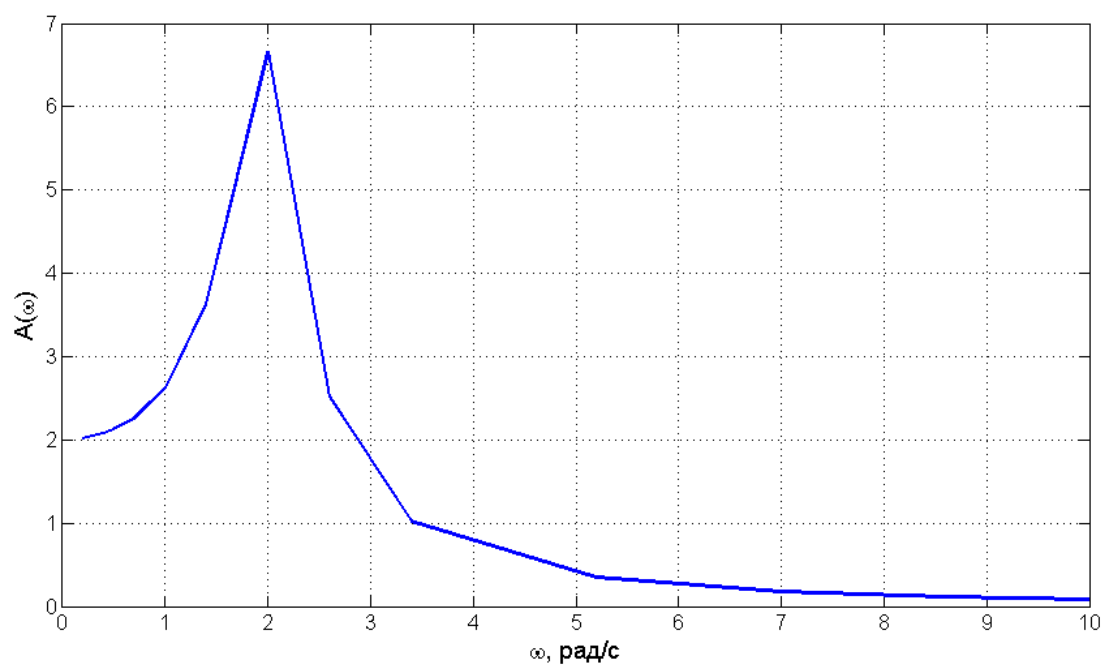


Рисунок 2 – АЧХ

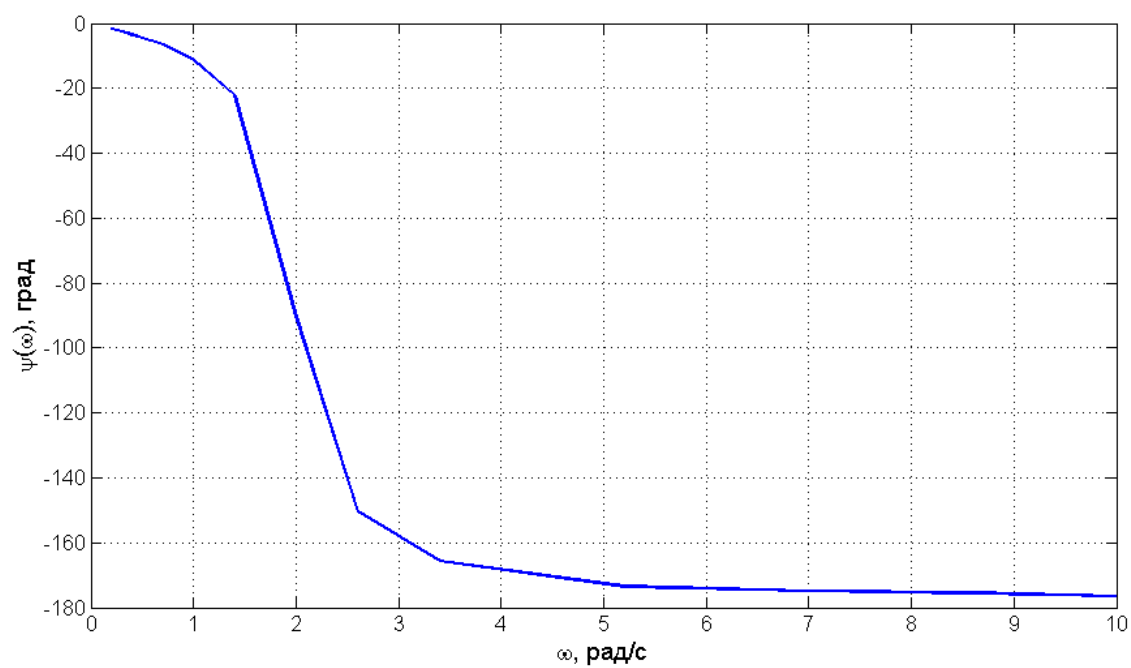


Рисунок 3 – ФЧХ

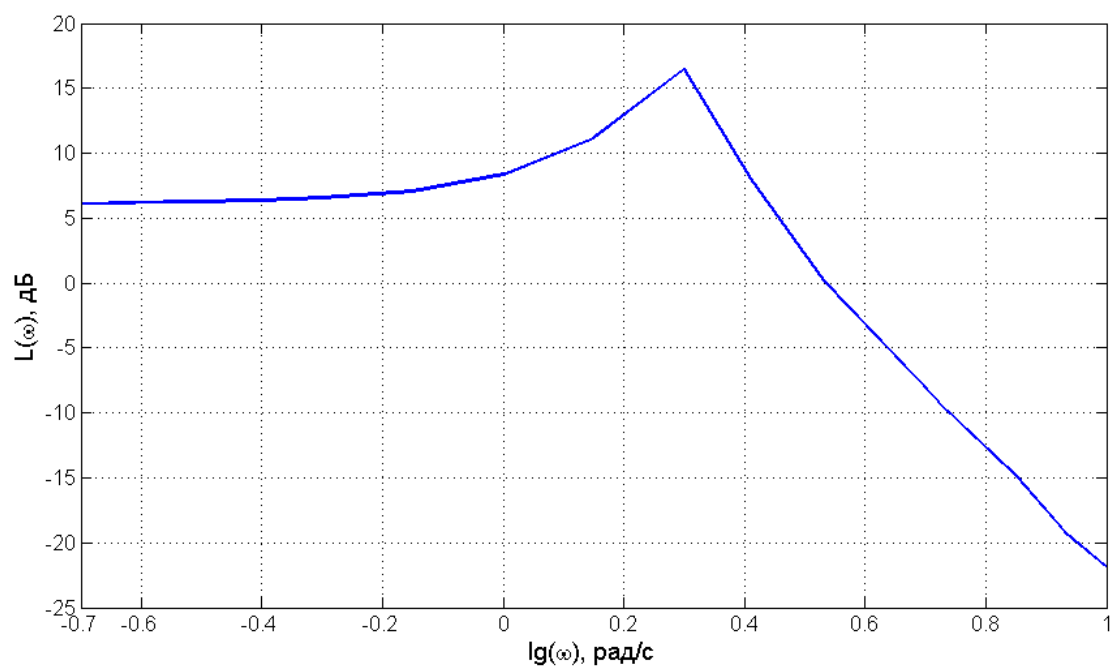


Рисунок 4 – ЛАЧХ

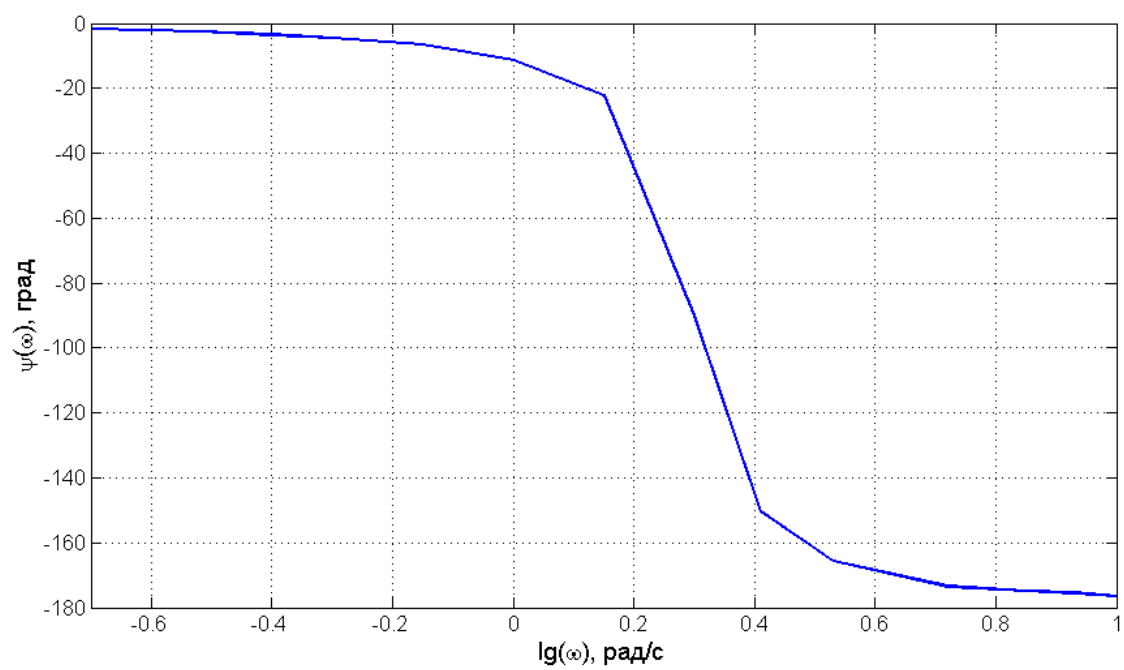


Рисунок 5 – ЛФЧХ

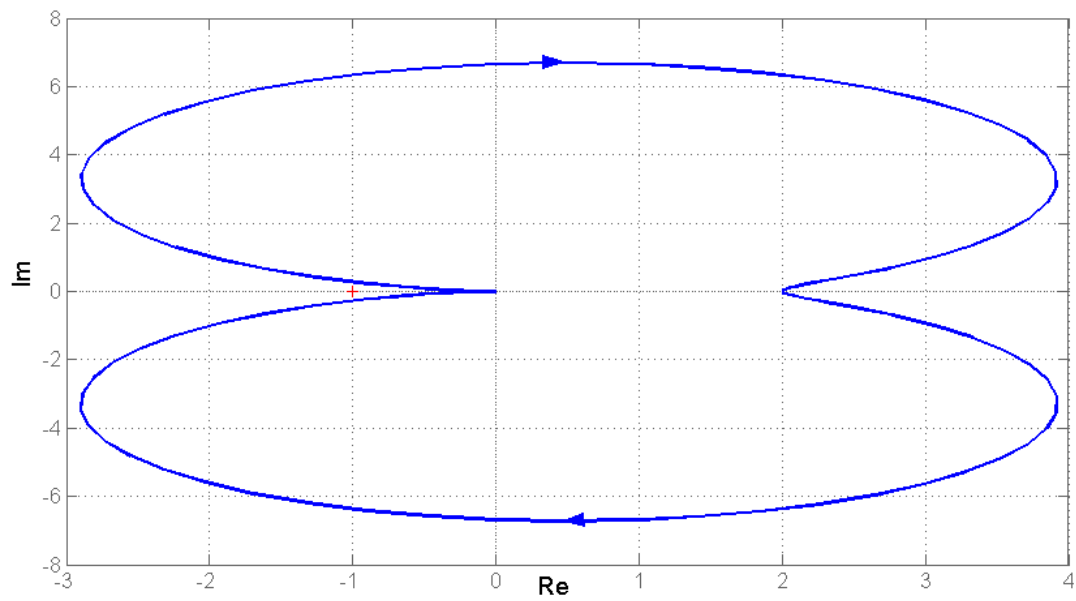


Рисунок 6 – АФЧХ

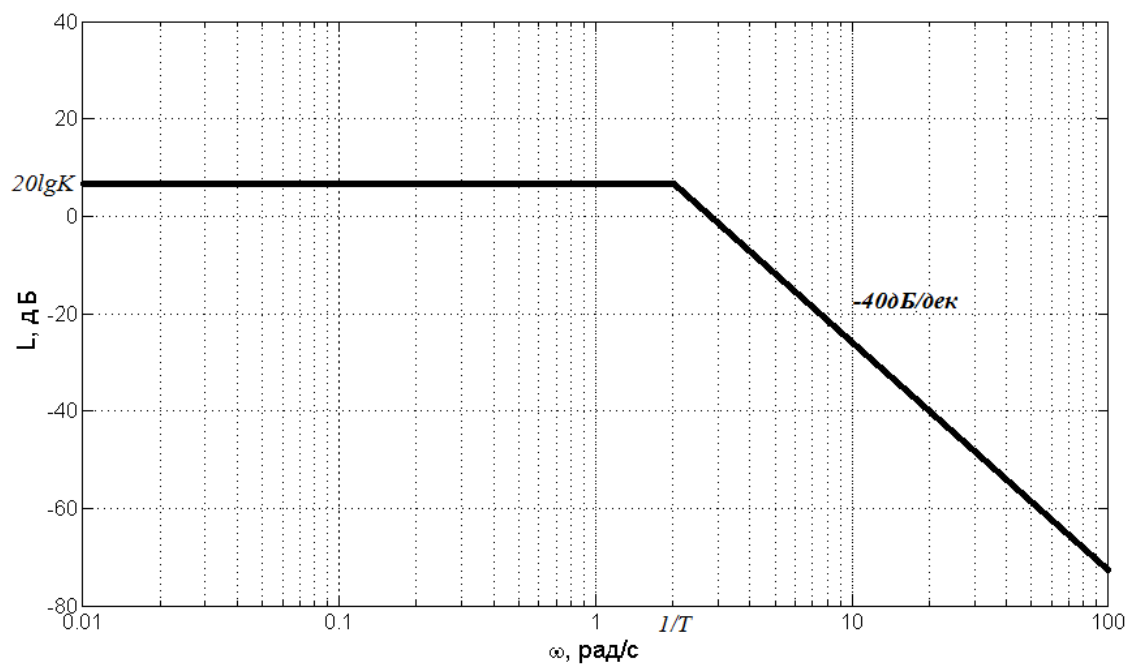


Рисунок 7 – Асимптотическая ЛАСХ

## 2 Идеальное интегрирующее звено

В таблице 3 представлены данные при исследовании идеального интегрирующего звена.

Таблица 3 – Экспериментальные данные для идеального интегрирующего звена

$\omega$ , рад/с	$lg\omega$	$A(\omega)$	$L(\omega) = 20lgA(\omega)$	$\psi(\omega)$ , град
0,2	-0,70	10,00	20,00	-90
0,3	-0,52	6,67	16,48	-90
0,4	-0,40	5,00	13,98	-90
0,5	-0,30	4,00	12,04	-90
0,7	-0,15	2,86	9,13	-90
1,0	0,00	2,00	6,02	-90
1,4	0,15	1,43	3,11	-90
2,0	0,30	1,00	0,00	-90
2,6	0,41	0,77	-2,27	-90
3,4	0,53	0,59	-4,58	-90
5,2	0,72	0,38	-8,40	-90
7,0	0,85	0,29	-10,75	-90
8,6	0,93	0,23	-12,77	-90
10,0	1,00	0,20	-13,98	-90

На рисунках 8-13 представлены частотные характеристики идеального интегрирующего звена.

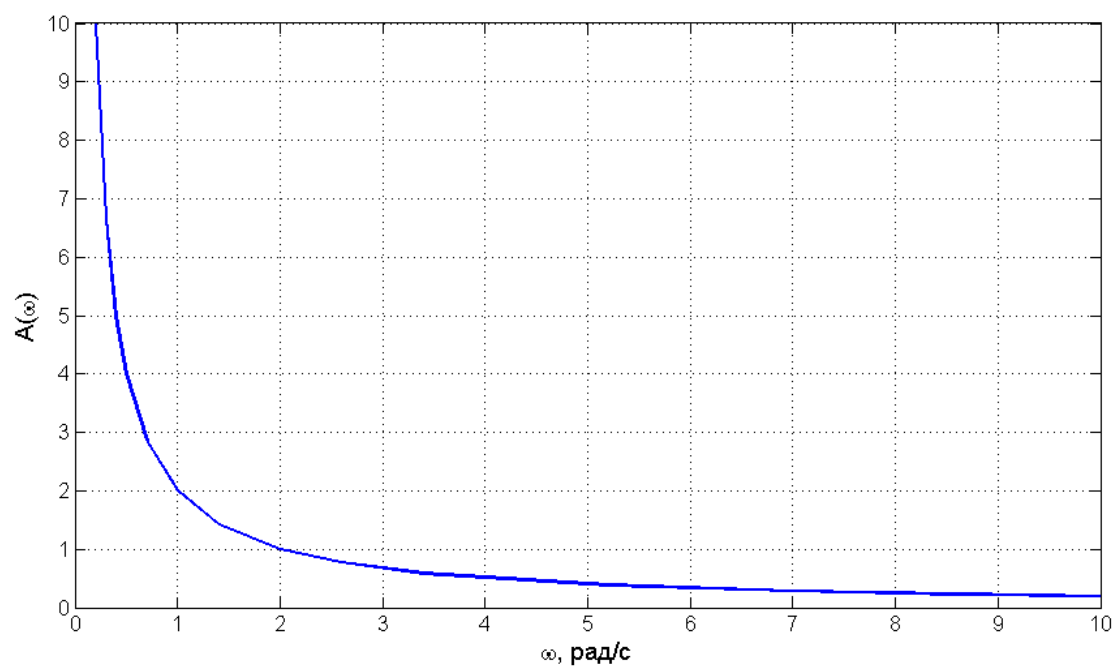


Рисунок 8 – АЧХ

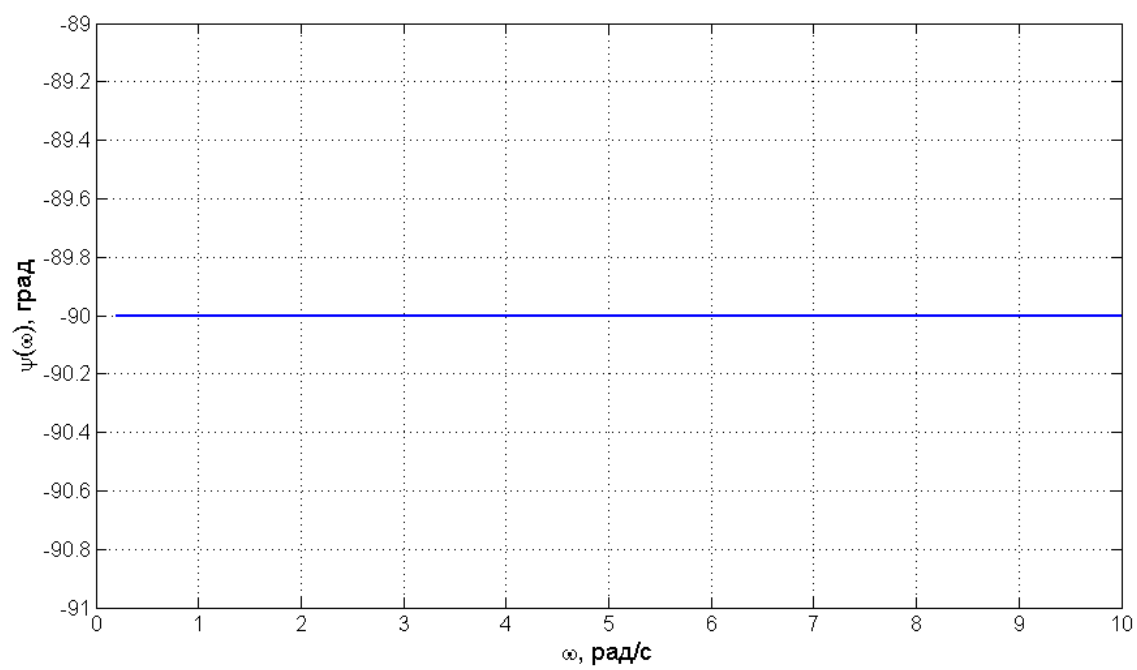


Рисунок 9 – ФЧХ



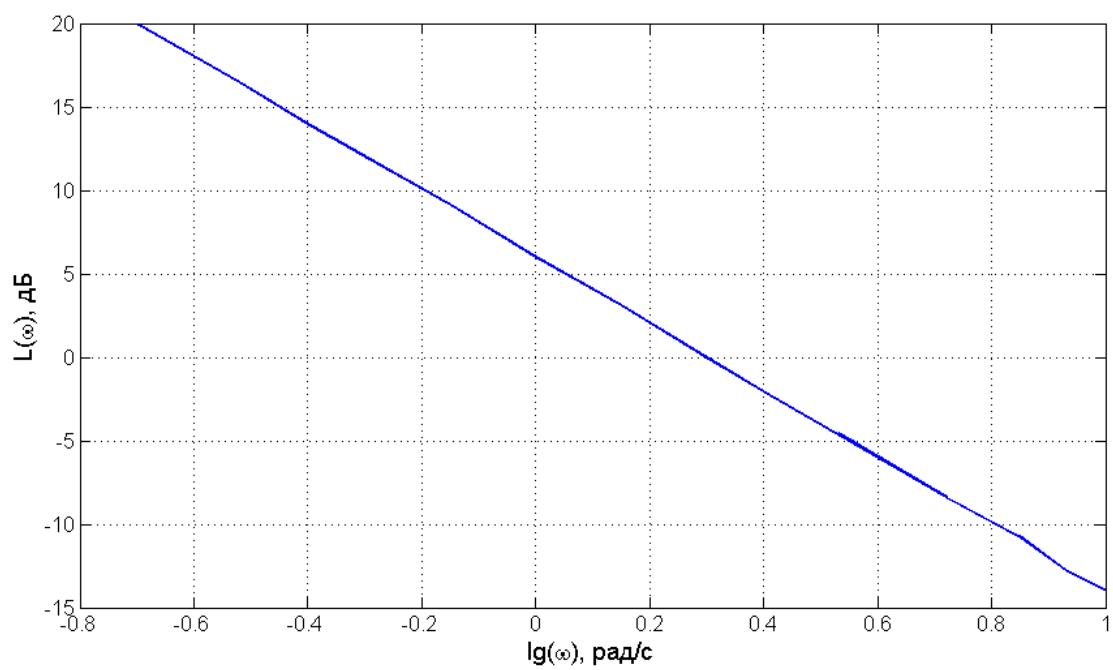


Рисунок 10 – ЛАЧХ

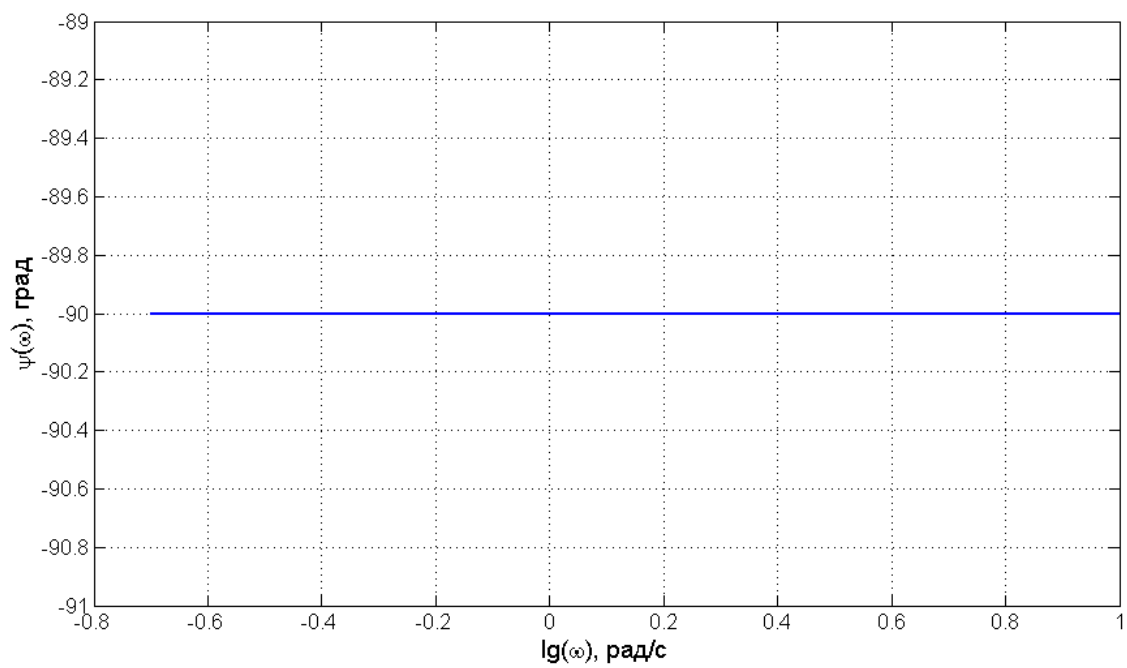


Рисунок 11 – ЛФЧХ

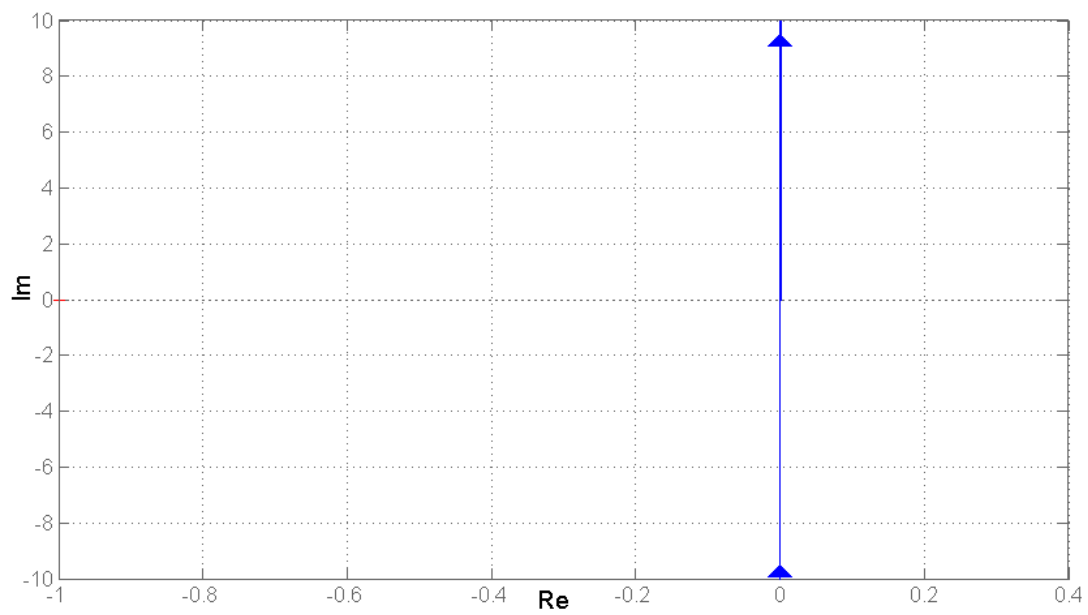


Рисунок 12 – АФЧХ

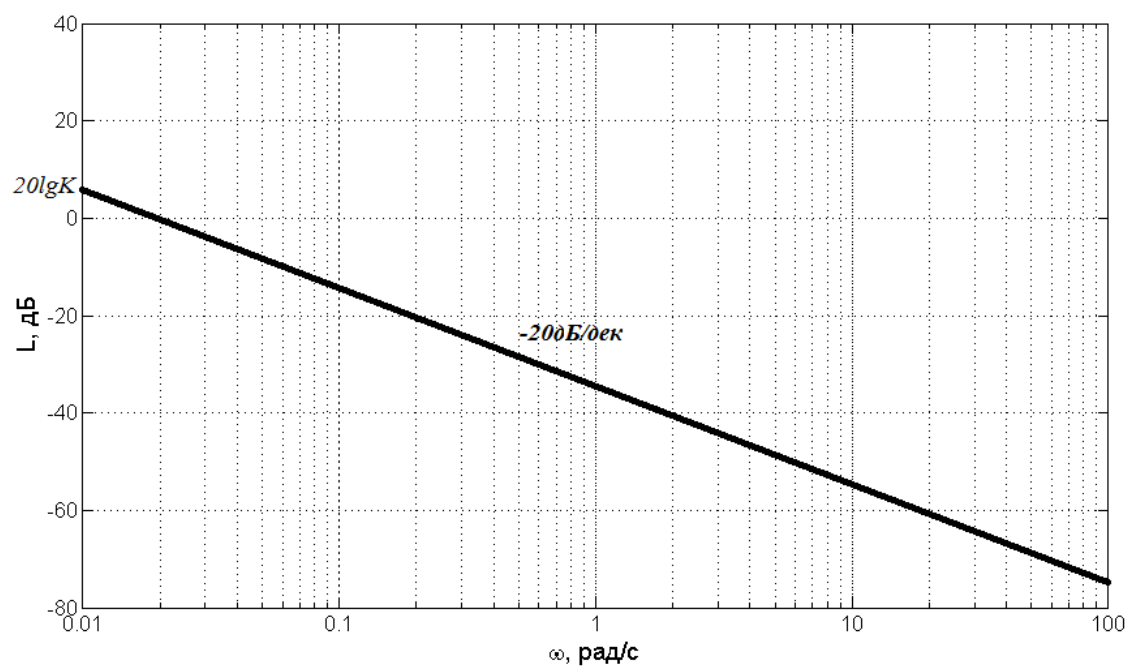


Рисунок 13 – Асимптотическая ЛАЧХ

### 3 Изодромное звено

В таблице 4 представлены данные при исследовании изодромного звена.

Таблица 4 – Экспериментальные данные для изодромного звена

$\omega$ , рад/с	$lg\omega$	$A(\omega)$	$L(\omega) = 20lgA(\omega)$	$\psi(\omega)$ , град
0,2	-0,70	10,05	20,04	-84,22
0,3	-0,52	6,74	16,57	-81,36
0,4	-0,40	5,10	14,15	-78,50
0,5	-0,30	4,12	12,30	-76,20
0,7	-0,15	3,03	9,63	-70,47
1,0	0,00	2,24	7,00	-63,60
1,4	0,15	1,74	4,81	-55,00
2,0	0,30	1,41	2,98	-45,00
2,6	0,41	1,26	2,01	-37,82
3,4	0,53	1,16	1,29	-30,37
5,2	0,72	1,07	0,59	-20,63
7,0	0,85	1,04	0,34	-16,04
8,6	0,93	1,03	0,26	-13,18
10,0	1,00	1,02	0,17	-11,46

На рисунках 14-19 представлены частотные характеристики изодромного звена.

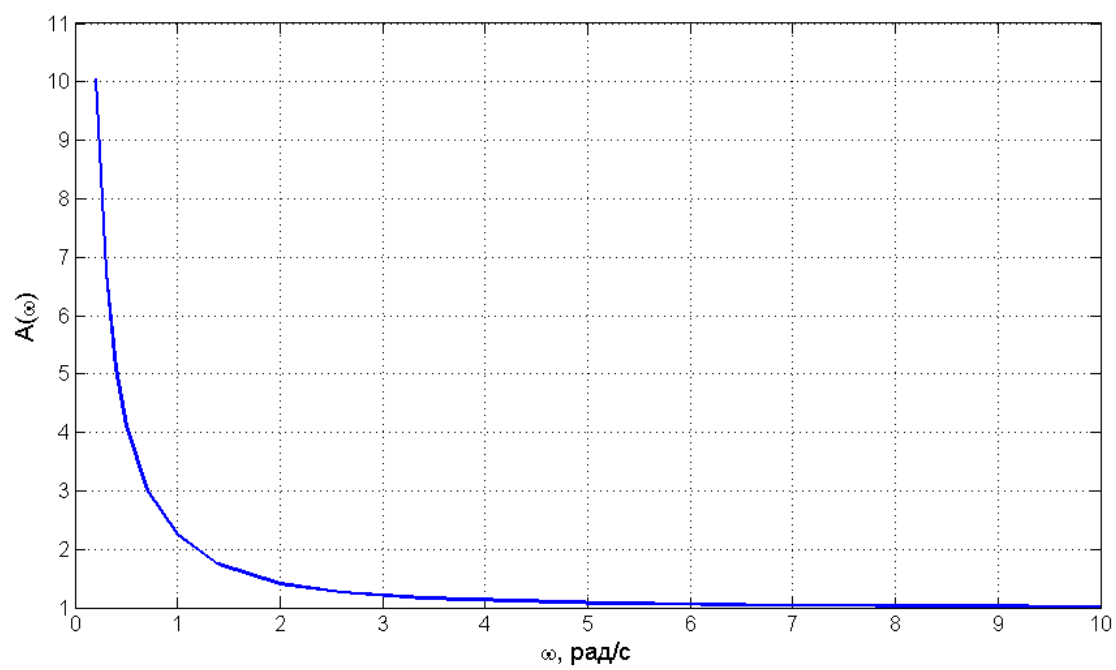


Рисунок 14 – АЧХ

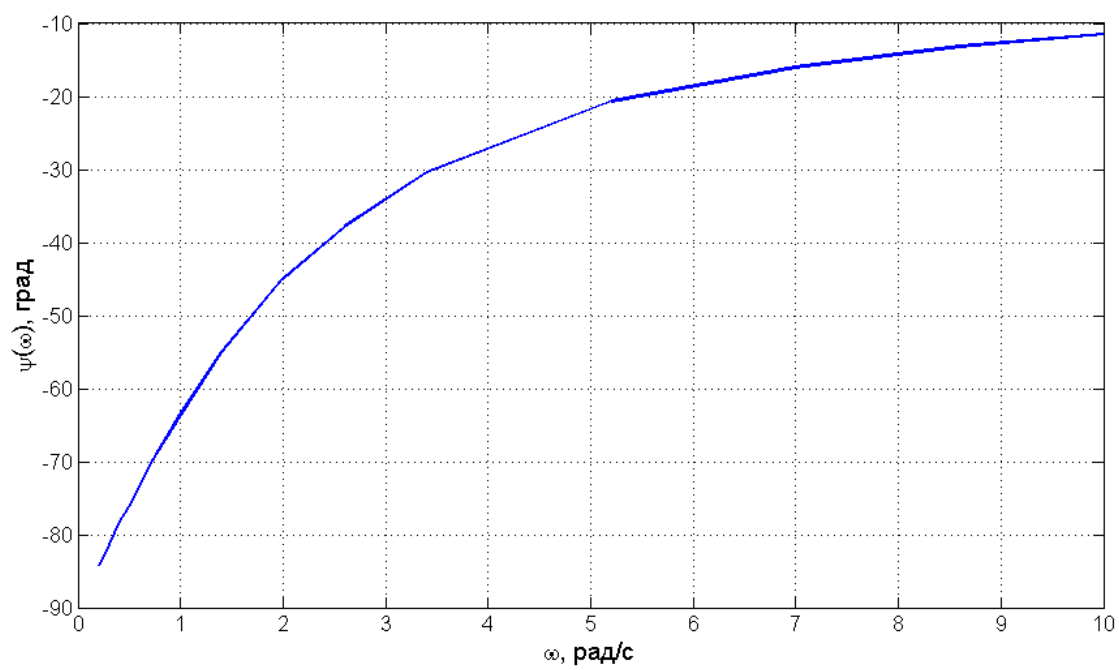


Рисунок 15 – ФЧХ

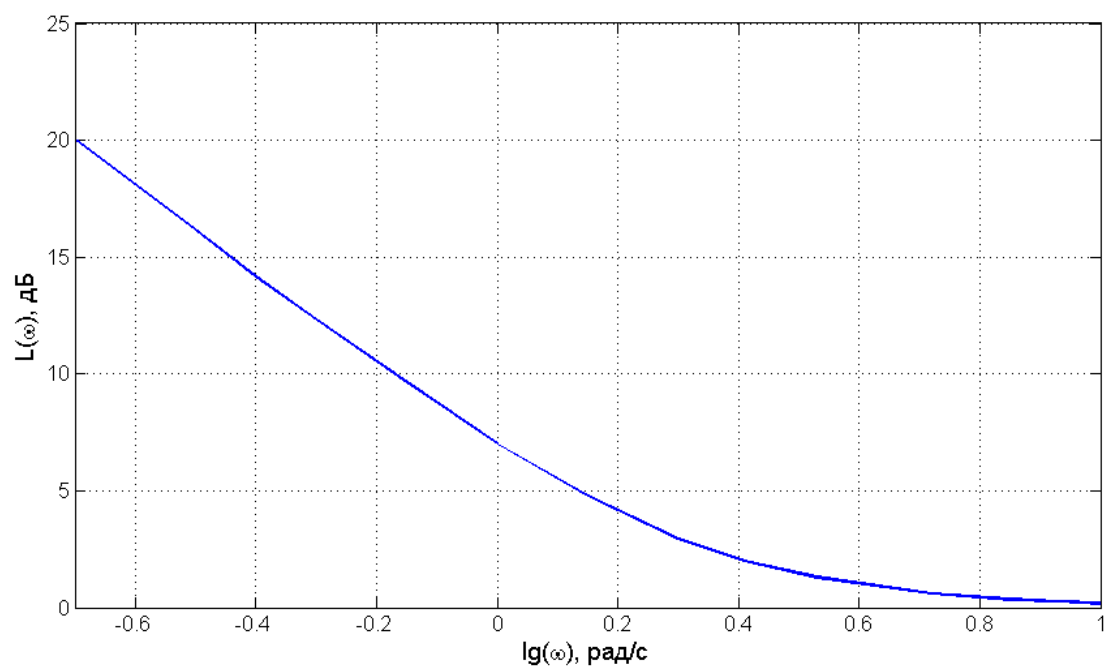


Рисунок 16 – ЛАЧХ

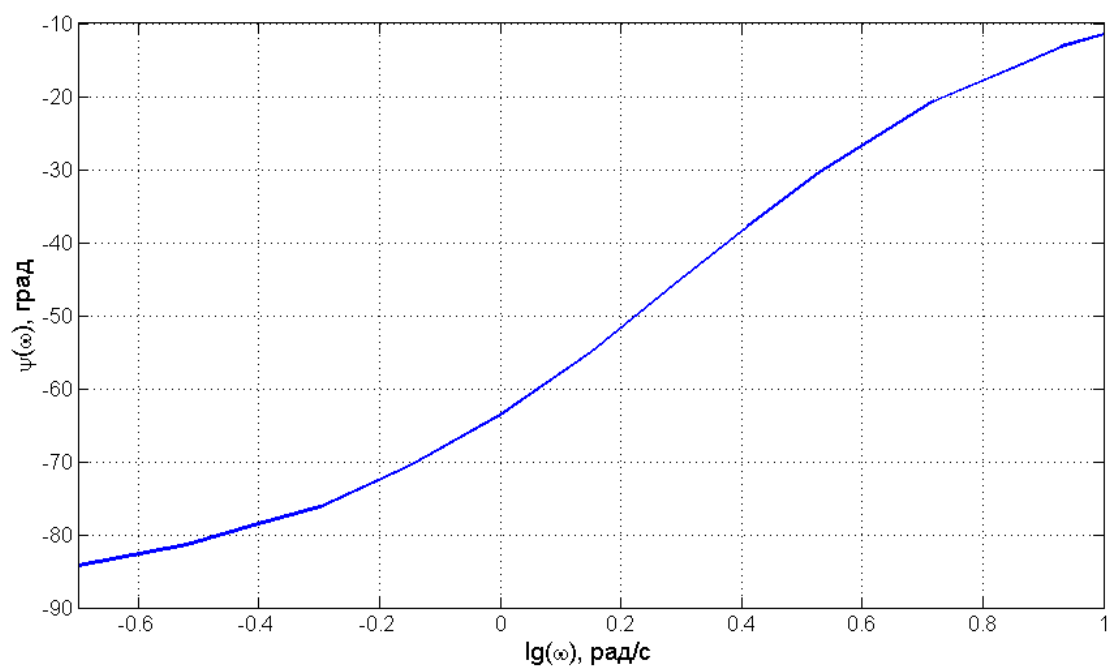


Рисунок 17 – ЛФЧХ

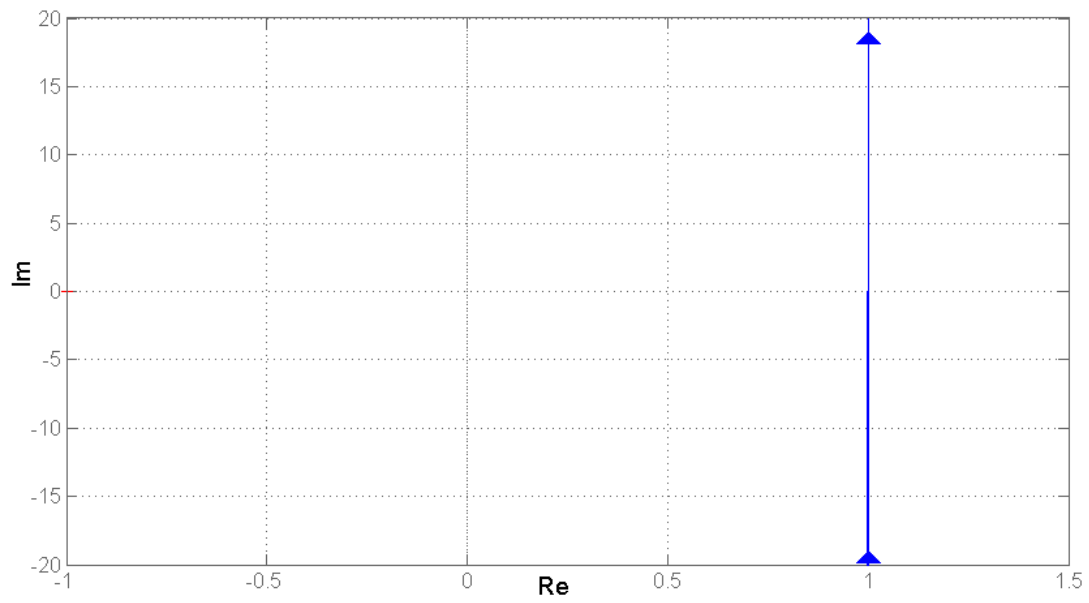


Рисунок 18 – АФЧХ

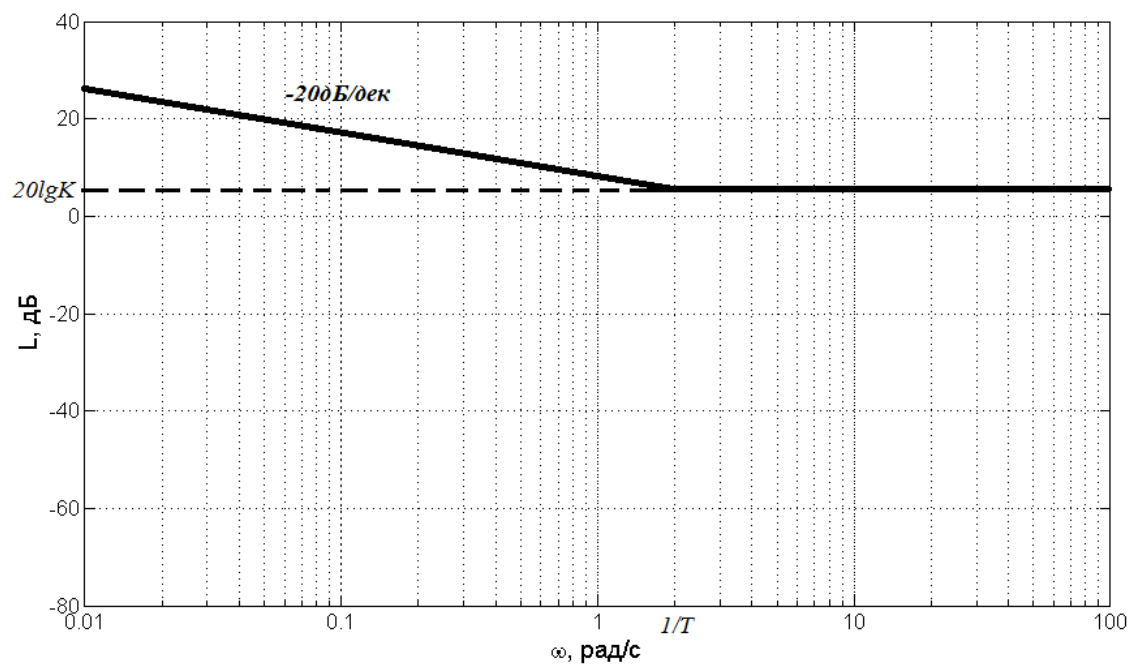


Рисунок 19 – Асимптотическая ЛАСХ

## Вывод

В ходе лабораторной работы были изучены частотные и логарифмические частотные характеристики типовых динамических звеньев: колебательного, идеального интегрирующего и изотропного. Основываясь на экспериментальных данных можно говорить о том, что фазовый сдвиг для колебательного звена изменяется в пределах от  $0^\circ$  до  $-180^\circ$ , для изотропного — от  $-90^\circ$  до  $0^\circ$ , а для идеального интегрирующего звена фазовый сдвиг равен  $-90^\circ$ .

Сравнивая графики ЛАЧХ и асимптотической ЛАЧХ, можно заметить, что асимптотические ЛАЧХ сходятся к реальным ЛАЧХ, и с их помощью удобно проводить синтез систем управления.

Также можно сделать вывод о том, что асимптотическая ЛАЧХ меняет свой наклон при частоте среза  $\omega_c = 1/T$  и для её построения не требуется выполнения дополнительных вычислений, достаточно лишь знать вид передаточной функции. Также по асимптотический ЛАЧХ можно восстановить передаточную функцию.