

**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 - 5

Выполнил \_\_\_\_\_ (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:** Типы звеньев представлены в таблице 1. Исследования производятся при следующих коэффициентах:  $k = 15$ ,  $T = 0.2$  и  $\xi = 0.2$ . И при гармоническом входном воздействии с единичной амплитудой и переменной частотой.

Таблица 1 – Исходные данные

Тип звена	Передаточная функция
Апериодическое 1го порядка	$W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$
Интегрирующее с замедлением	$W(s) = \frac{k}{s \cdot (1 + Ts)}$
Изодромное	$W(s) = \frac{k \cdot (1 + Ts)}{s}$

# 1 Временная диаграмма

Получение данных моделирования по полученной временной диаграмме, представленной на рисунке 1, на примере апериодического звена 1го порядка при входном сигнале  $g(t) = 1\sin(wt)$  и  $w = 2, k = 15, T = 0.2$

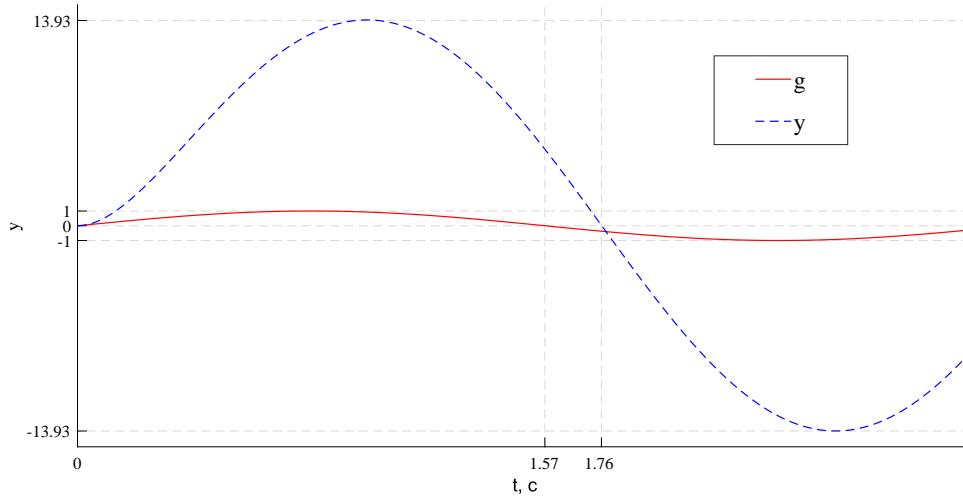


Рисунок 1 – Временная диаграмма

По рисунку видно, что амплитуда выходного сигнала  $y$  равна 13.93, а амплитуда входного сигнала равна 1  $\Rightarrow A(w) = \frac{13.93}{1} = 13.93$  Также видно, что входной сигнал пересекает ось времени при  $t_g = 1.57$ , а выходной - при  $t_y = 1.76$ , значит,  $g$  опережает  $y$  по фазе на угол  $\phi = w \cdot \Delta t$ , где  $\Delta t = t_y - t_g$ . Получается, фаза выходного сигнала отстает от входного  $\Rightarrow \psi = -\phi$ . По расчетам получается:  $\Delta t = 1.76 - 1.57 = 0.19 \Rightarrow \phi = 2 \cdot 0.19 = 0.38 \Rightarrow \psi = -0.38$

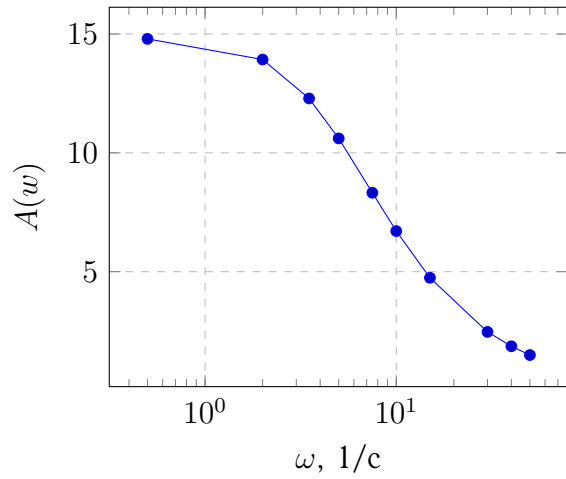
## 2 Исследование апериодического звена 1го порядка

Данные моделирования представлены в таблице 2

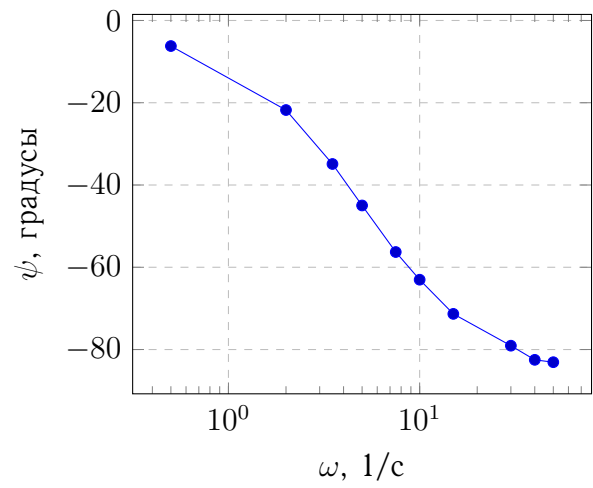
Таблица 2 – Данные моделирования

$\omega$	$\lg w$	$A(\omega)$	$L(w) = 20 \lg A(\omega)$	$\psi(w)$
0.5	-0.3	14.8	23.4	-0.11
2	0.3	13.93	22.88	-0.38
3.5	0.54	12.29	21.79	-0.61
5	0.7	10.61	20.51	-0.79
7.5	0.88	8.32	18.4	-0.98
10	1	6.71	16.53	-1.1
15	1.18	4.74	13.52	-1.25
30	1.48	2.47	7.84	-1.38
40	1.6	1.86	5.39	-1.44
50	1.7	1.49	3.48	-1.45

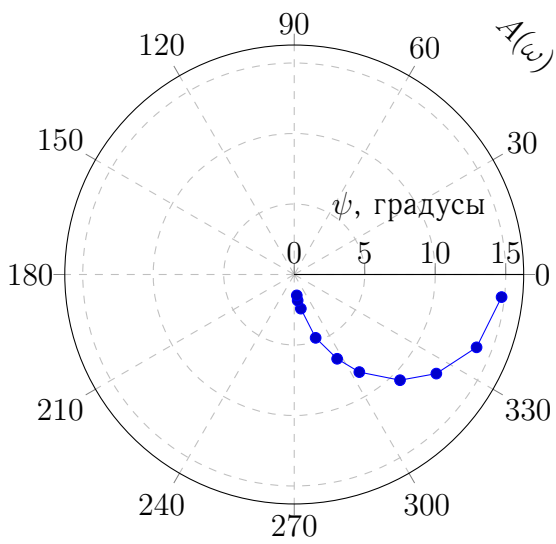
Частотные характеристики представлены на рисунке 2



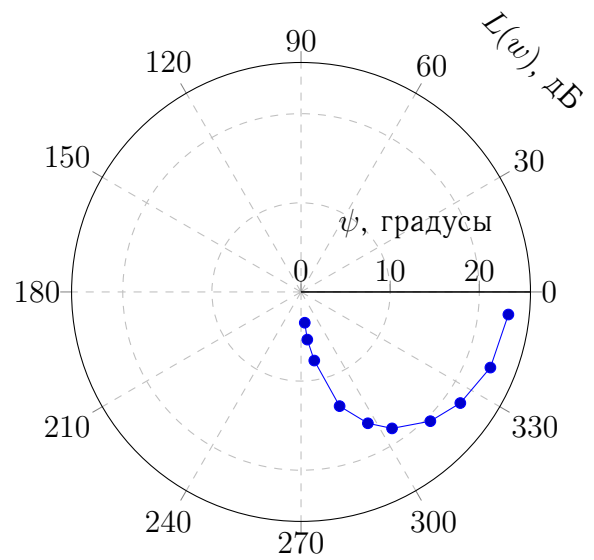
(a) АЧХ



(b) ФЧХ



(c) АФЧХ



(d) ЛАФЧХ

Рисунок 2 – Частотные характеристики аperiodического звена

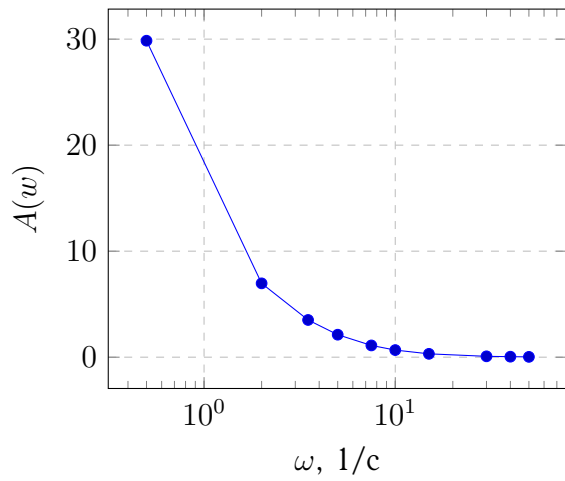
### 3 Исследование интегрирующего с замедлением звена

Данные моделирования представлены в таблице 3

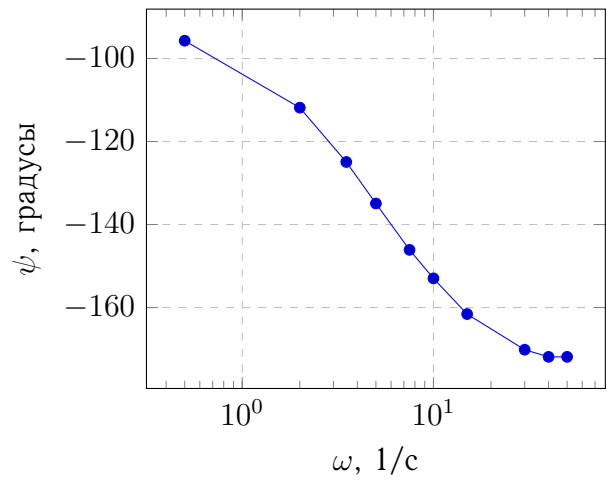
Таблица 3 – Данные моделирования

$\omega$	$\lg w$	$A(\omega)$	$L(w) = 20 \lg A(\omega)$	$\psi(w)$
0.5	-0.3	29.85	29.5	-1.67
2	0.3	6.96	16.86	-1.95
3.5	0.54	3.51	10.91	-2.18
5	0.7	2.12	6.53	-2.36
7.5	0.88	1.11	0.9	-2.55
10	1	0.67	-3.47	-2.67
15	1.18	0.32	-10	-2.82
30	1.48	$8.2 \cdot 10^{-2}$	-21.7	-2.97
40	1.6	$4.7 \cdot 10^{-2}$	-26.65	-3
50	1.7	$3 \cdot 10^{-2}$	-30.5	-3

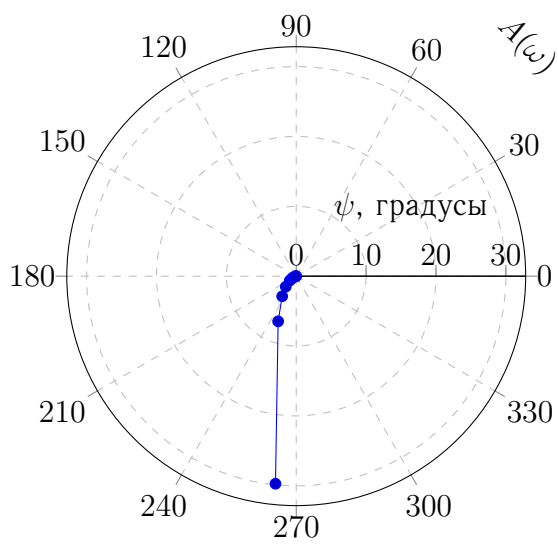
Частотные характеристики представлены на рисунке 3



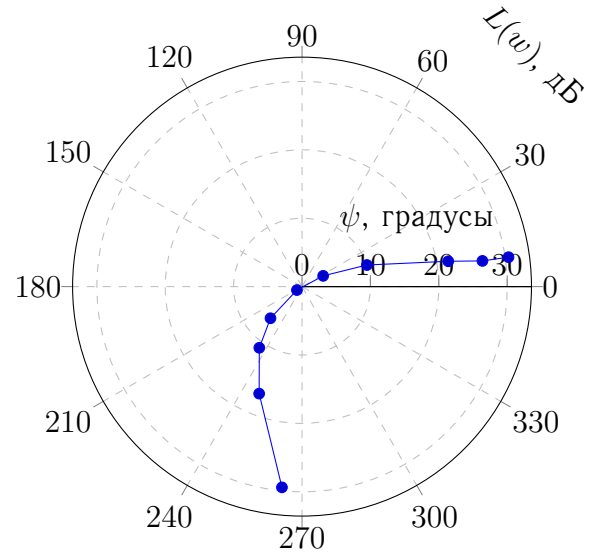
(a) АЧХ



(b) ФЧХ



(c) АФЧХ



(d) ЛАФЧХ

Рисунок 3 – Частотные характеристики интегрирующего с замедлением звена

## 4 Исследование изодромного звена

Данные моделирования представлены в таблице 4

Таблица 4 – Данные моделирования

$\omega$	$\lg w$	$A(\omega)$	$L(w) = 20 \lg A(\omega)$	$\psi(w)$
0.5	-0.3	30.15	29.59	-1.47
2	0.3	8.08	18.15	-1.19
3.5	0.54	5.23	14.37	-0.96
5	0.7	4.24	12.55	-0.79
7.5	0.88	3.61	11.14	-0.59
10	1	3.35	10.51	-0.46
15	1.18	3.16	10	-0.32
30	1.48	3.04	9.66	-0.15
40	1.6	3.02	9.61	-0.12
50	1.7	3.02	9.59	-0.1



Частотные характеристики представлены на рисунке 4

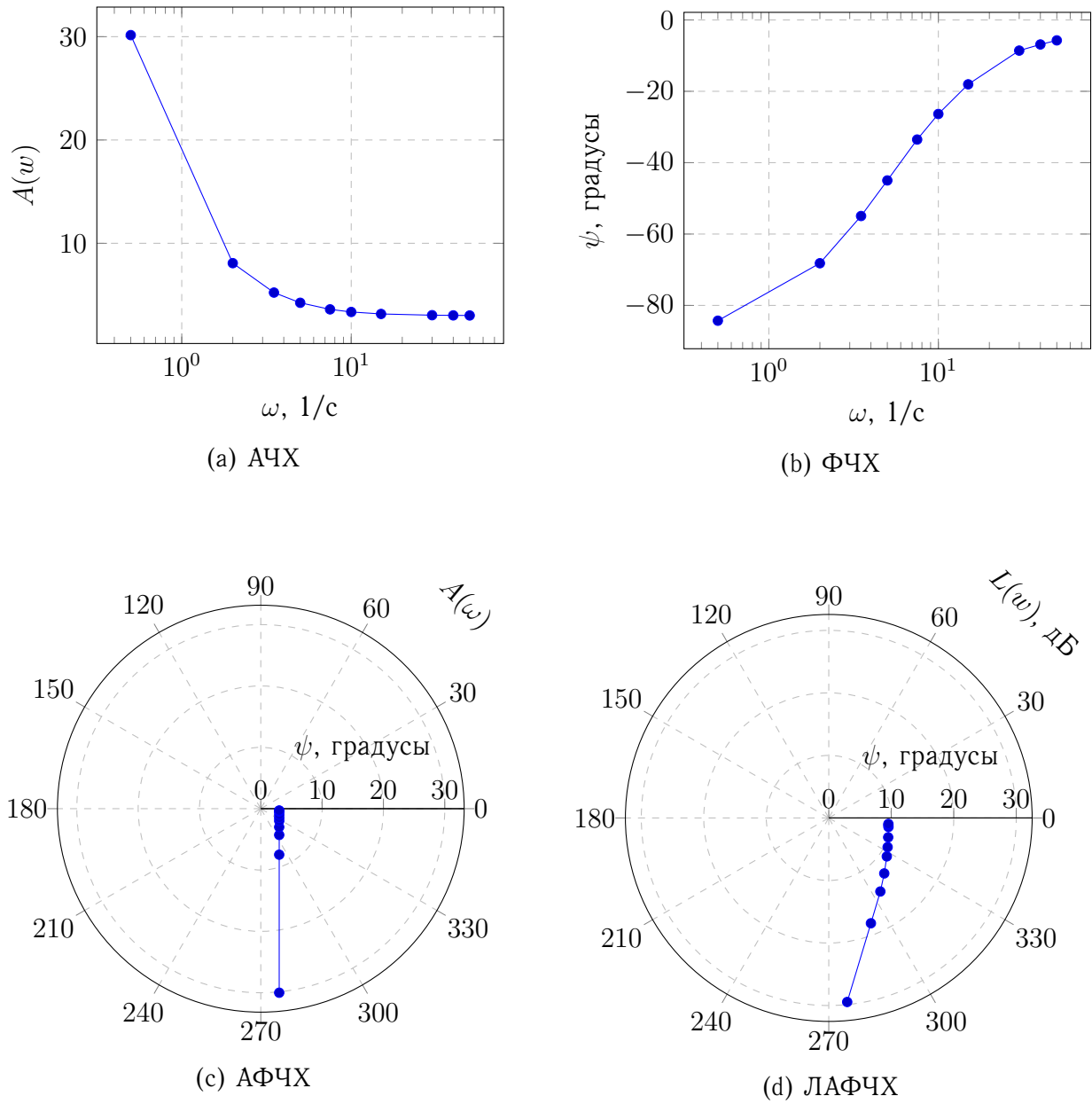


Рисунок 4 – Частотные характеристики изодромного звена

## 5 Асимптотические ЛАЧХ исследуемых звеньев

На рисунках 5, 6 и 7 представлены асимптотические и полученные моделированием ЛАЧХ для аperiodического, интегрирующего с замедлением и изотропного звена соответственно.

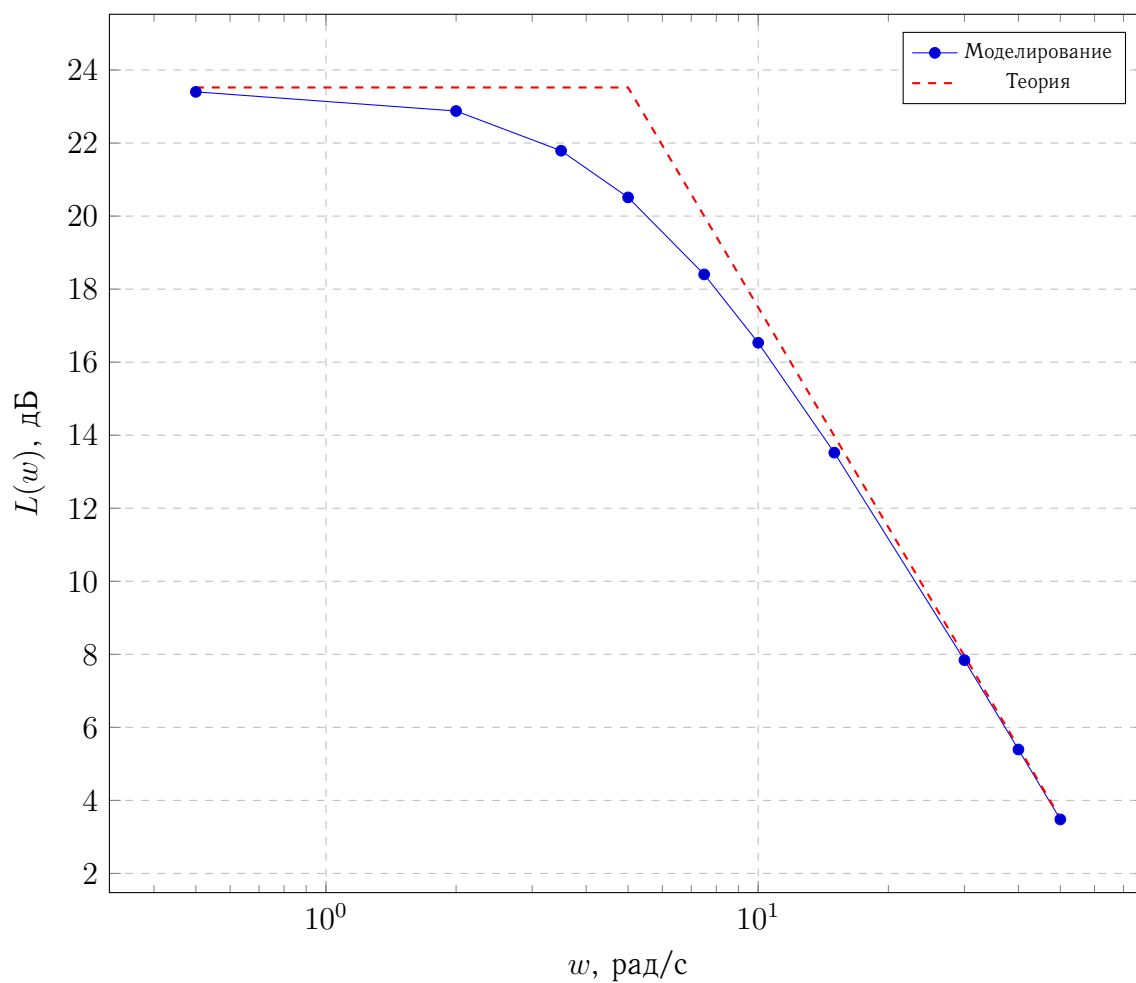


Рисунок 5 – ЛАЧХ аperiodического звена 1го порядка

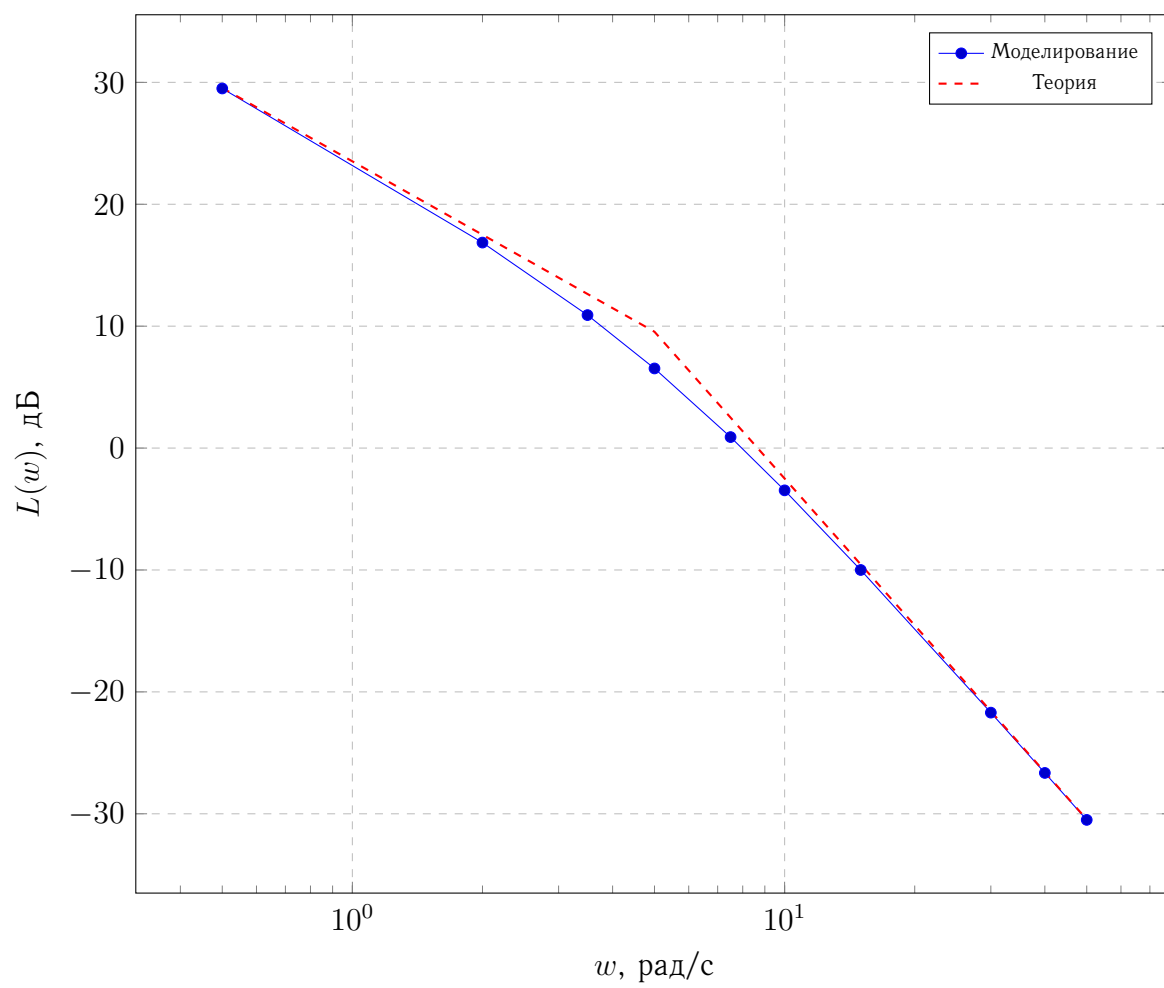


Рисунок 6 – ЛАЧХ интегрирующего с замедлением звена

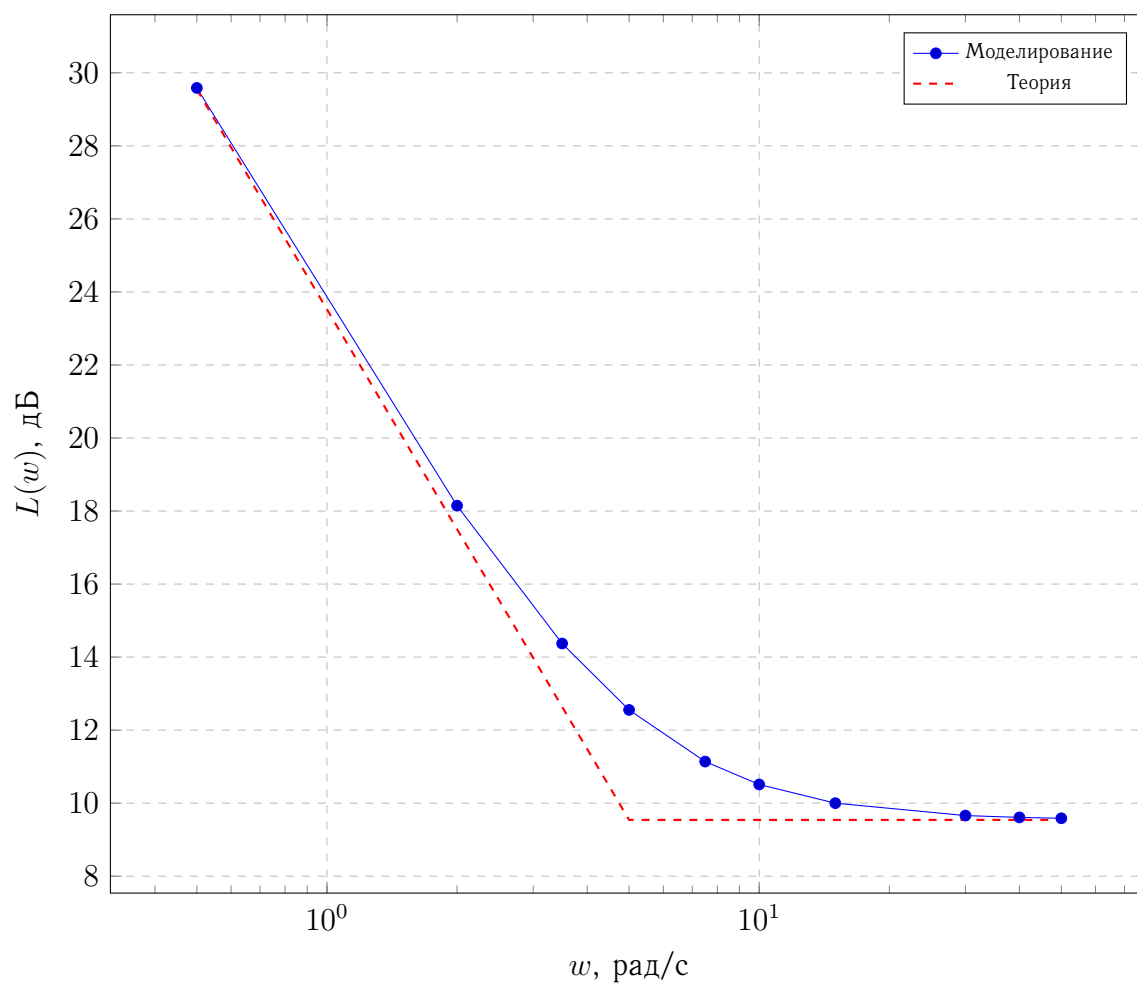


Рисунок 7 – ЛАЧХ изотропного звена

## **Вывод**

В данной работе были исследованы три динамических звена: апериодическое 1го порядка, интегрирующее с замедлением и изотропное. В результате были получены частотные характеристики, по которым можно судить о значениях амплитуды и фазы выходного сигнала звена в зависимости от параметров входного сигнала. Также были построены теоретические асимптотические ЛАЧХ, которые подтвердили данные, полученные моделированием.