

**ФГБОУ ВО
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**



КАФЕДРА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

**Теория автоматического управления и системы
автоматического управления
Лабораторная работа №2
на тему:
Устойчивость стационарных систем автоматического
управления.**

Выполнил:	Гулов М.С.
Группа:	Э-13м-23
Проверил:	Дегтярев Д.А.

Москва 2023

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ

Ссылка на репозиторий:

https://github.com/G00D80T/TaySay/blob/lab1_dev/Lab2/Labcode2.py

1. Исходные данные:

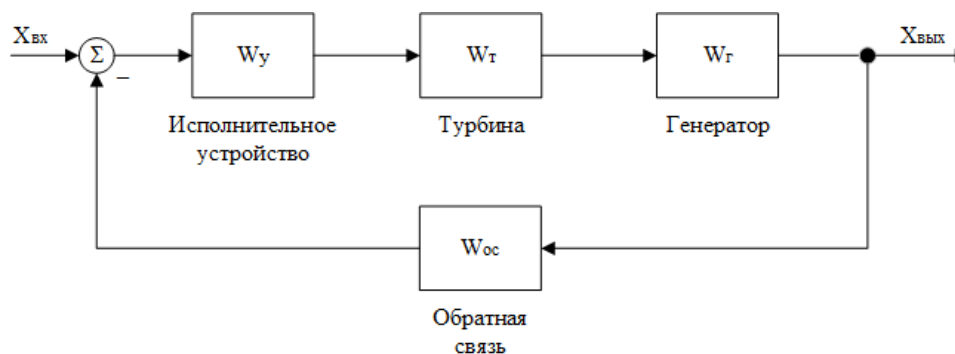


Рис. 1.1 – Исходная схема

Табл. 1.1 – Таблица данных варианта

№ Варианта	k_y	$T_y, \text{с}$	$T_r, \text{с}$	Турбина	$T_{гт}, \text{с}$	$T_{пт}, \text{с}$	$k_{пт}$	Обратная связь	$k_{ос}$	$T_{ос}, \text{с}$
4	23	8.0	10.0	Паро-	-	4.0	2.0	АГ	6	1.0

Табл. 1.2 – Таблица звеньев с учетом данных варианта

Наименование элемента		Условное обозначение	Передаточная функция
обратная связь	Апериодическая, гибкая	$W_{ос}$	$\frac{6p}{p+1}$
генератор		W_r	$\frac{1}{10p+1}$
турбина	паровая	W_t	$\frac{2}{4p+1}$
исполнительное устройство		W_y	$\frac{23}{8p+1}$

2. Эквивалентные передаточные функции:

$$\begin{aligned}
 W_{раз} &= W_y \cdot W_t \cdot W_r \cdot W_{ос} = \frac{6p}{p+1} \cdot \frac{1}{10p+1} \cdot \frac{2}{4p+1} \cdot \frac{23}{8p+1} \\
 &= \frac{276p}{320p^4 + 472p^3 + 174p^2 + 23p + 1} \\
 W_{внут} &= W_y \cdot W_t \cdot W_r = \frac{1}{10p+1} \cdot \frac{2}{4p+1} \cdot \frac{23}{8p+1} = \frac{46}{320p^3 + 152p^2 + 22p + 1}
 \end{aligned}$$

$$W_{\text{зам}} = \frac{W_{\text{внут}}}{1 + W_{\text{внут}} \cdot W_{\text{ос}}} = \frac{\frac{46}{320p^3 + 152p^2 + 22p + 1}}{1 + \frac{46}{320p^3 + 152p^2 + 22p + 1} \cdot \frac{6p}{p + 1}} = \frac{46 \cdot (p + 1)}{320p^4 + 472p^3 + 174p^2 + 299p + 1}$$

3. Снятие переходной характеристики:

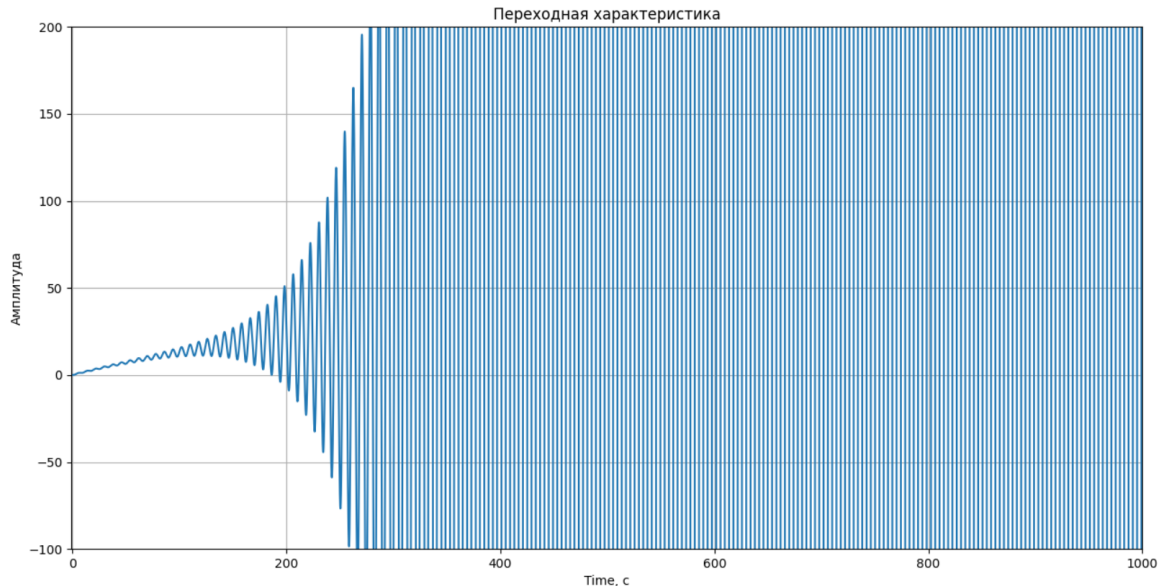


Рис. 3.1 – Переходная характеристика

4. Полюсы передаточной функции:

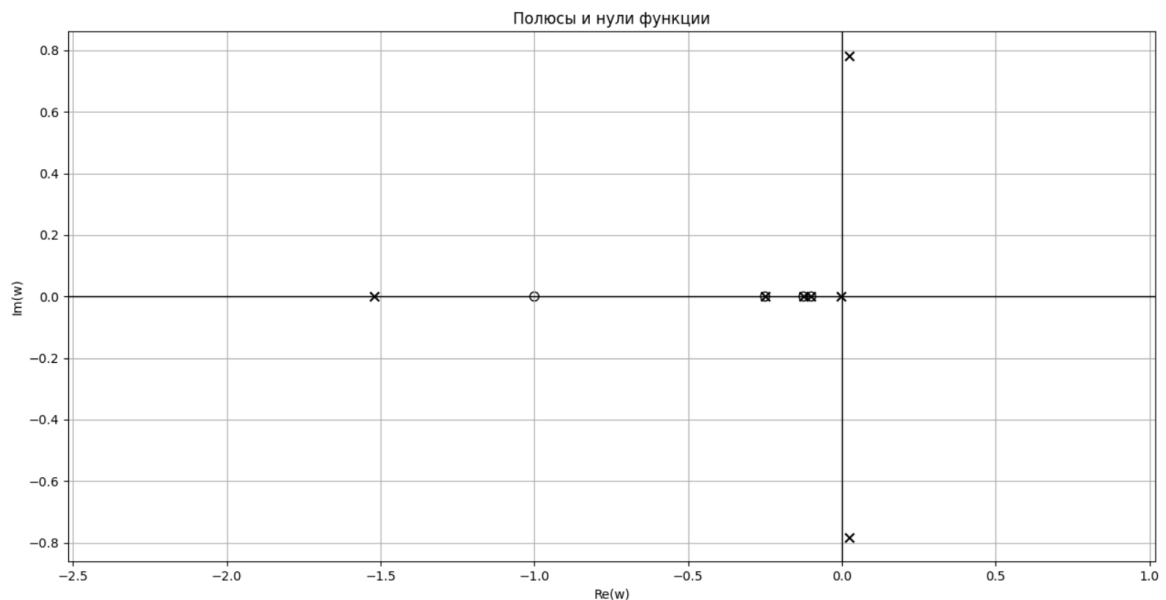


Рис. 4.1 – Нули и полюсы передаточной функции

5. Расчет устойчивости САУ по различным критериям:

Критерий Гурвица:

Система не устойчива!

Рис. 5.1 – Результат проверки устойчивости по Гурвицу

Критерий Рауса:

Система не устойчива!

Рис. 5.2 – Результат проверки устойчивости по Раусу

Критерий Михайлова:

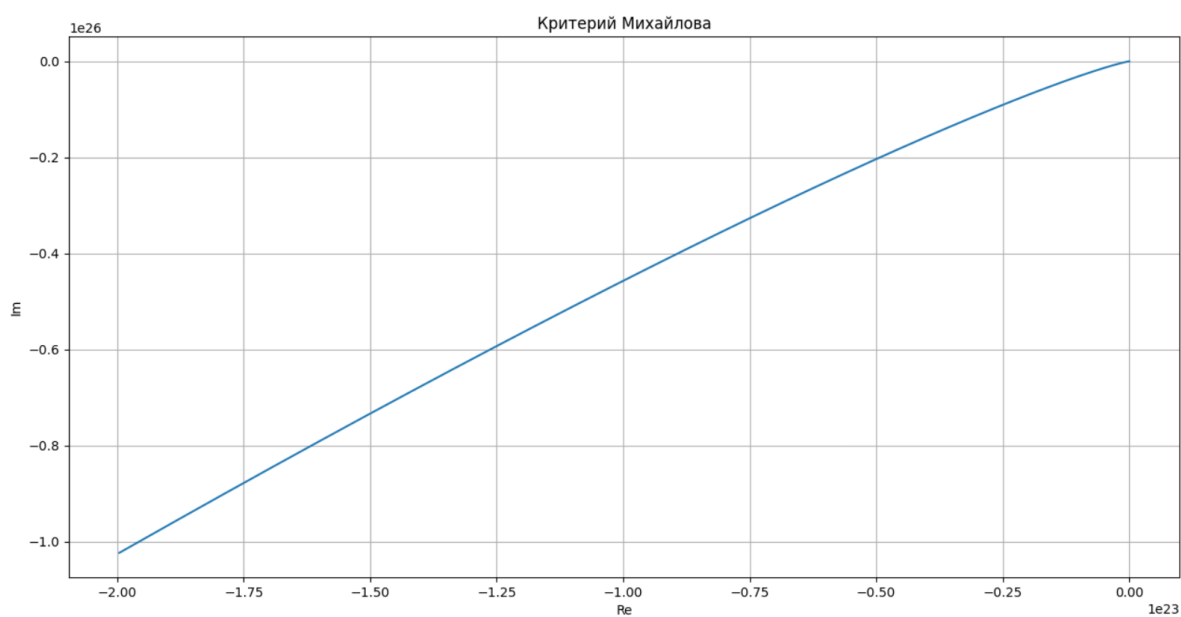


Рис. 5.3 – Результат проверки устойчивости по Михайлову

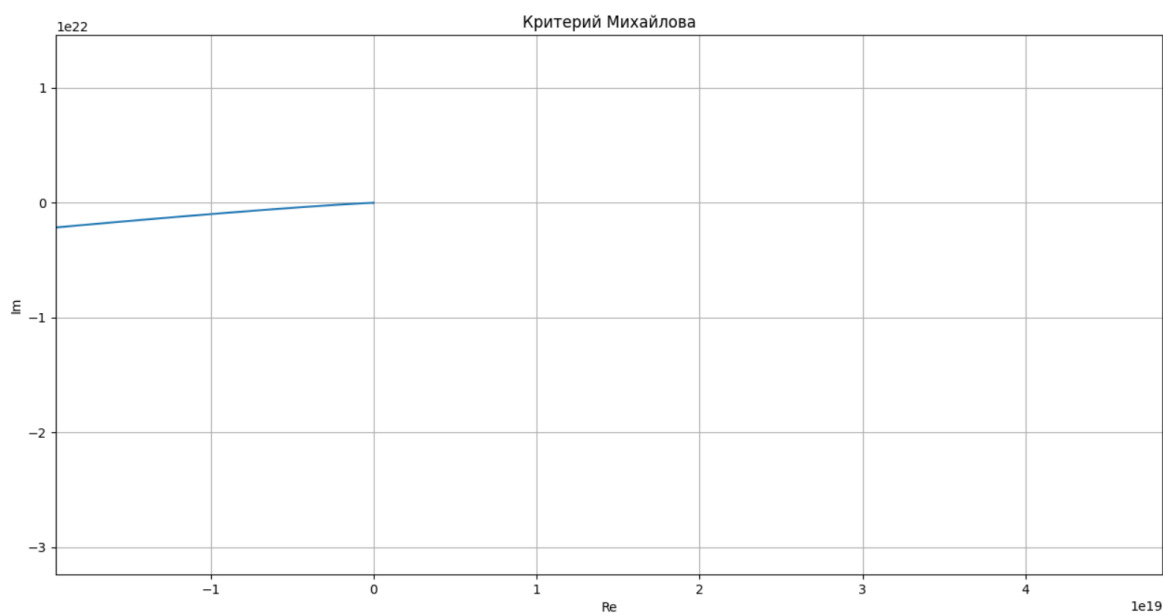


Рис. 5.4 – Результат проверки устойчивости по Михайлову

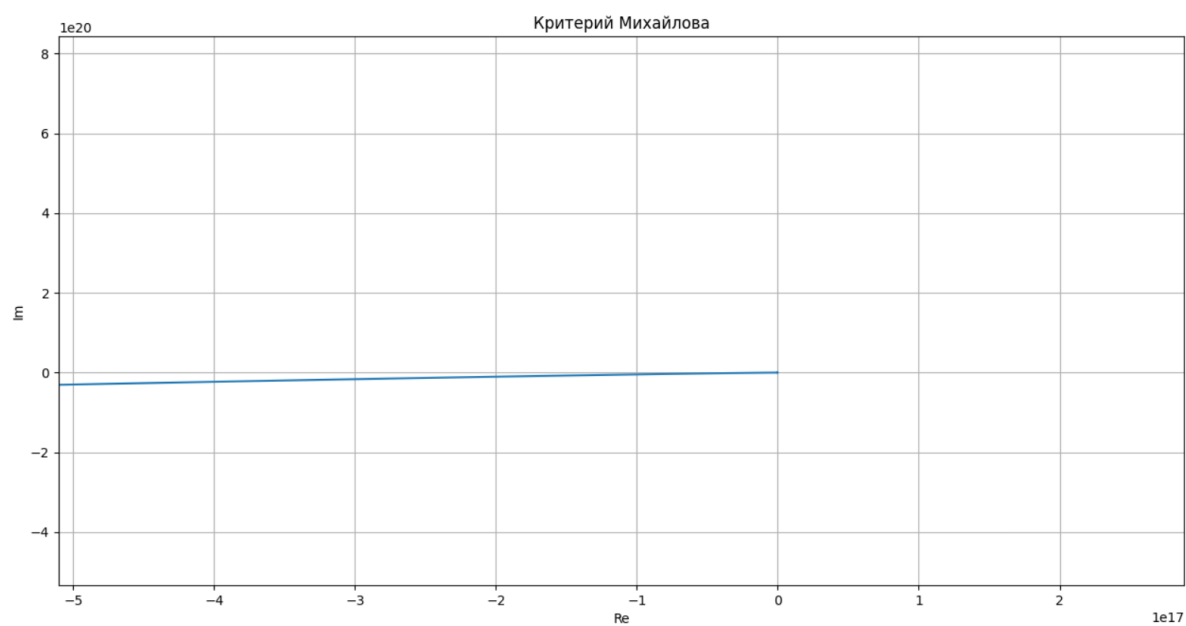


Рис. 5.5 – Результат проверки устойчивости по Михайлову

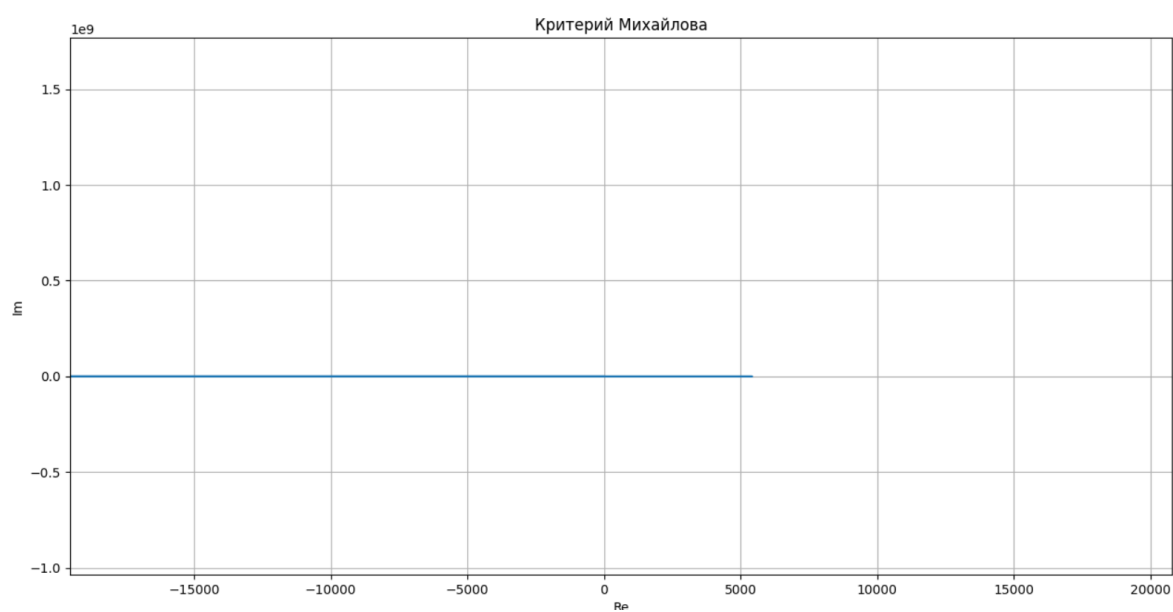


Рис. 5.6 – Результат проверки устойчивости по Михайлову

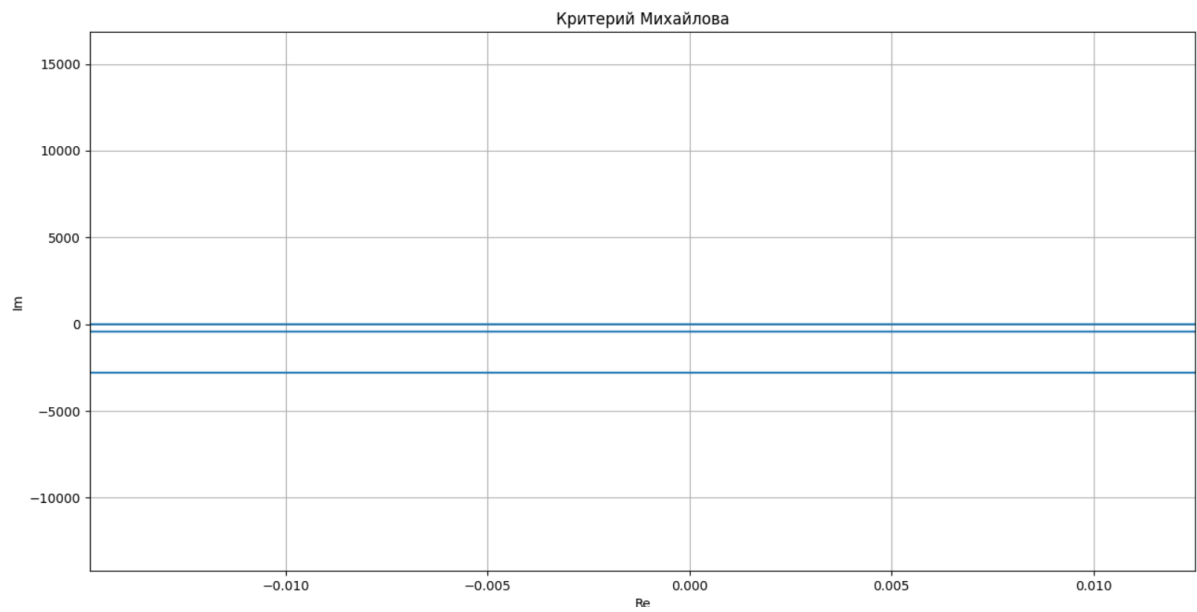


Рис. 5.7 – Результат проверки устойчивости по Михайлову

Критерий Найквиста:

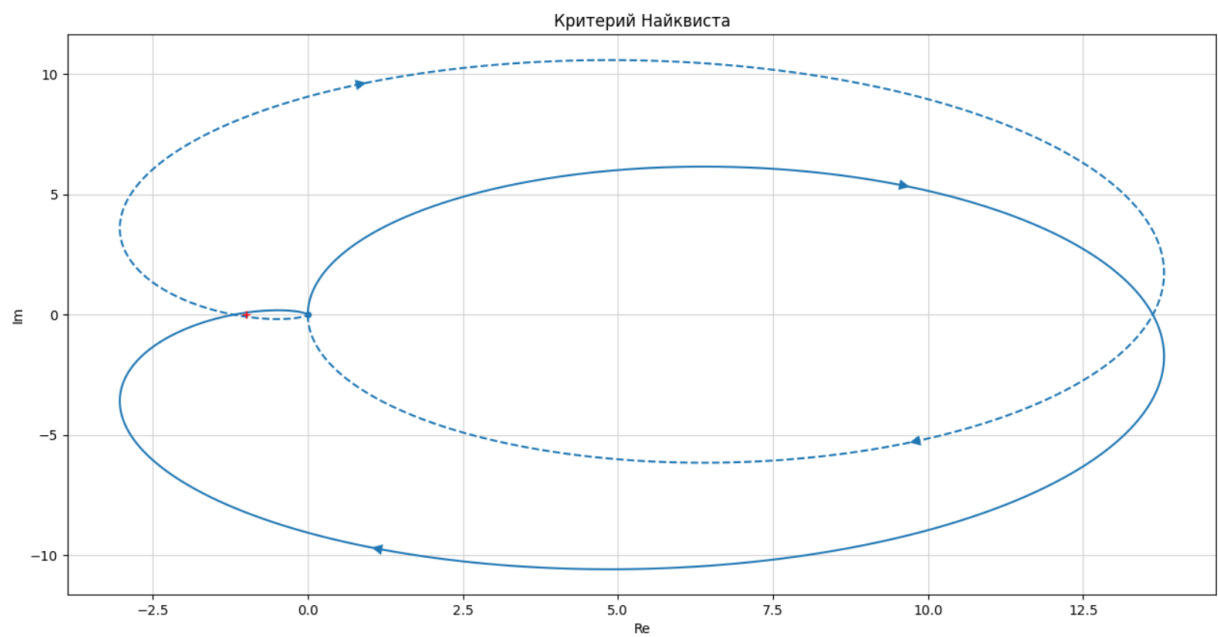


Рис. 5.8 – Результат проверки устойчивости по Найквисту

6. Определение запаса устойчивости:

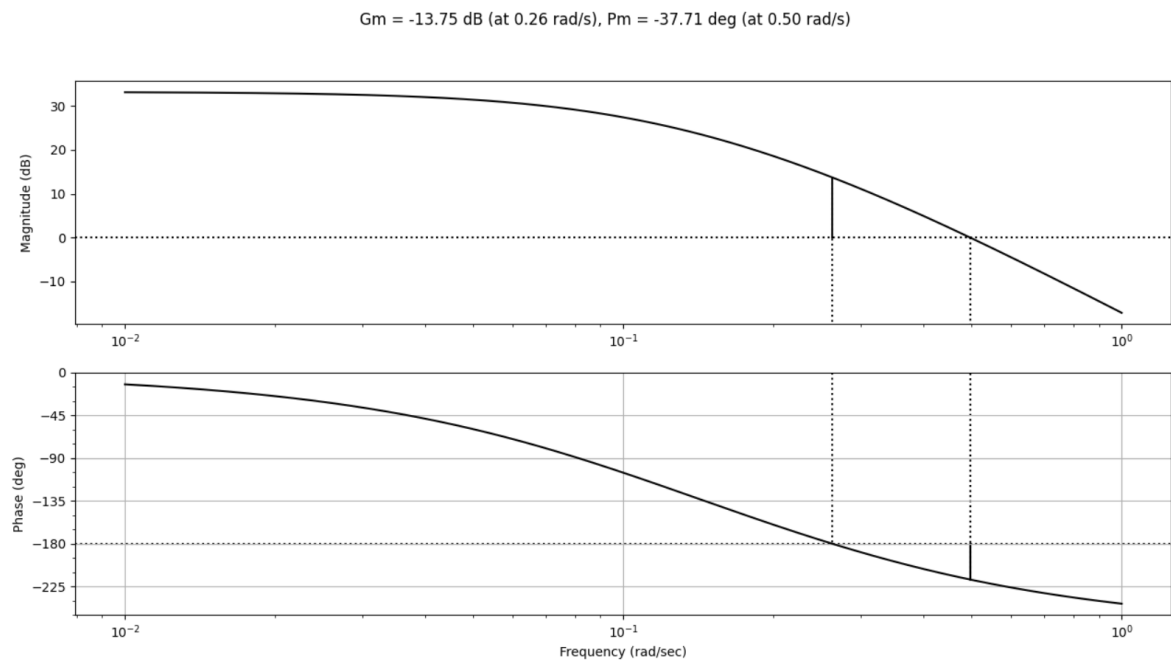


Рис. 6.1 – Графики ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой САУ с определением запаса устойчивости

```

Запас по амплитуде 0.21
Запас по амплитуде -13.75 , дБ
Частота вср 0.50 , рад/с
Запас по фазе -37.71 , град.
Частота вср 0.26 , рад/с
  
```

Рис. 6.2 – Вывод результатов по запасу устойчивости в консоль

7. Определение диапазона устойчивости по одному параметру:

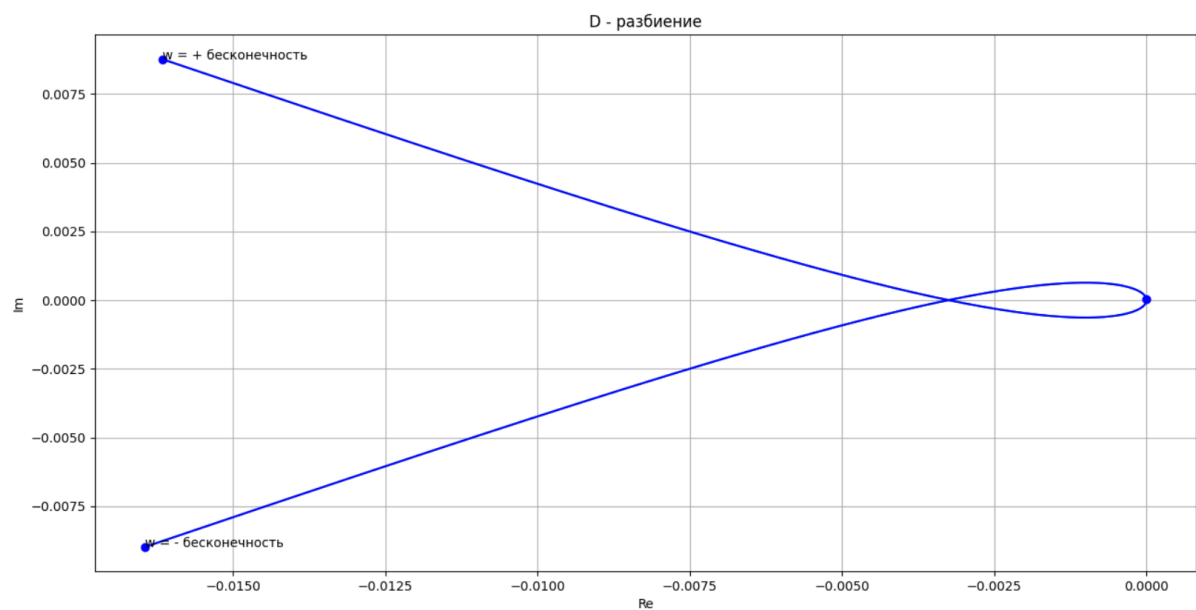


Рис. 7.1 – График D-разбиения по одному параметру

8. Проверка САУ на границе устойчивости:

Коэффициент, при котором система находится на границе устойчивости, найденный с использованием python:

$$k_{oc} = 5,0196$$

Переходная характеристика:

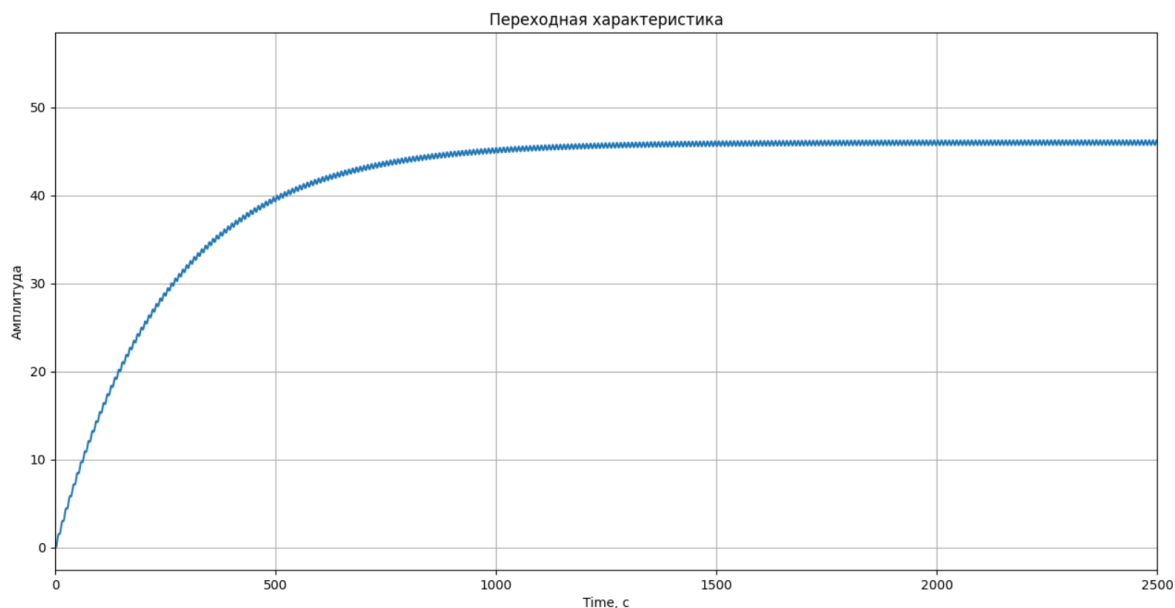


Рис. 8.1 – Переходная характеристика разомкнутой САУ на границе устойчивости

Полученный коэффициент, при котором САУ находится на границы устойчивости, соответствует коэффициенту, рассчитанному в предварительном отчете. При подстановке данного коэффициента в уравнение, можно наблюдать периодический график переходной характеристики, который подтверждает то, что САУ находится на границе устойчивости.

9. Вывод:

Результаты полученные в ходе выполнения работы сходятся с теми, что были получены в предварительной подготовке. Проверка системы при, подстановке в нее коэффициента, при котором САУ должна находиться на границе устойчивости показала, что это на самом деле так, так как был получен график переходной характеристики, изменяющийся по периодическому закону.