

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Лабораторная работа №1

**«Анализ динамических характеристик эталонных моделей
систем со стандартной настройкой»**

по дисциплине Системы управления в электроприводе

Выполнил: Студент группы
R34362 Ванчукова Т. С.
Преподаватель: Ловлин С.Ю.

Санкт-Петербург, 2023

Содержание

Задание	3
Ход работы.....	4
Линейный оптимум.....	4
Задание 1	4
Задание 2	4
Задание 3	5
Задание 4	6
Биномиальный оптимум.....	8
Задание 1	8
Задание 2	8
Задание 3	9
Задание 4	10
Оптимум по модулю	12
Задание 1	12
Задание 2	12
Задание 3	13
Задание 4	14
Симметричный оптимум	16
Задание 1	16
Задание 2	16
Задание 3	17
Задание 4	18
Астатизм третьего порядка	20
Задание 1	20
Задание 2	20
Задание 3	21
Задание 4	22
Результаты работы	23

Задание

Исследование характеристик систем, настроенных на биномиальный оптимум, оптимум по модулю, симметричный оптимум, настройкой на астатизм третьего порядка.

Задание 1

Для перечисленных стандартных передаточных функций разомкнутых систем $W_{\text{раз}}(s)$ найти соответствующие им передаточные функции замкнутых систем $W_{\text{зам}}(s)$, снять кривые переходных процессов при отработке скачка задающего воздействия.

Задание 2

Параметры переходных процессов: время переходного процесса для входа в 5% зону – t_{p5} , время переходного процесса для входа в 2% зону – t_{p2} , перерегулирование – Δu занести в Таблица 1.

Задание 3

Снять кривые переходных процессов при отработке задающих воздействий вида $g = vt$ и $g = at^2$. Заполнить Таблица 2.

Задание 4

Снять ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем управления указанных выше эталонных настроек. Определить запас по амплитуде, запас по фазе и показатель колебательности.

Заполнить
Таблица 3.

Ход работы

$$T_u = 0.0116$$

Линейный оптимум

Задание 1

$$W_{\text{раз.лин.}}(s) = \frac{1}{T_u s}$$
$$W_{\text{зам.лин.}}(s) = \frac{1}{T_u s + 1}$$

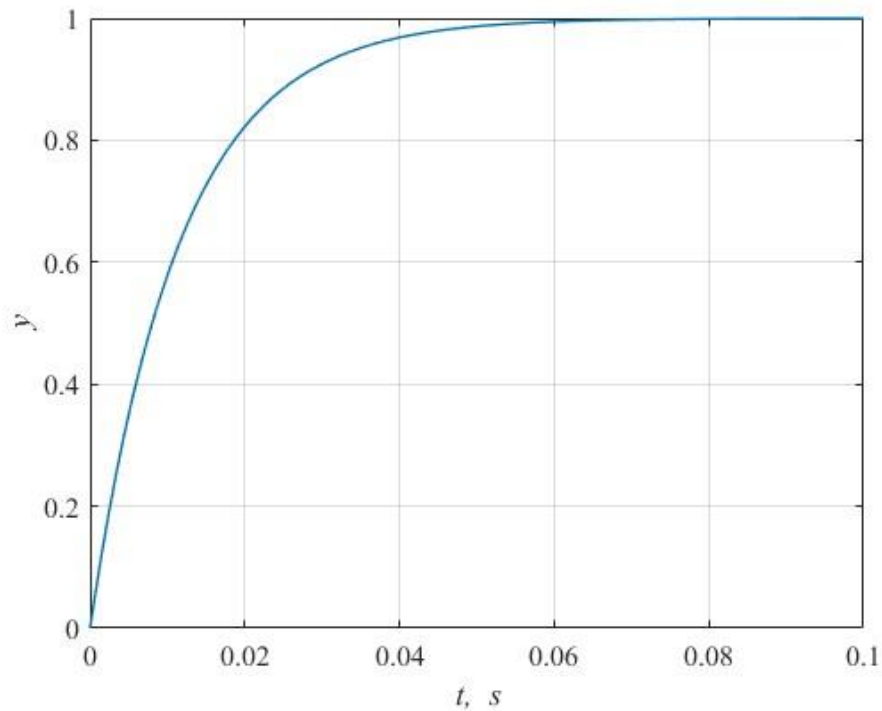


Рисунок 1. Кривая переходного процесса линейного оптимума

Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

$$t_{tr5} = t_1 - t_0$$

t_0 – время начала переходного процесса

t_1 – максимальное значения t , при котором справедливо:

$$\varepsilon(t_1) \geq D, D = 0.05 \cdot |y_0 - y_{ss}|$$

$$t_{tr5} = 0.095$$

$$t_{tr2} = 0.098$$

Вычислим перерегулирование Δy :

$$\Delta y = 0$$

Задание 3

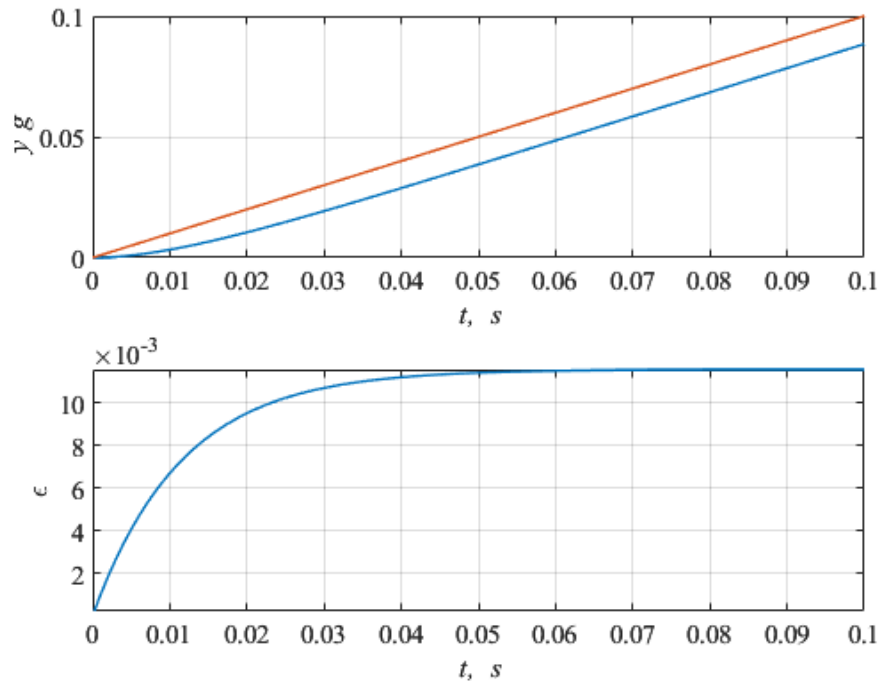


Рисунок 2. Кривая переходных процессов при обработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t$ и график ошибки

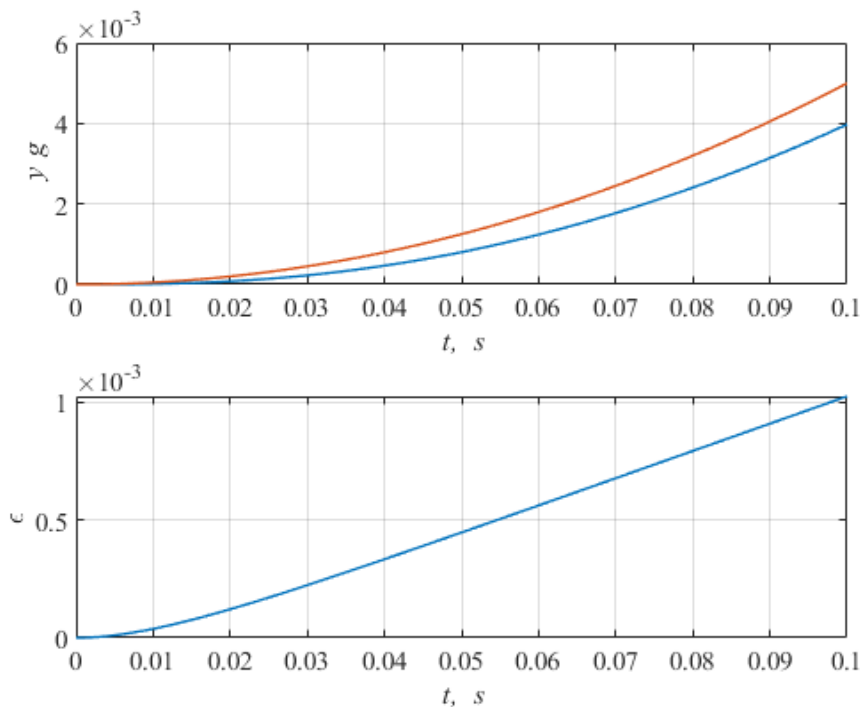


Рисунок 3. Кривая переходных процессов при обработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t^2$ и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна установившемуся значению, а при квадратичном – бесконечности, система имеет первый порядок астатизма.

Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

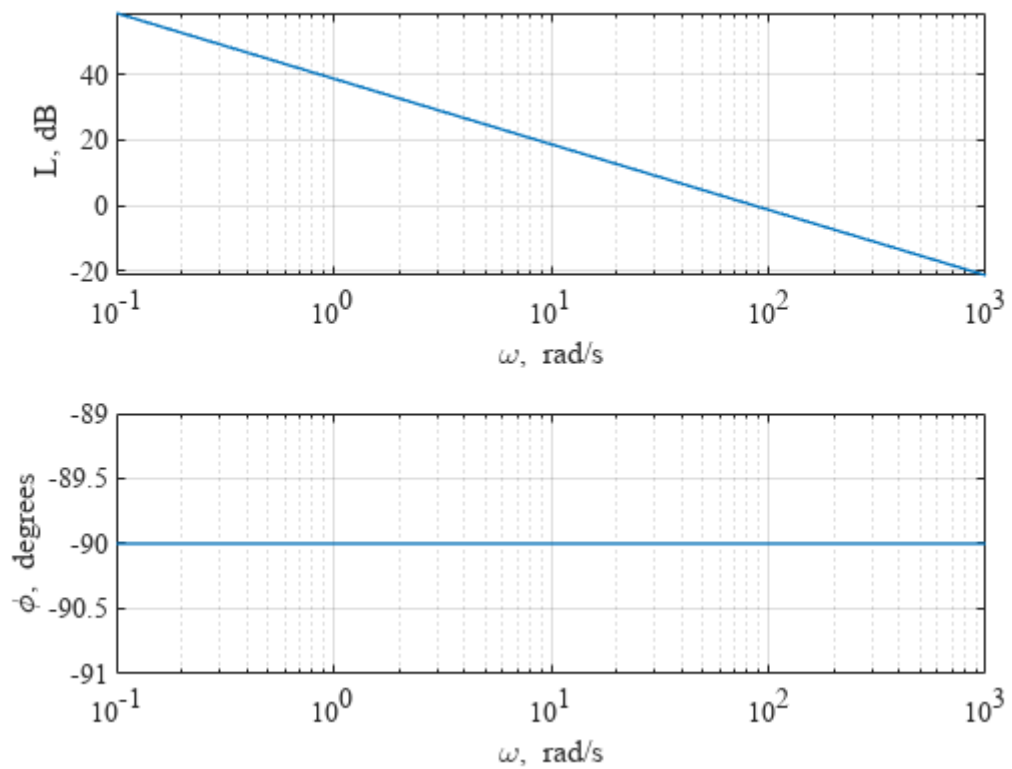


Рисунок 4. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

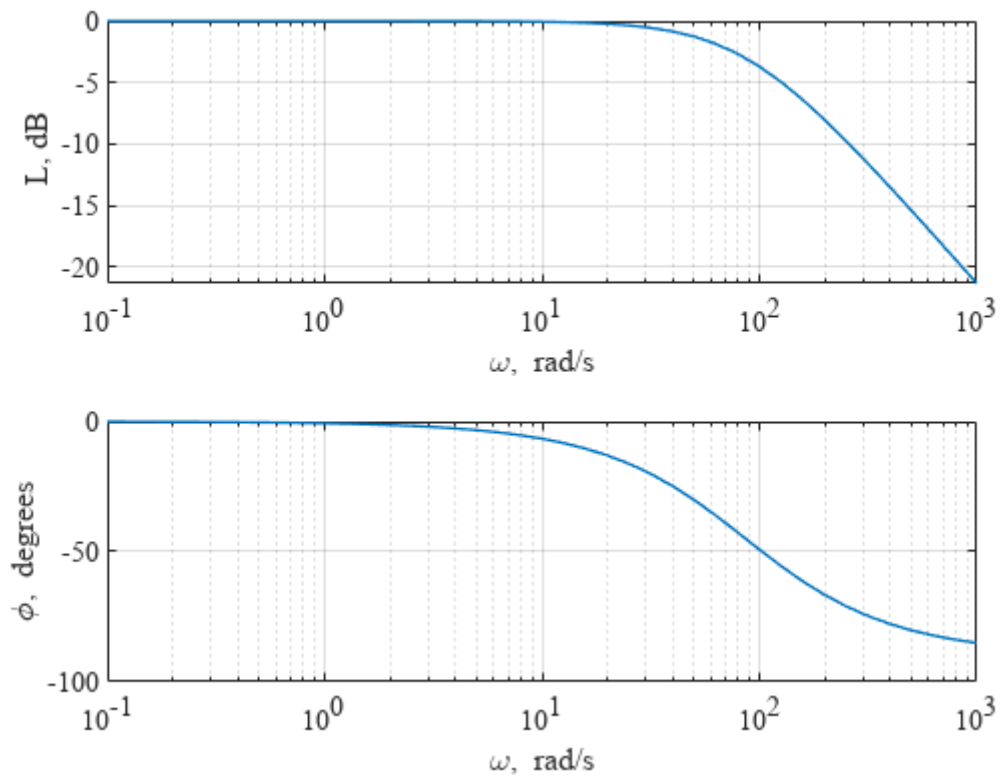


Рисунок 5. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.
По Рисунок 4 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.

Запас по фазе равен 90° , определяем по графикам: $-90 - (-180) = 90^\circ$.

$$\text{Показатель колебательности: } M = \frac{10^{\frac{\max(Lw) - Lw(1)}{20}}}{10^{\frac{Lw(1)}{20}}} = 1$$

Биномиальный оптимум

Задание 1

$$W_{\text{раз.бин.}}(s) = \frac{1}{3T_us(T_us + 1)}$$
$$W_{\text{зам.бин.}}(s) = \frac{1}{3T_us^2 + 3T_us + 1}$$

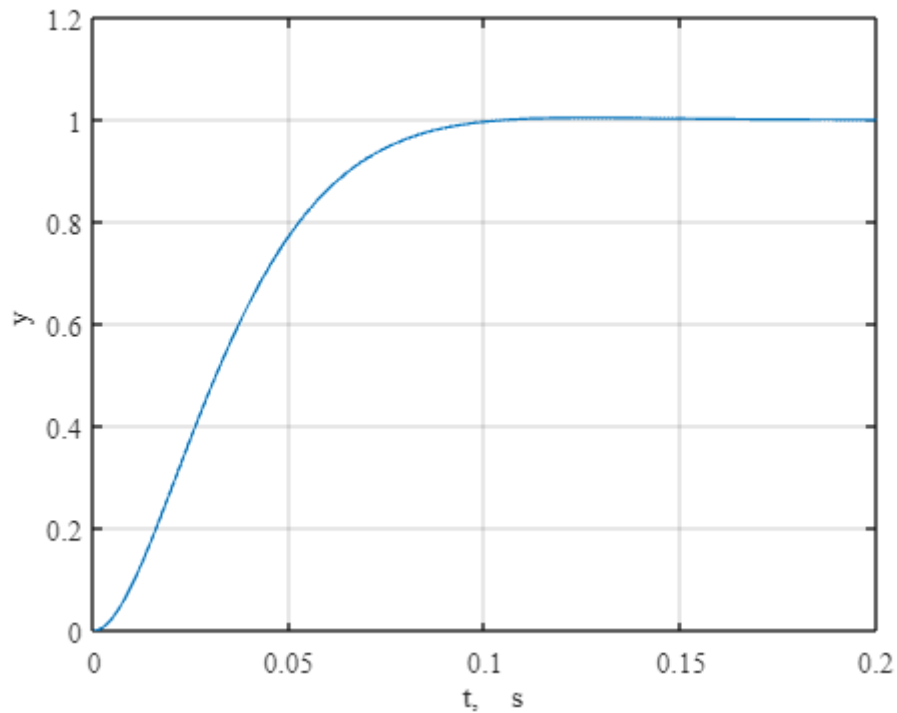


Рисунок 6. Кривая переходного процесса биномиального оптимума

Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

$$t_{tr5} = t_1 - t_0$$

t_0 – время начала переходного процесса

t_1 – максимальное значения t , при котором справедливо:

$$\varepsilon(t_1) \geq D, D = 0.05 \cdot |y_0 - y_{ss}|$$

$$t_{tr5} = 0.0753$$

$$t_{tr2} = 0.0863$$

Вычислим перерегулирование Δy :

$$\Delta y = 0.0041$$

Задание 3

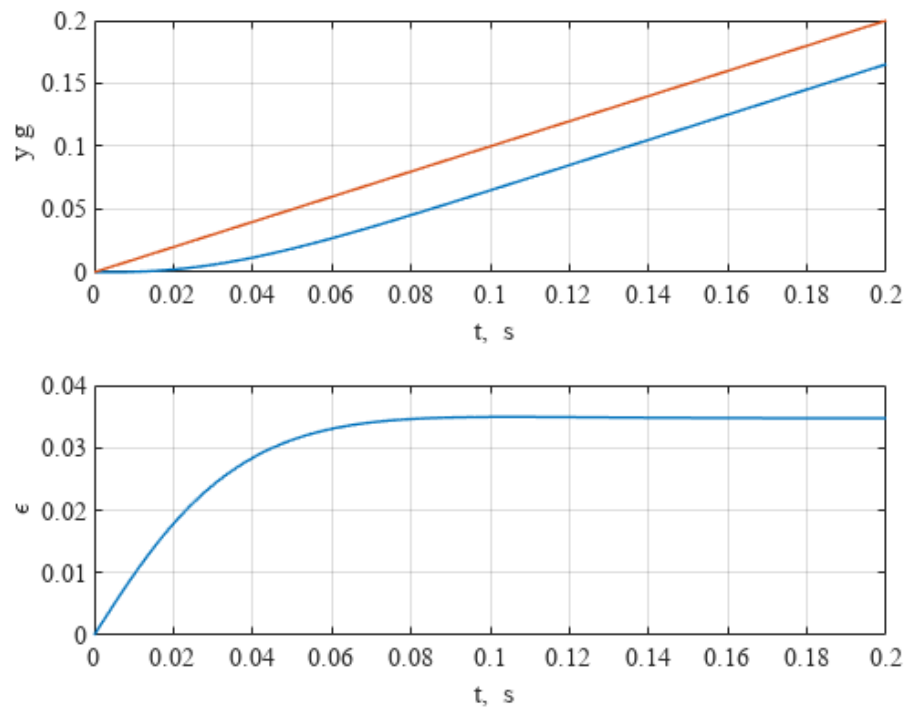


Рисунок 7. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t$ и график ошибки

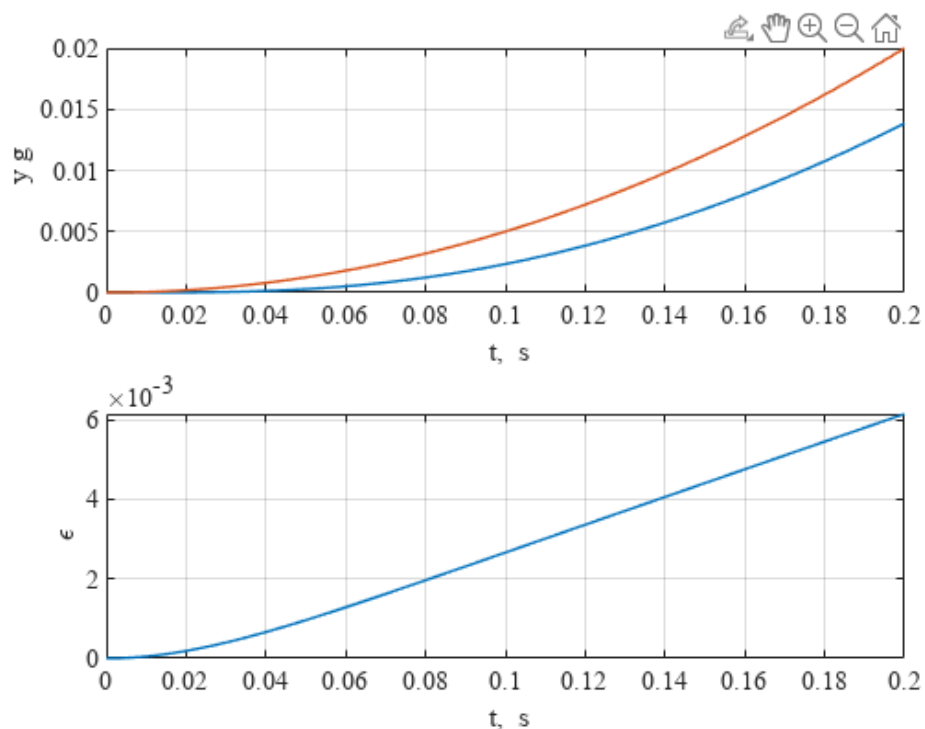


Рисунок 8. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t^2$ и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна установившемуся значению, а при квадратичном – бесконечности, система имеет первый порядок астатизма.

Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

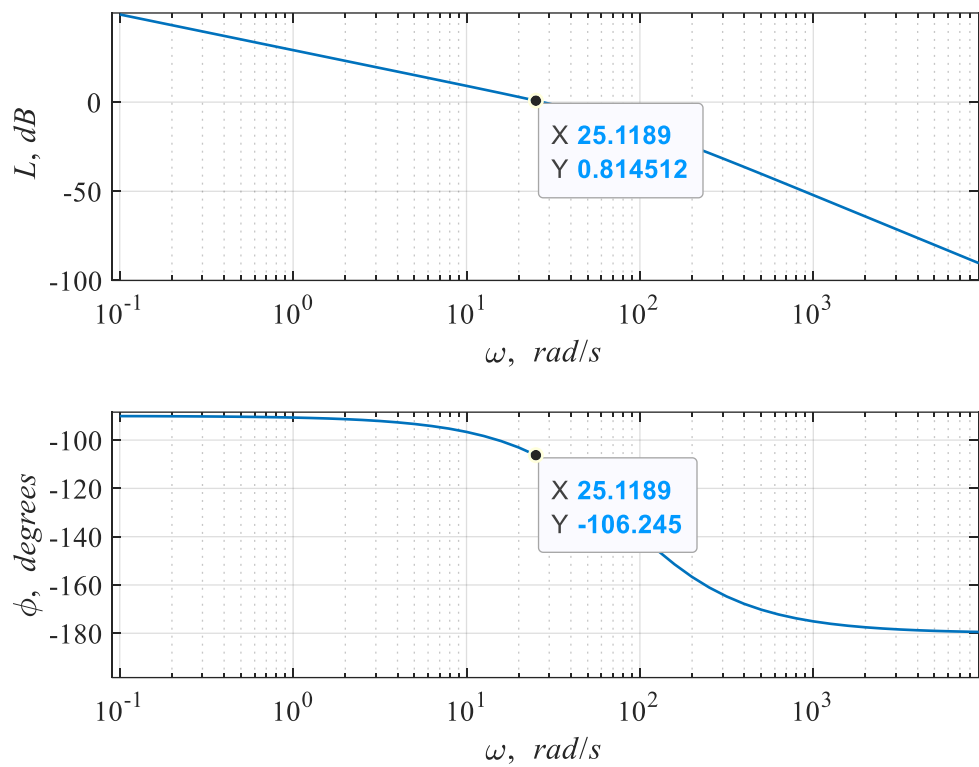


Рисунок 9. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

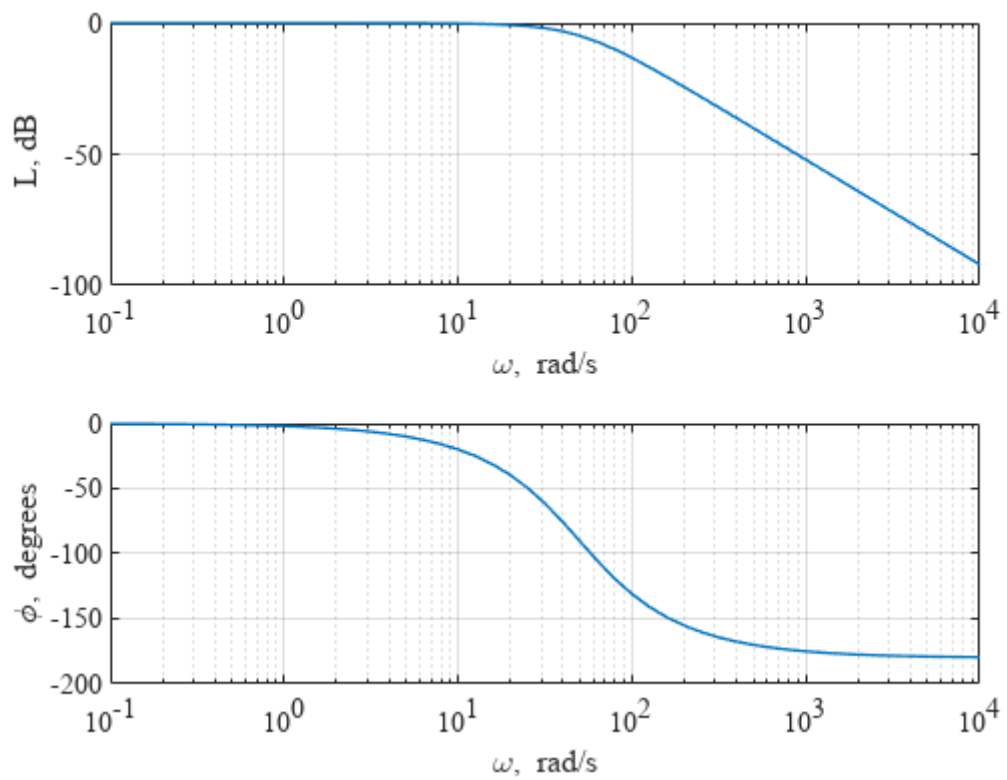


Рисунок 10. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.
По Рисунок 9 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.

Запас по фазе равен 73° , определяем по графикам: $-107 - (-180) = 73^\circ$.

Показатель колебательности: $M = \frac{10^{\frac{\max(Lw) - Lw(1)}{20}}}{10^{\frac{Lw(1)}{20}}} = 1$

Оптимум по модулю

Задание 1

$$W_{\text{раз.мод.}}(s) = \frac{1}{2T_u s (T_u s + 1)}$$
$$W_{\text{зам.мод.}}(s) = \frac{1}{2T_u s^2 + 2T_u s + 1}$$

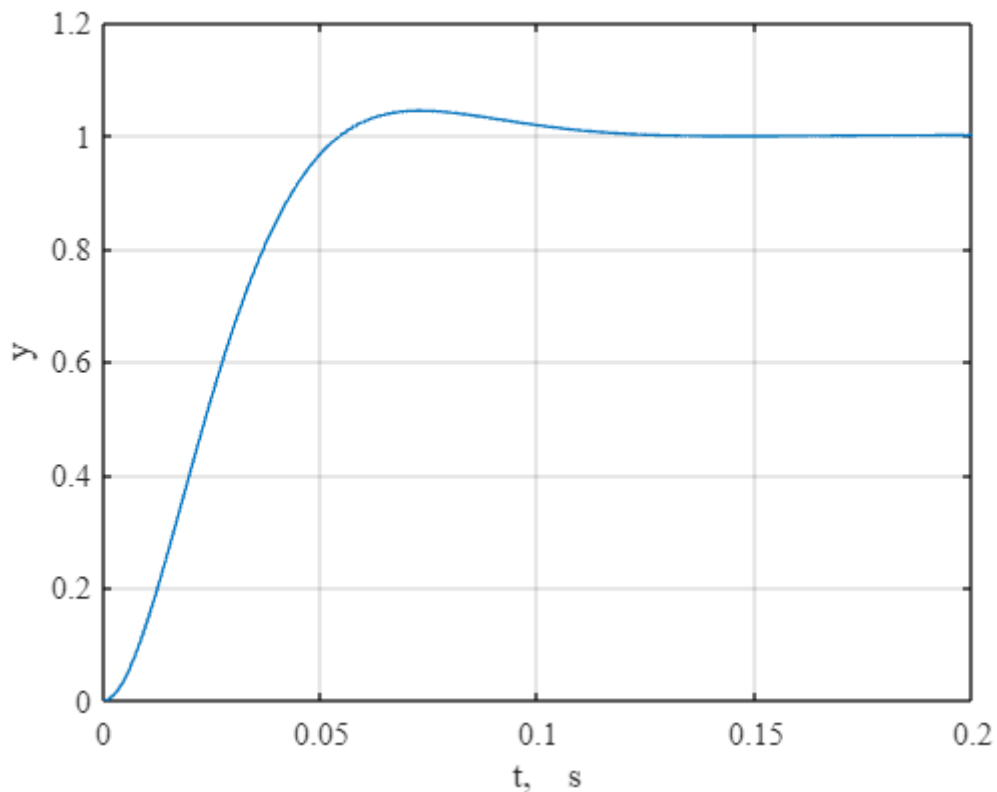


Рисунок 11. Кривая переходного процесса оптимума по модулю

Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

$$t_{tr5} = t_1 - t_0$$

t_0 – время начала переходного процесса

t_1 – максимальное значения t , при котором справедливо:

$$\varepsilon(t_1) \geq D, D = 0.05 \cdot |y_0 - y_{ss}|$$

$$t_{tr5} = 0.0473$$

$$t_{tr2} = 0.0973$$

Вычислим перерегулирование Δy :

$$\Delta y = 0.0432$$

Задание 3

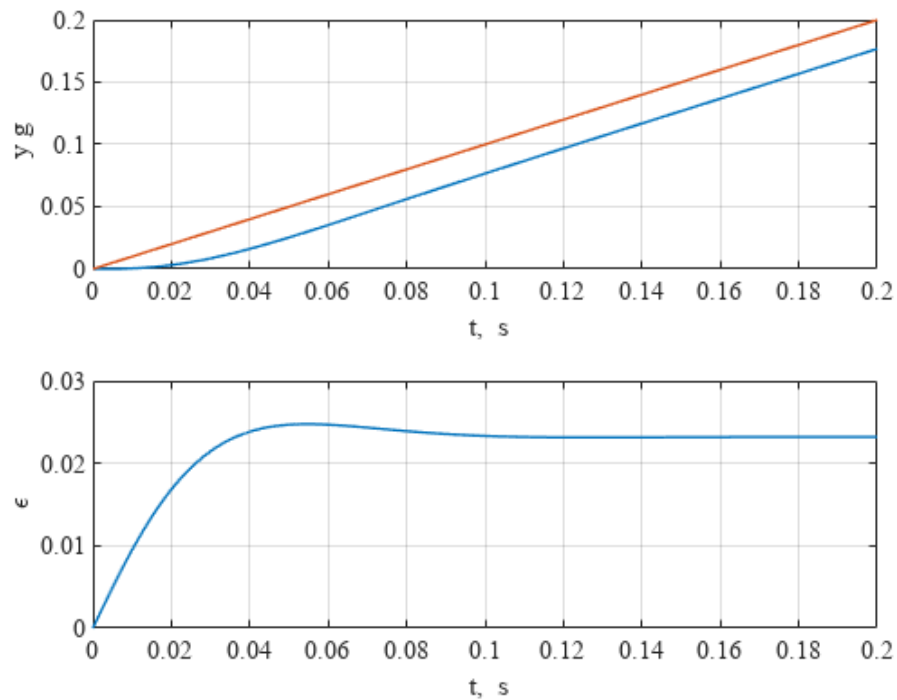


Рисунок 12. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t$ и график ошибки

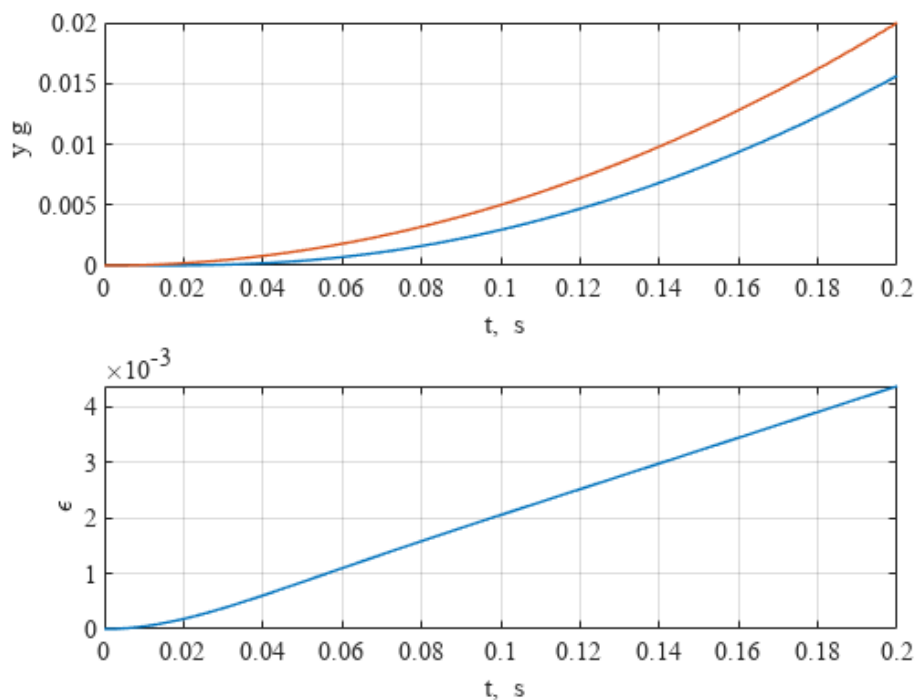


Рисунок 13. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t^2$ и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна установившемуся значению, а при квадратичном – бесконечности, система имеет первый порядок астатизма.

Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

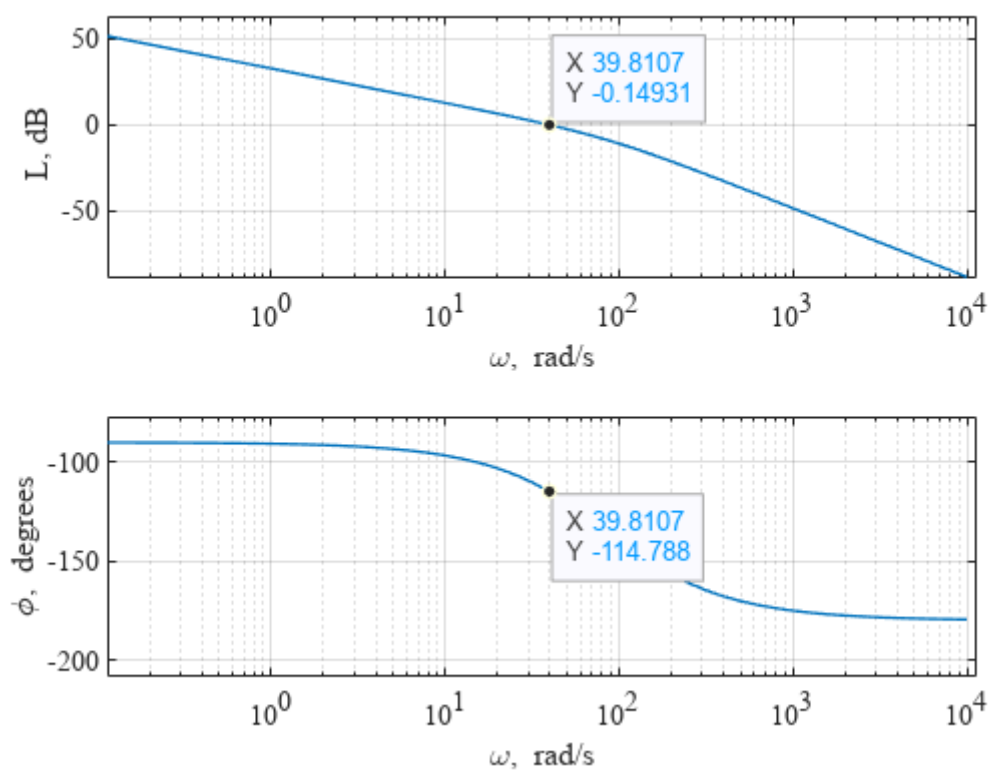


Рисунок 14. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

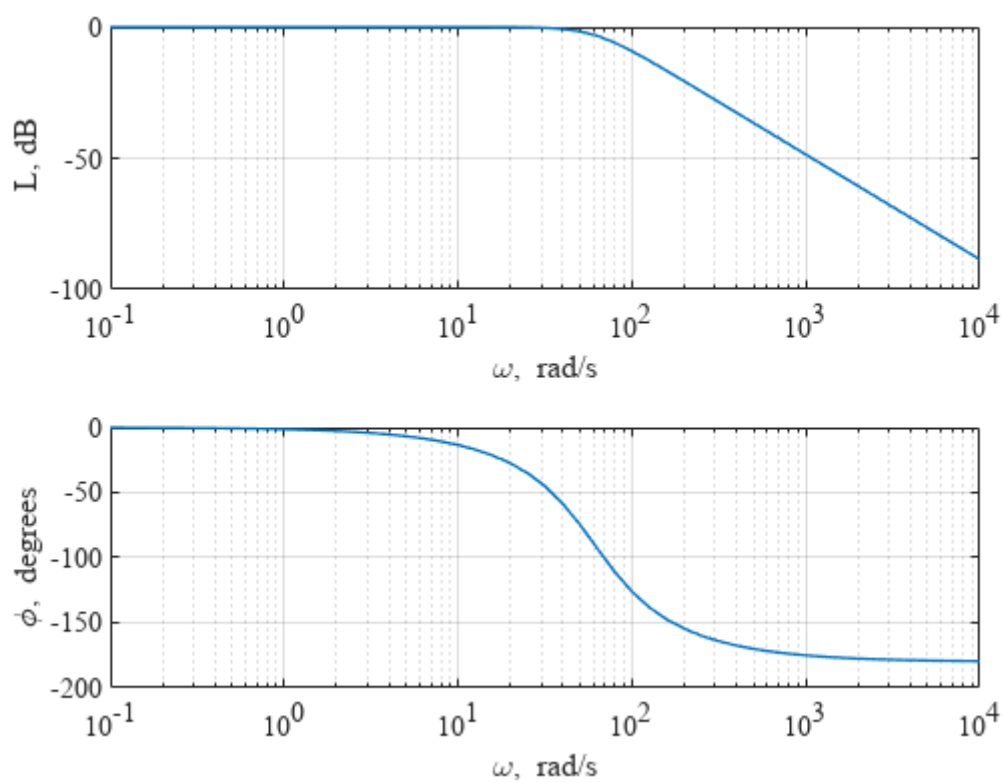


Рисунок 15. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.
По Рисунок 14 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.

Запас по фазе равен 90° , определяем по графикам: $-115 - (-180) = 65^\circ$.

Показатель колебательности:
$$M = \frac{10^{\frac{\max(Lw) - Lw(1)}{20}}}{10^{\frac{Lw(1)}{20}}} = 1$$

Симметричный оптимум

Задание 1

$$W_{\text{раз.мод.}}(s) = \frac{4T_u s + 1}{8T_u^2 s^2 (T_u s + 1)}$$
$$W_{\text{зам.мод.}}(s) = \frac{4T_u s + 1}{8T_u^3 s^3 + 8T_u^2 s^2 + 4T_u s + 1}$$

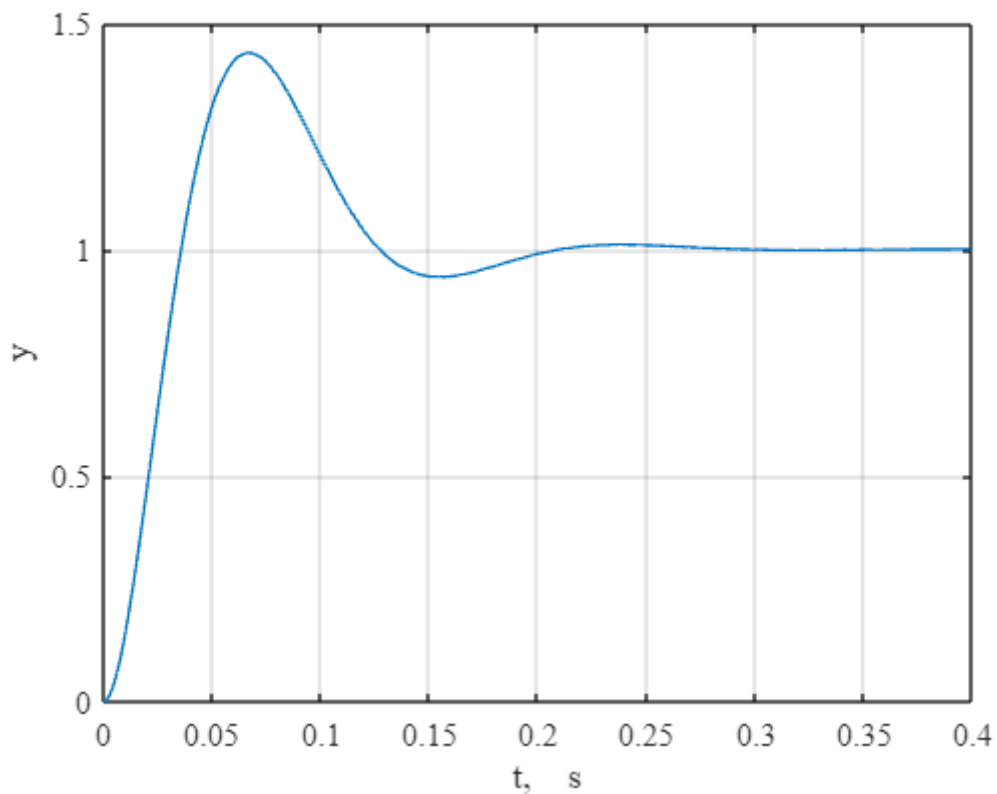


Рисунок 16. Кривая переходного процесса симметричного оптимума

Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

$$t_{tr5} = t_1 - t_0$$

t_0 – время начала переходного процесса

t_1 – максимальное значения t , при котором справедливо:

$$\varepsilon(t_1) \geq D, D = 0.05 \cdot |y_0 - y_{ss}|$$

$$t_{tr5} = 0.1703$$

$$t_{tr2} = 0.1913$$

Вычислим перерегулирование Δy :

$$\Delta y = 0.4338$$

Задание 3

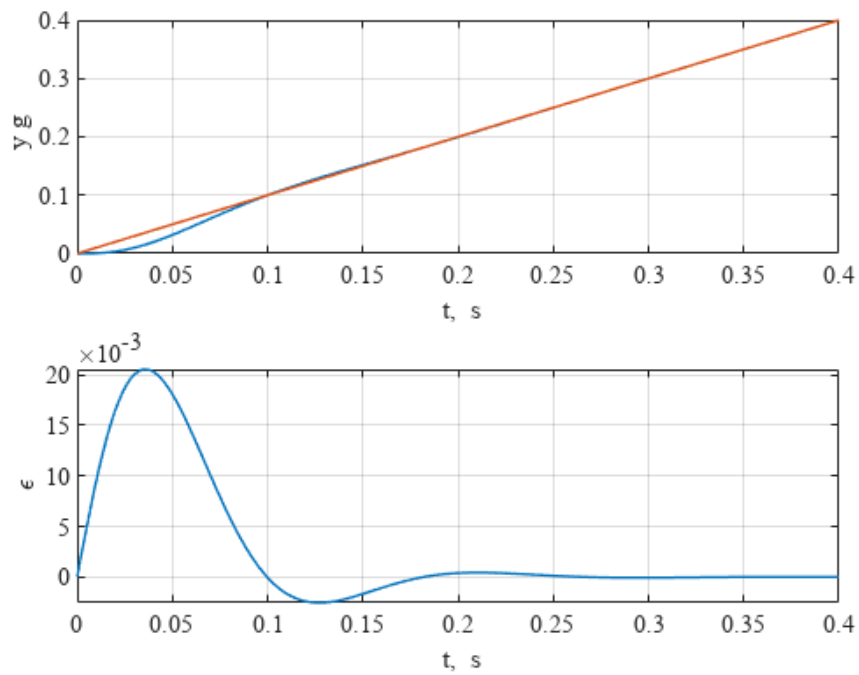


Рисунок 17. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t$ и график ошибки

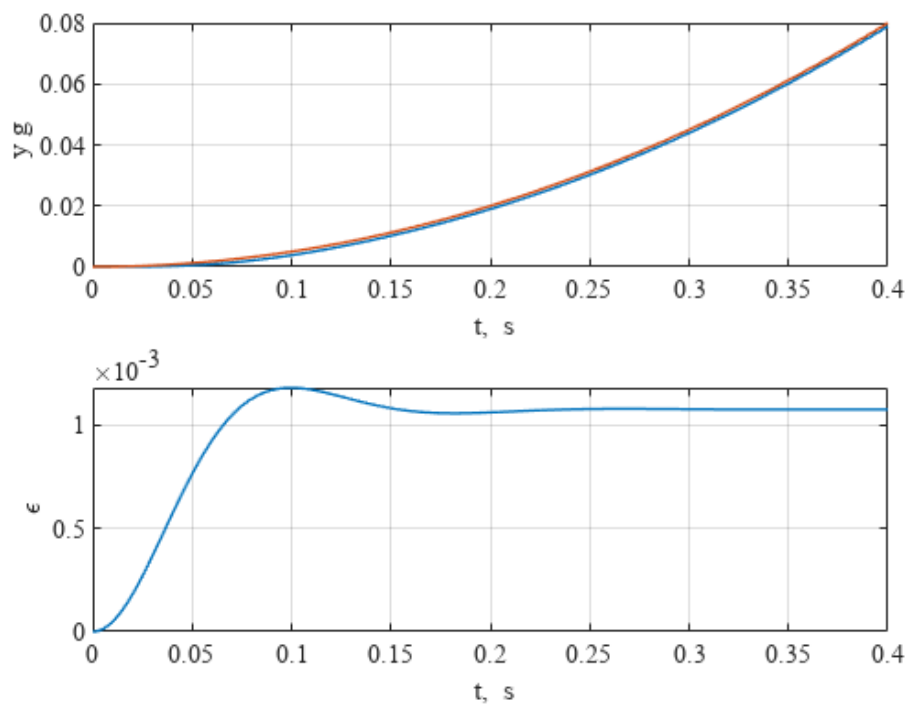


Рисунок 18. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t^2$ и график ошибки

Так как при линейном воздействии ошибка равна нулю, а при квадратичном – установившемся значению, система имеет второй порядок астатизма.

Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

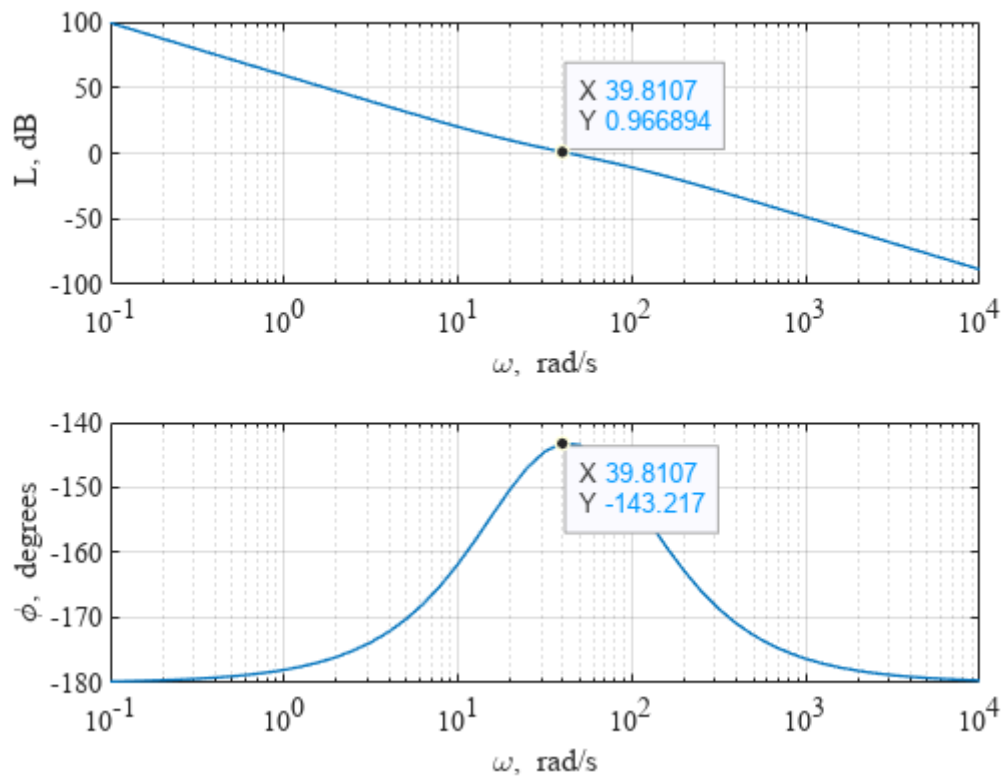


Рисунок 19. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

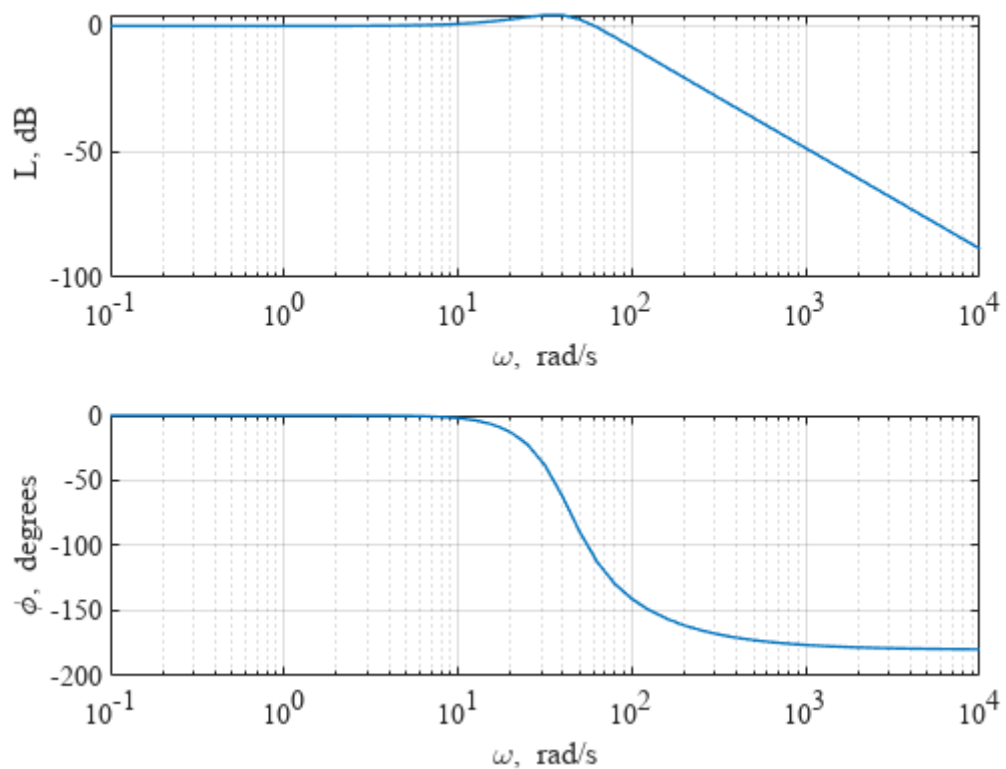


Рисунок 20. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы

Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 19 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.

Запас по фазе равен 37° , определяем по графикам: $-143 - (-180) = 37^\circ$.

Показатель колебательности: $M = \frac{10^{\frac{\max(Lw) - Lw(1)}{20}}}{10^{\frac{Lw(1)}{20}}} = 1.6515$.

Астатизм третьего порядка

Задание 1

$$W_{\text{раз.аст.}}(s) = \frac{(16T_u s + 1)(4T_u s + 1)}{128T_u^3 s^3 (T_u s + 1)}$$

$$W_{\text{зам.аст.}}(s) = \frac{W_{\text{раз.аст.}}(s)}{1 + W_{\text{раз.аст.}}(s)} = \frac{64T_u^2 s^2 + 20T_u s + 1}{128T_u^4 s^4 + 128T_u^3 s^3 + 64T_u^2 s^2 + 20T_u s + 1}$$

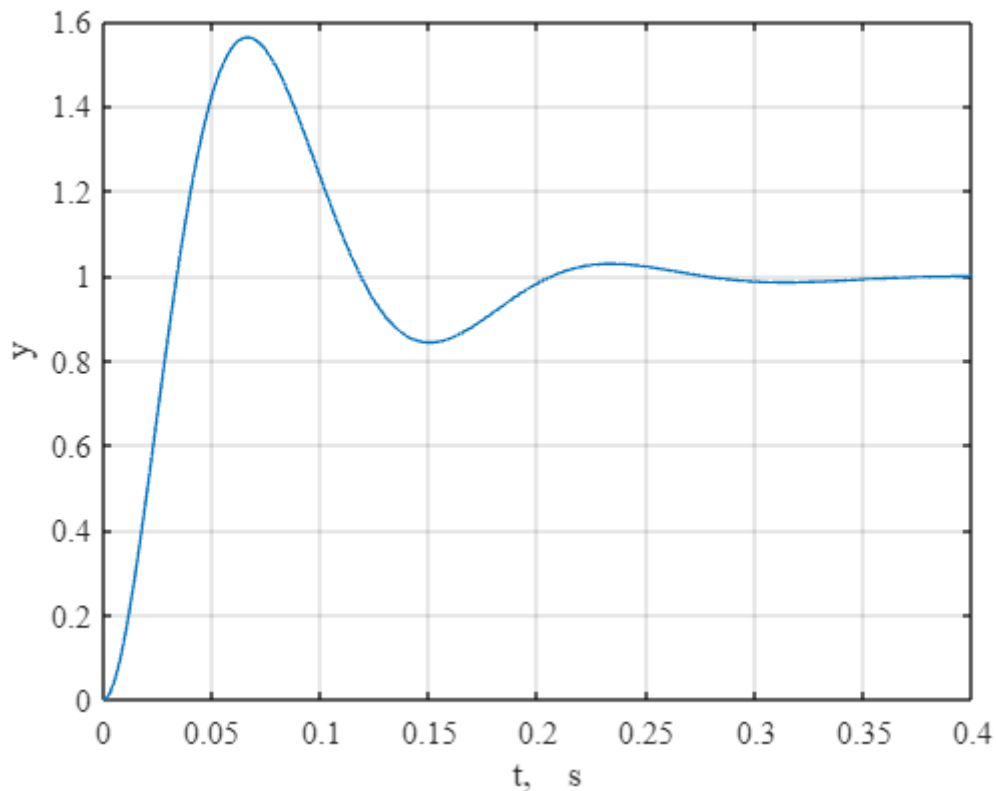


Рисунок 21. Кривая переходного процесса астатизма третьего порядка

Задание 2

Найдем время переходного процесса для входа в 5% и в 2% зону.

$$t_{tr5} = t_1 - t_0$$

t_0 – время начала переходного процесса

t_1 – максимальное значения t , при котором справедливо:

$$\varepsilon(t_1) \geq D, D = 0.05 \cdot |y_0 - y_{ss}|$$

$$t_{tr5} = 0.1883$$

$$t_{tr2} = 0.2533$$

Вычислим перерегулирование Δy :

$$\Delta y = 0.5638$$

Задание 3

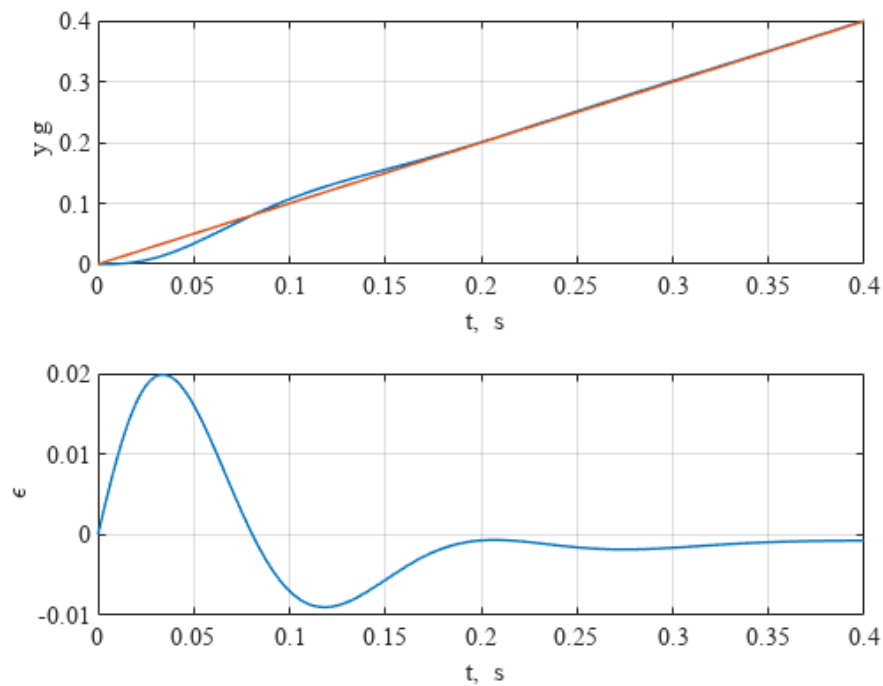


Рисунок 22. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t$ и график ошибки

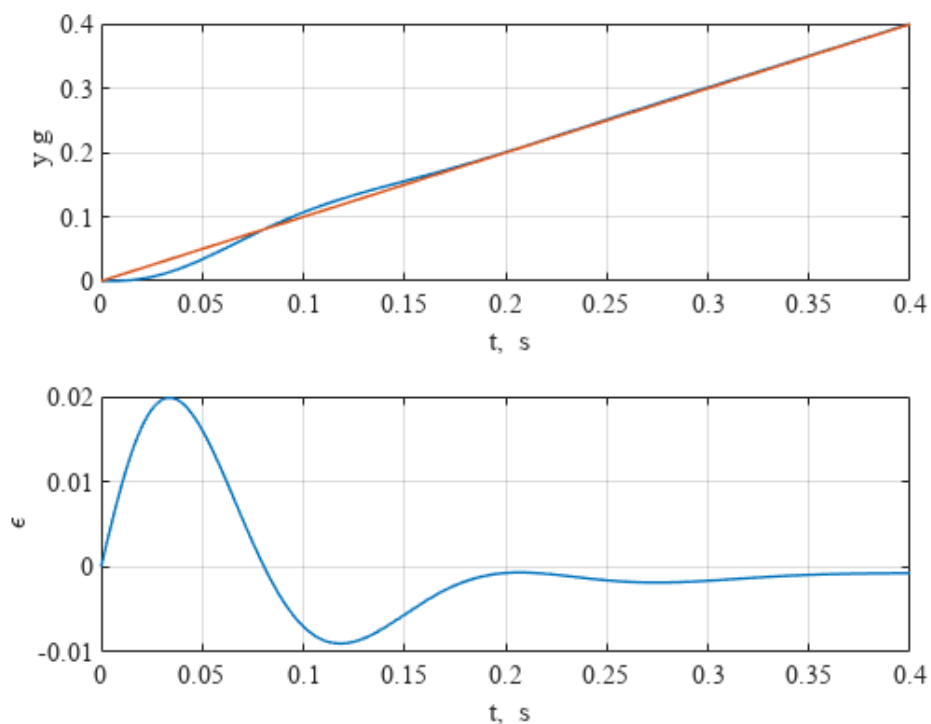


Рисунок 23. Кривая переходных процессов при отработке задающего воздействия вида $g = 1 \cdot t^2$ и график ошибки

Так как при линейном и квадратичном воздействиях ошибка равна нулю, система имеет третий порядок астатизма.

Задание 4

ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем:

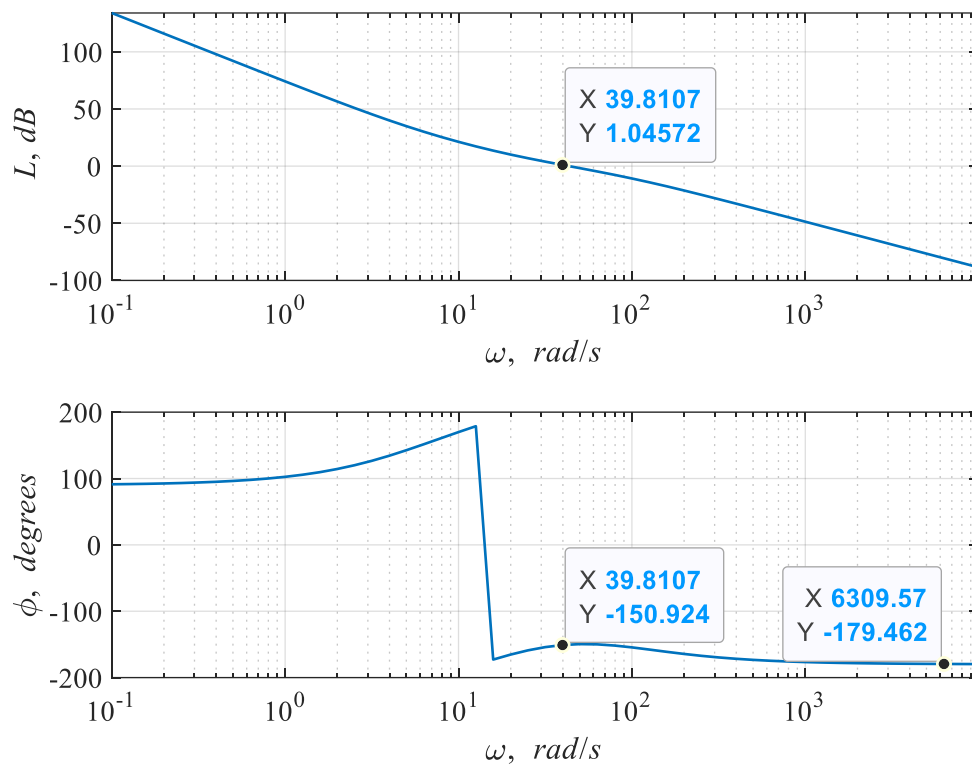


Рисунок 24. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций разомкнутой системы

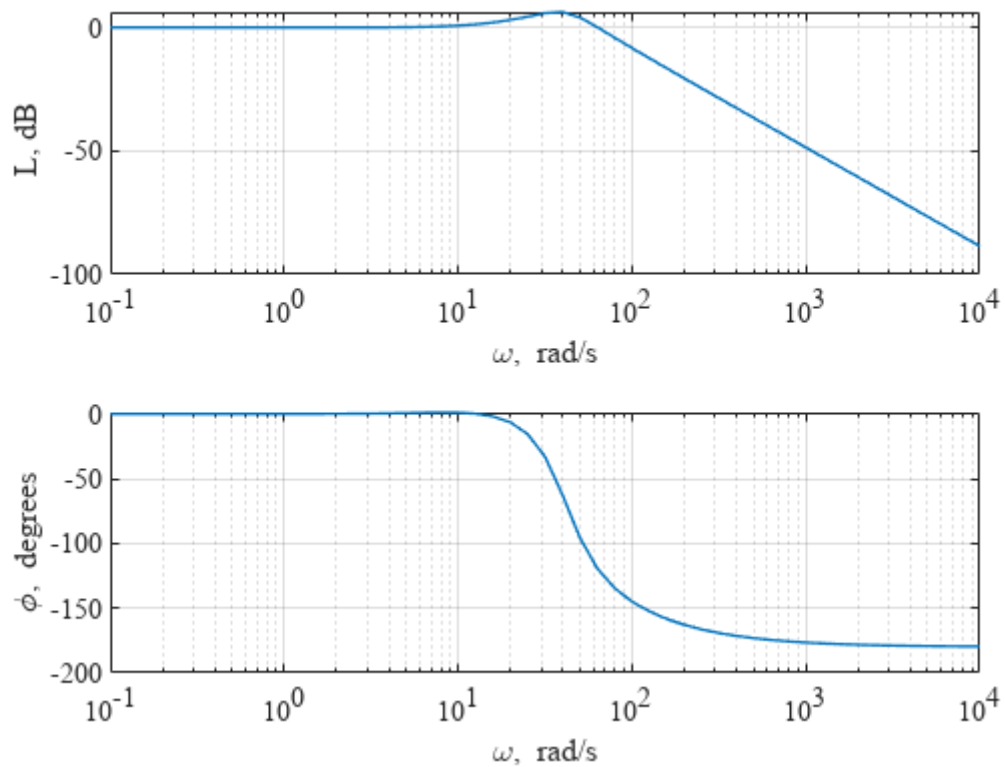


Рисунок 25. ЛАЧХ и ФЧХ передаточных функций замкнутой системы
Определим запас по амплитуде, по фазе, показатель колебательности.

По Рисунок 24 видим, что запас по амплитуде равен бесконечности.

Запас по фазе равен 90° , определяем по графикам: $-150 - (-180) = 30^\circ$.

Показатель колебательности: $M = \frac{10^{\frac{\max(Lw) - Lw(1)}{20}}}{10^{\frac{Lw(1)}{20}}} = 2.0571$

Результаты работы

Таблица 1

Эталонная модель	t_{p5}, c	t_{p2}, c	Δy
Линейный оптимум	0.095	0.098	0
Биномиальный оптимум	0.0753	0.0863	0.0041
Оптимум по модулю	0.0473	0.0973	0.0432
Симметричный оптимум	0.1703	0.1913	0.4338
Астатизм третьего порядка	0.1883	0.2533	0.5638

Таблица 2

Эталонная модель	Статическая система	Астатизм первого порядка	Астатизм второго порядка	Астатизм третьего порядка
Линейный оптимум		✓		
Биномиальный оптимум		✓		
Оптимум по модулю		✓		
Симметричный оптимум			✓	
Астатизм третьего порядка				✓

Таблица 3

Эталонная модель	Показатель колебательности	Запас по амплитуде	Запас по фазе
Линейный оптимум	1	∞	90°
Биномиальный оптимум	1	∞	73°
Оптимум по модулю	1	∞	65°
Симметричный оптимум	1.6515	∞	37°
Астатизм третьего порядка	2.0571	∞	30°

Вывод: в процессе выполнения лабораторной работы были исследованы характеристики систем, настроенных на биномиальный оптимум, оптимум по модулю, симметричный оптимум, настройкой на астатизм третьего порядка, а именно вычислили прямые показатели качества (время переходного процесса, перерегулирование, показатель колебательности), частотные характеристики: построили ЛАЧХ и ФЧХ, вычислили запасы по амплитуде и фазе.