

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Университет ИТМО

Факультет систем управления и робототехники

ОТЧЁТ

по лабораторной работе №3

по дисциплине

«Линейные системы автоматического управления»

по теме:

ВЫНУЖДЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА
(ВАРИАНТ 12)

Студент:

Группа R3343

Ткачёв И.Ю.

Предподаватель:

ассистент

Пашенко А.В.

Санкт-Петербург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВЫНУЖДЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ	3
1.1	Структурная схема системы	3
1.2	Значения коэффициентов a_1, a_0	3
1.3	Графики сигналов $y(t)$, их сопоставление	4
1.3.1	Эксперимент 1	4
1.3.2	Эксперимент 2	5
1.3.3	Эксперимент 3	7
1.4	Вывод	8
2	КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ	10
2.1	Результаты моделирования	10
2.1.1	Эксперимент 1	10
2.1.2	Эксперимент 2	11
2.1.3	Эксперимент 3	13
2.1.4	Эксперимент 4	14
2.1.5	Эксперимент 5	15
2.1.6	Эксперимент 6	17
2.1.7	Эксперимент 7	18
2.1.8	Эксперимент 8	19
2.1.9	Эксперимент 9	21
2.1.10	Эксперимент 10	22
2.2	Вывод	24
3	ВЫВОД	25

1 ВЫНУЖДЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Рассмотрим математическую модель системы в виде дифференциального уравнения:

$$\ddot{y} + a_1 \dot{y} + a_0 y = u$$

с некоторыми начальными условиями $y(0), \dot{y}(0)$.

1.1 Структурная схема системы

С помощью блоков элементарных операций построим структурную схему системы.

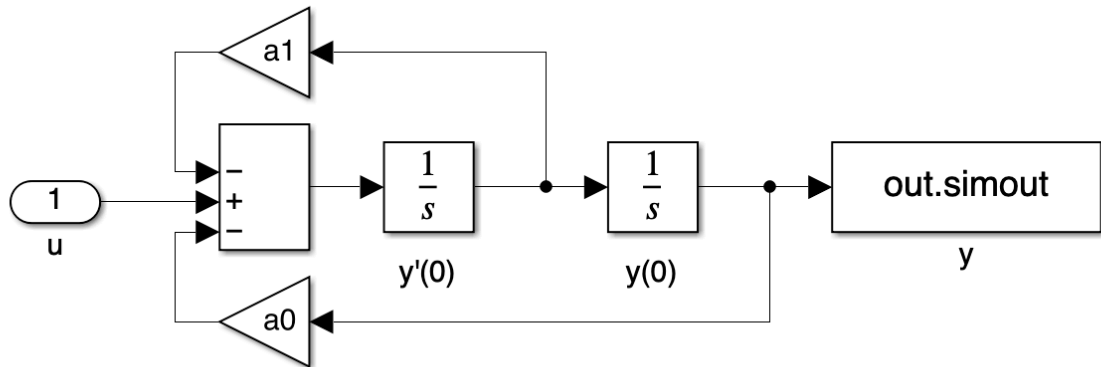


Рисунок 1 — Структурная схема системы в Simulink

1.2 Значения коэффициентов a_1, a_0

Возьмем три набора коэффициентов из **Задания 1 Лабораторной работы 2**:

1. $a_0 = 198.89, a_1 = 3.4$
2. $a_0 = 196, a_1 = 0$
3. $a_0 = 198.89, a_1 = -3.4$

Выполним моделирование движения системы при различных начальных условиях:

1. $y(0) = -1, \dot{y}(0) = 0$

2. $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$
3. $y(0) = 1, \dot{y}(0) = 0$

И различных входных воздействиях:

1. $u(t) = 2.5$
2. $u(t) = 0.8t$
3. $u(t) = \sin 4t$

1.3 Графики сигналов $y(t)$, их сопоставление

1.3.1 Эксперимент 1

Проведем эксперимент для системы с коэффициентами $a_0 = 198.89, a_1 = 3.4$.

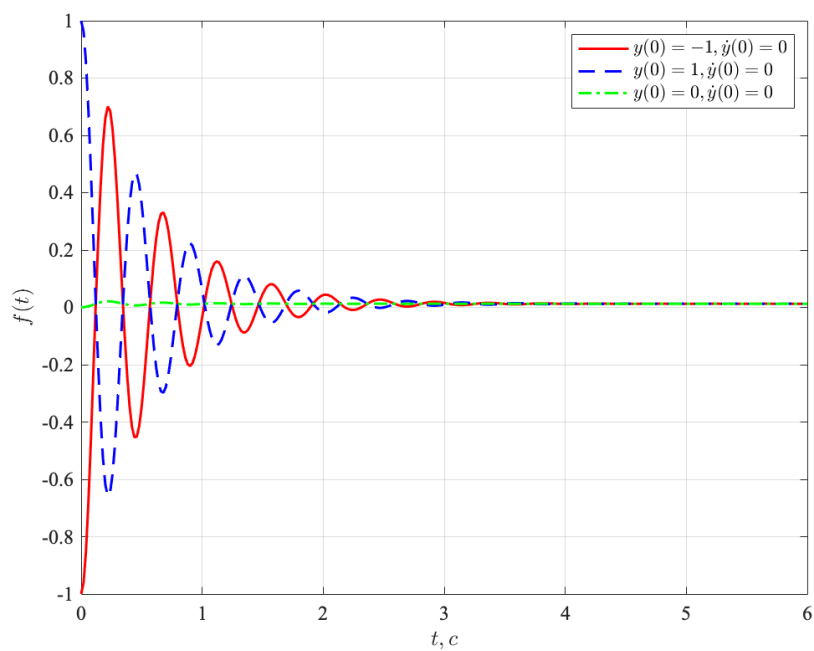


Рисунок 2 — Входное воздействие $u(t) = 2.5$

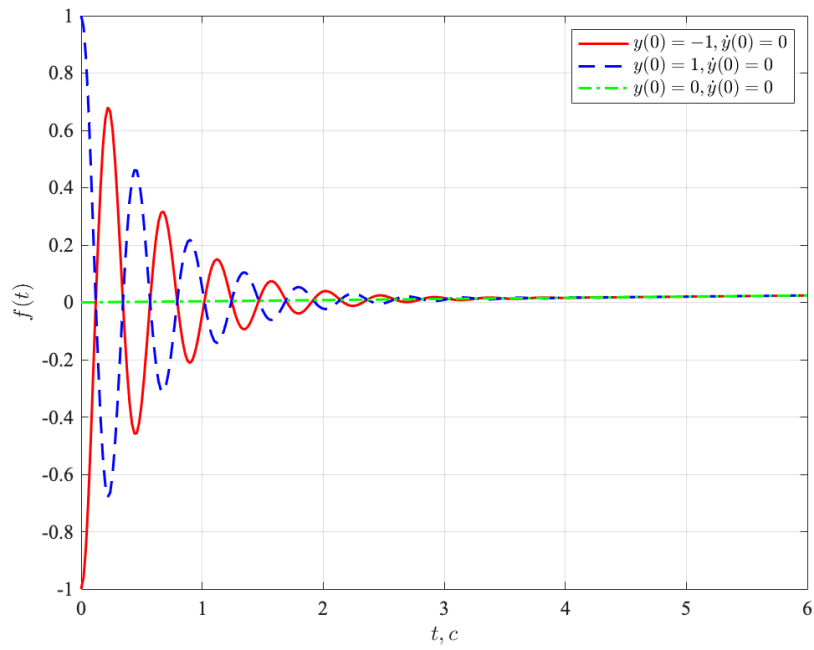


Рисунок 3 — Входное воздействие $u(t) = 0.8t$

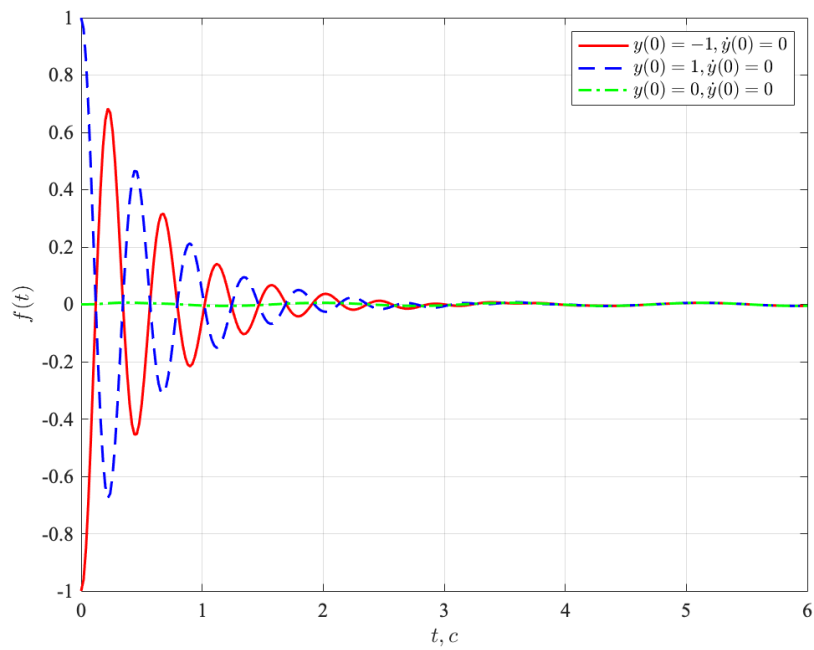


Рисунок 4 — Входное воздействие $u(t) = \sin 4t$

1.3.2 Эксперимент 2

Проведем эксперимент для системы с коэффициентами $a_0 = 196, a_1 = 0$.

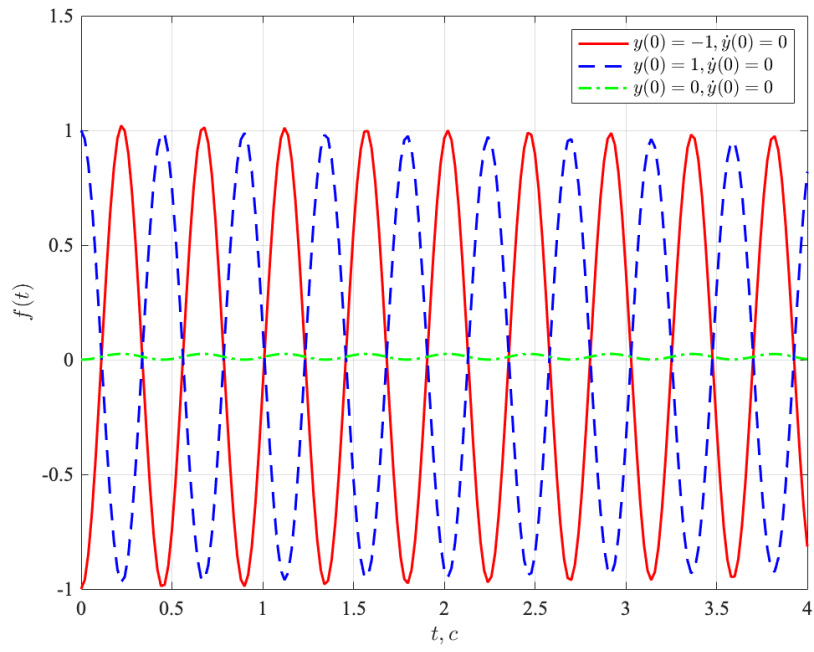


Рисунок 5 — Входное воздействие $u(t) = 2.5$

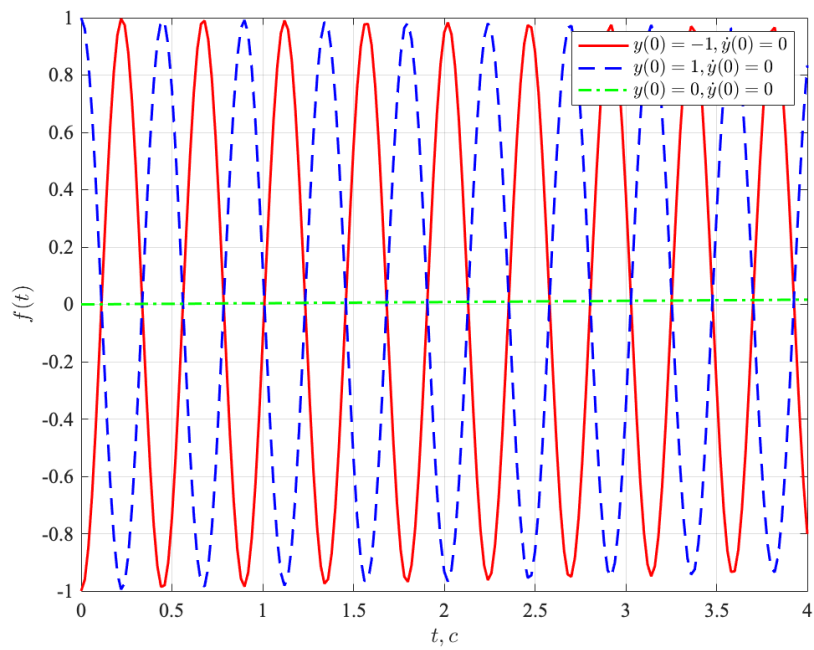


Рисунок 6 — Входное воздействие $u(t) = 0.8t$

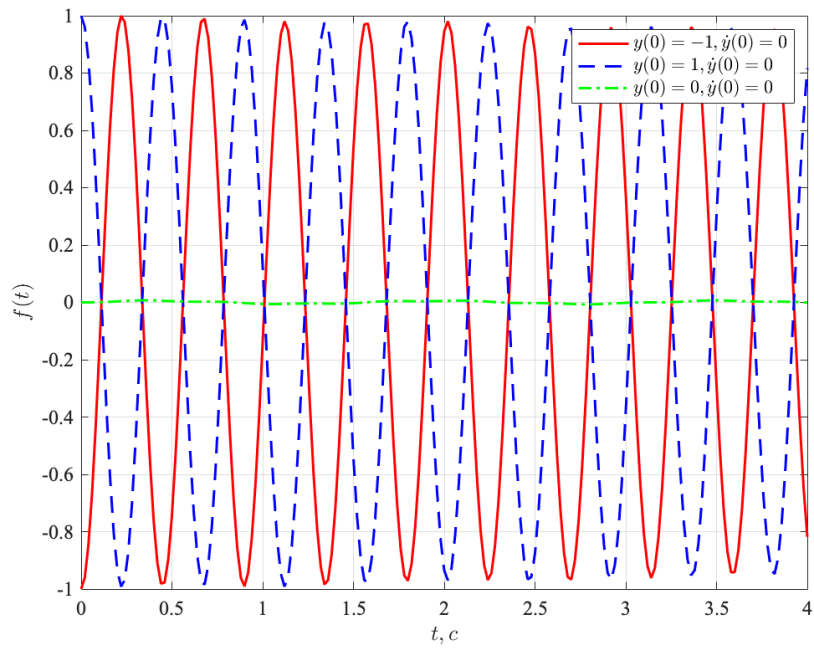


Рисунок 7 — Входное воздействие $u(t) = \sin 4t$

1.3.3 Эксперимент 3

Проведем эксперимент для системы с коэффициентами $a_0 = 198.89$, $a_1 = -3.4$.

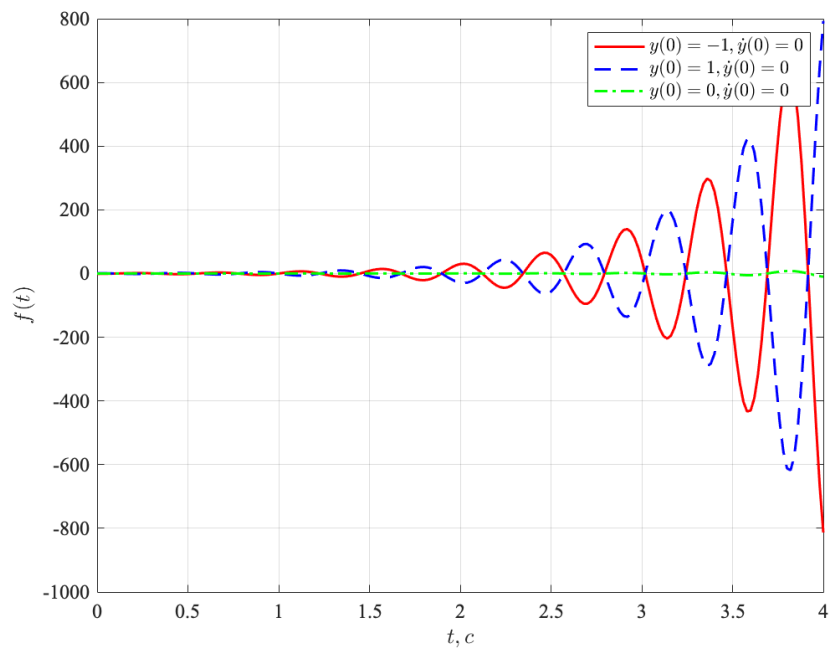


Рисунок 8 — Входное воздействие $u(t) = 2.5$

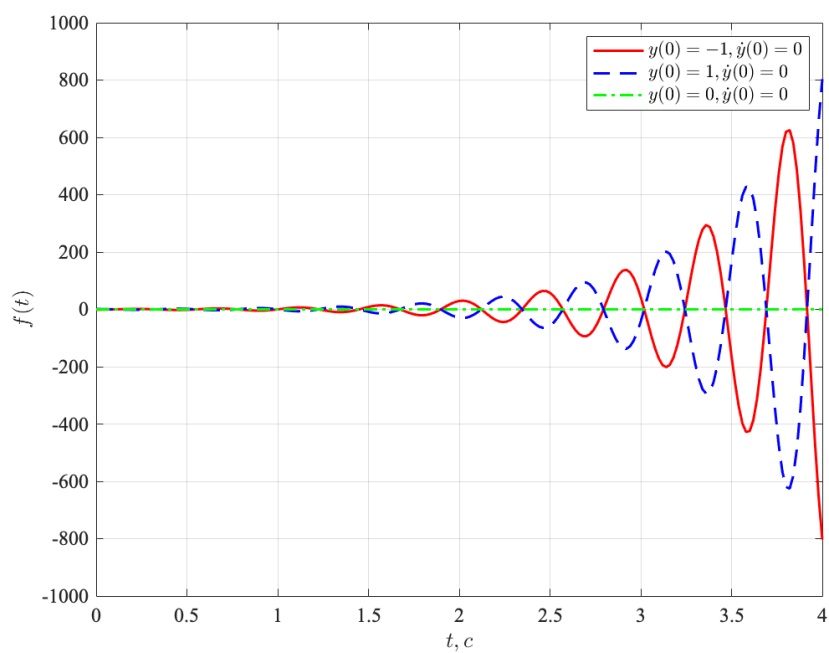


Рисунок 9 — Входное воздействие $u(t) = 0.8t$

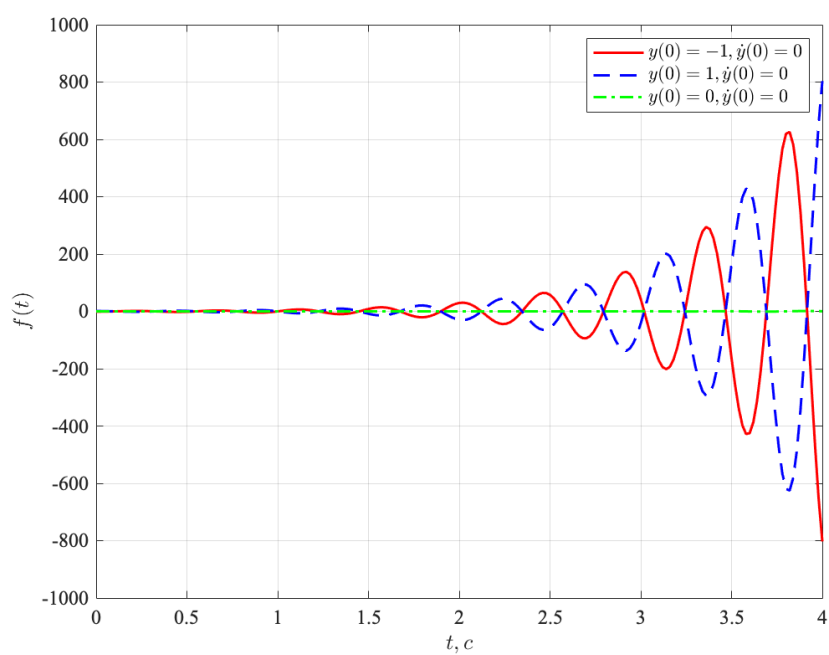


Рисунок 10 — Входное воздействие $u(t) = \sin 4t$

1.4 Вывод

Как можно наблюдать по графикам, начальные условия отражают стартовую позицию движения системы. Также, в наших экспериментах началь-

ные условия и входные воздействия не поменяли характер устойчивости системы.

2 КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассмотрим систему 3-го порядка, заданную передаточной функцией:

$$W(s) = \frac{|\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3|}{(s - \lambda_1)(s - \lambda_2)(s - \lambda_3)}$$

Проведем исследование качества переходного процесса в зависимости от выбора полюсов передаточной функции. Для оценки качества будем использовать такие показатели, как **перерегулирование**:

$$\sigma = \frac{|y_{max} - y_{уст}|}{y_{уст}} \%$$

, а также **время переходного процесса**:

$$|y(t) - y_{уст}| < \epsilon, t_{\pi} > t$$

2.1 Результаты моделирования

2.1.1 Эксперимент 1

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -2, \lambda_3 = -2$$

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\pi} = 3.76c$$

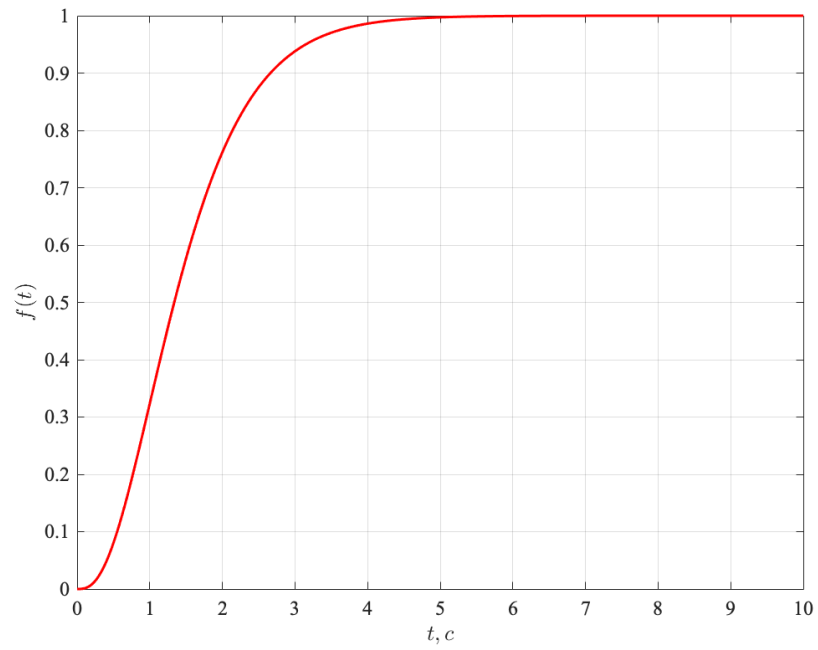


Рисунок 11 — Выходной сигнал

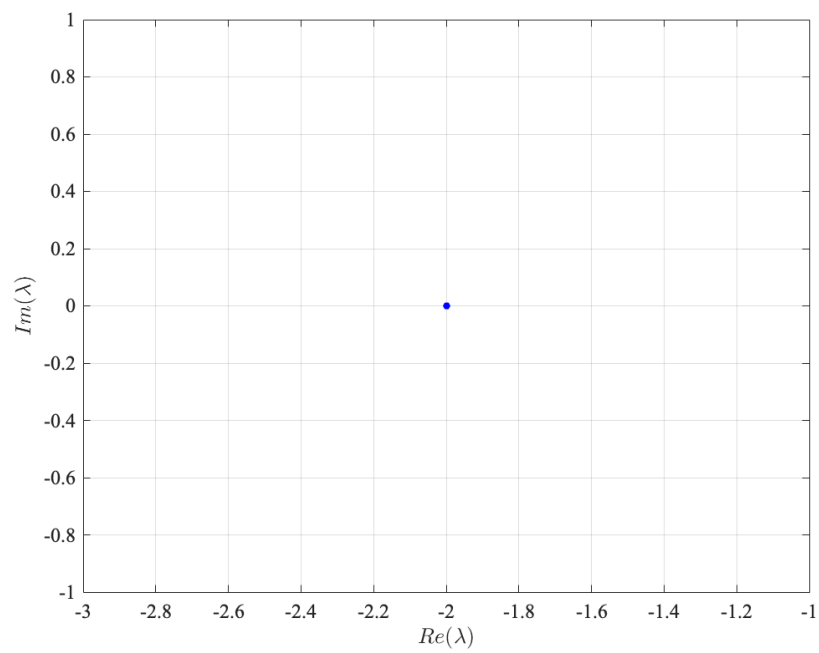


Рисунок 12 — Полюса передаточной функции

2.1.2 Эксперимент 2

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -2, \lambda_3 = -5$$

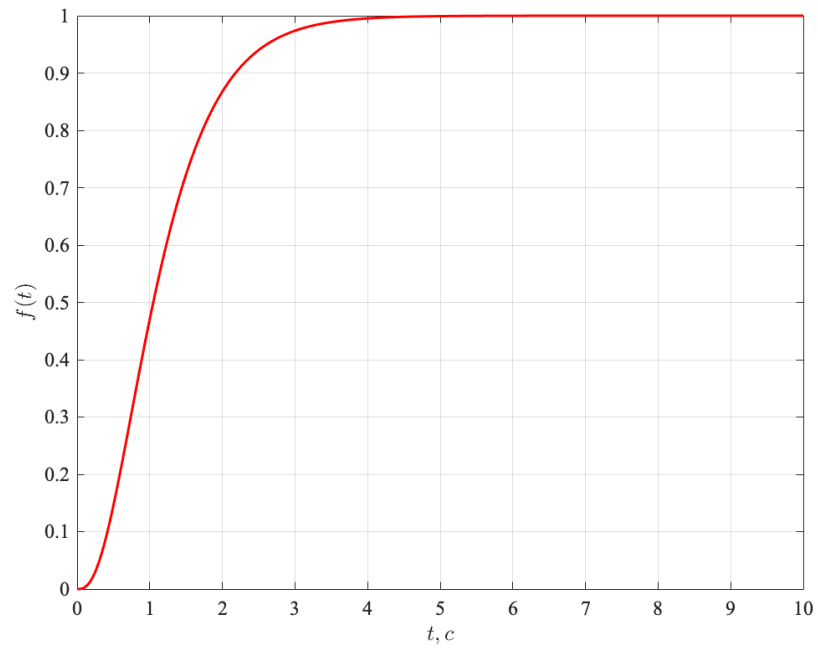


Рисунок 13 — Выходной сигнал

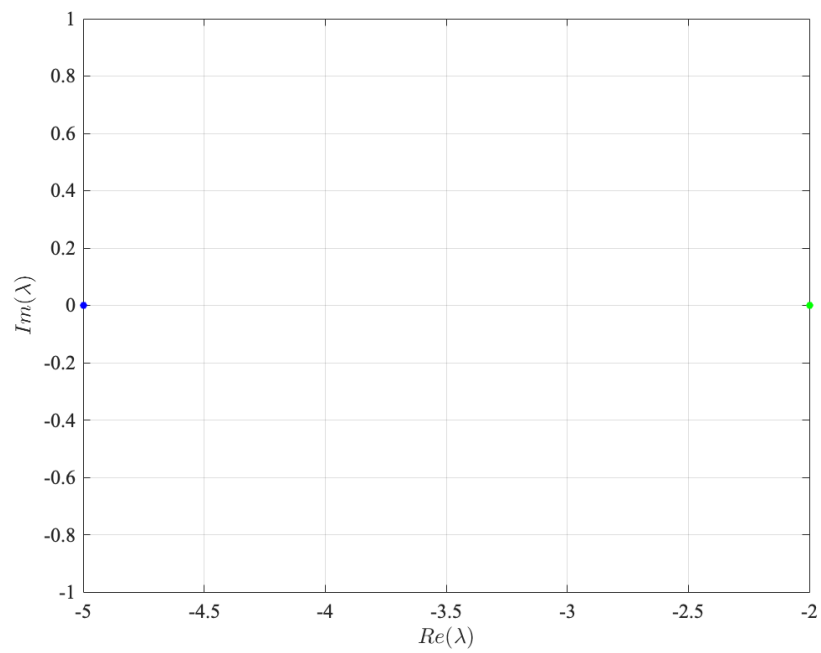


Рисунок 14 — Полюса передаточной функции

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\pi} = 3.26c$$

2.1.3 Эксперимент 3

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -5, \lambda_3 = -5$$

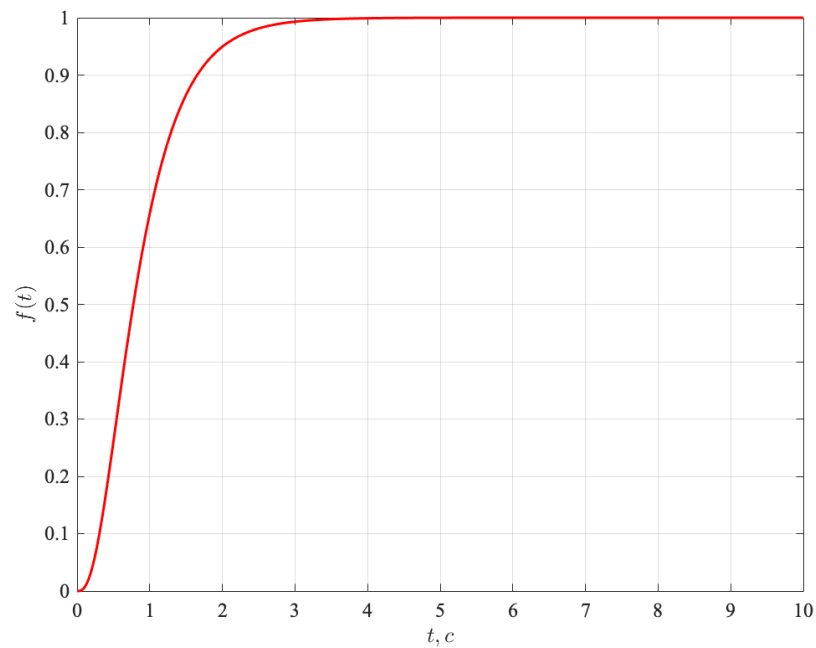


Рисунок 15 — Выходной сигнал

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\Pi} = 2.48c$$

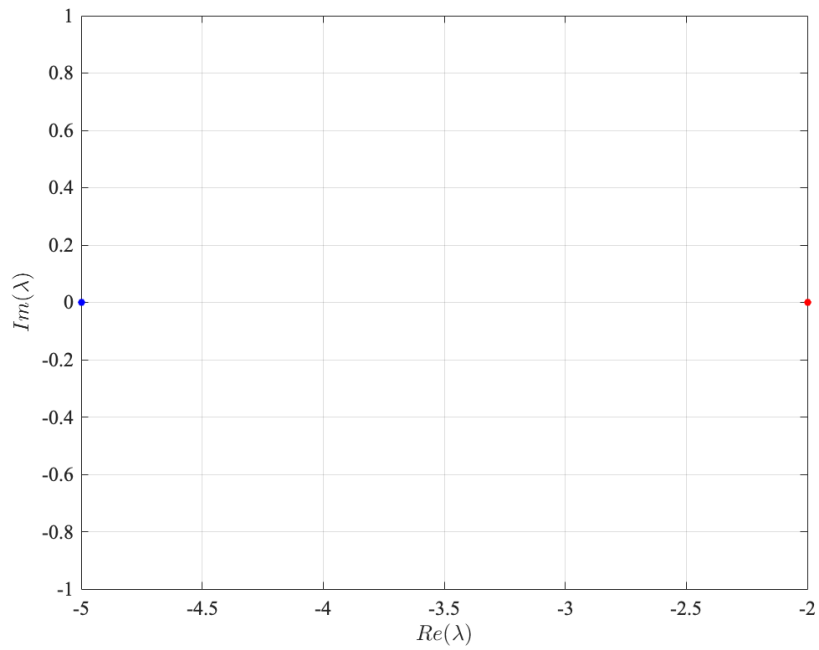


Рисунок 16 — Полюса передаточной функции

2.1.4 Эксперимент 4

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -1, \lambda_3 = -1$$

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\pi} = 6.44c$$

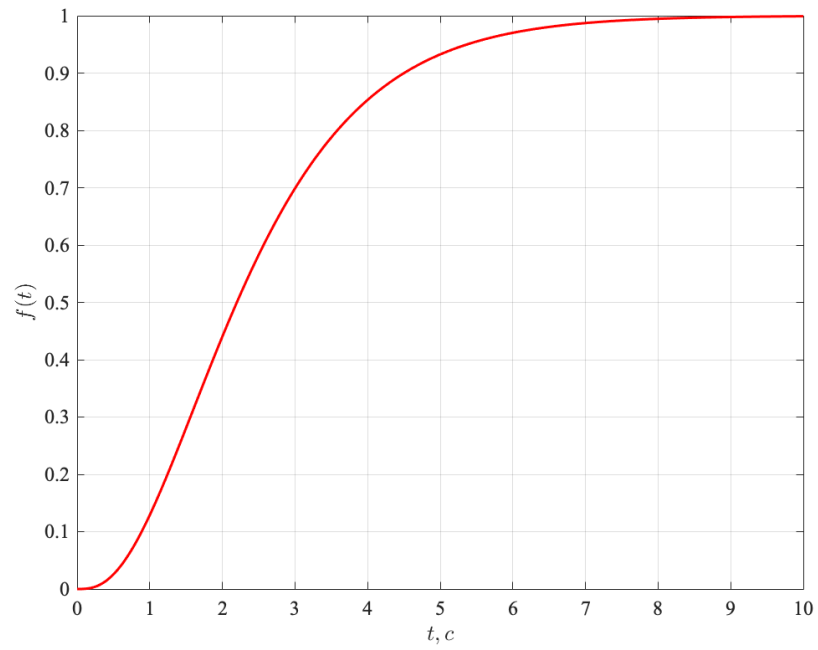


Рисунок 17 — Выходной сигнал

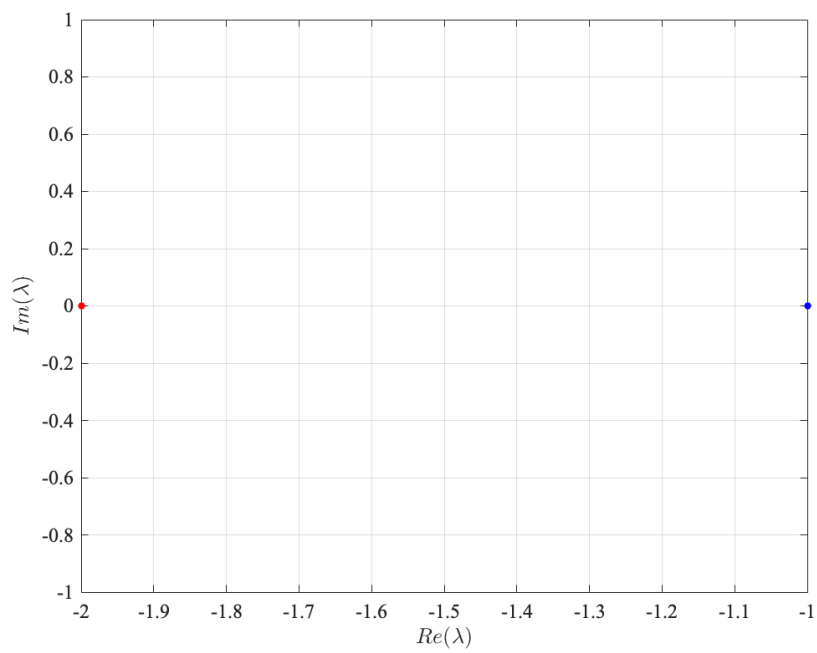


Рисунок 18 — Полюса передаточной функции

2.1.5 Эксперимент 5

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -10, \lambda_2 = -1, \lambda_3 = -1$$

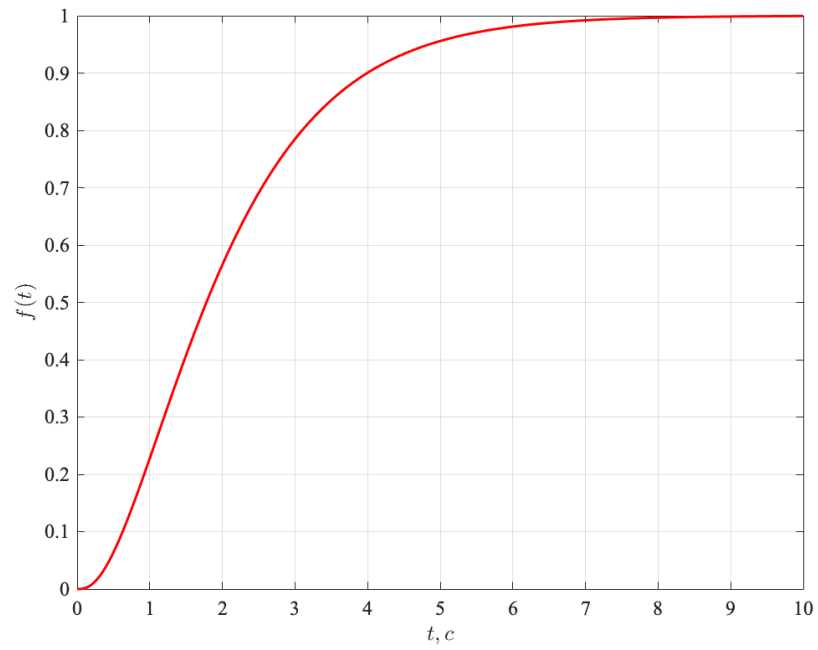


Рисунок 19 — Выходной сигнал

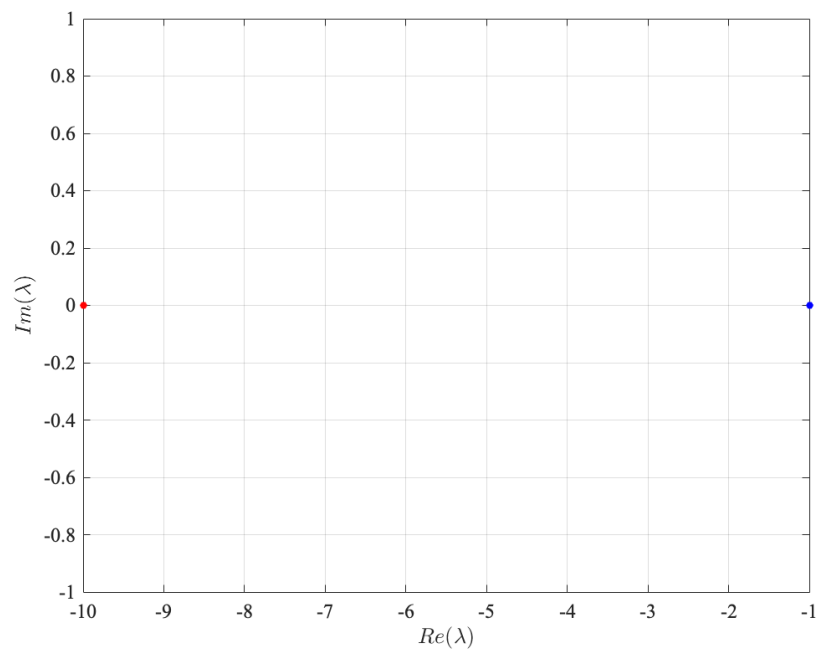


Рисунок 20 — Полюса передаточной функции

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\pi} = 5.92c$$

2.1.6 Эксперимент 6

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -1 - i, \lambda_2 = -1 + i, \lambda_3 = -1$$

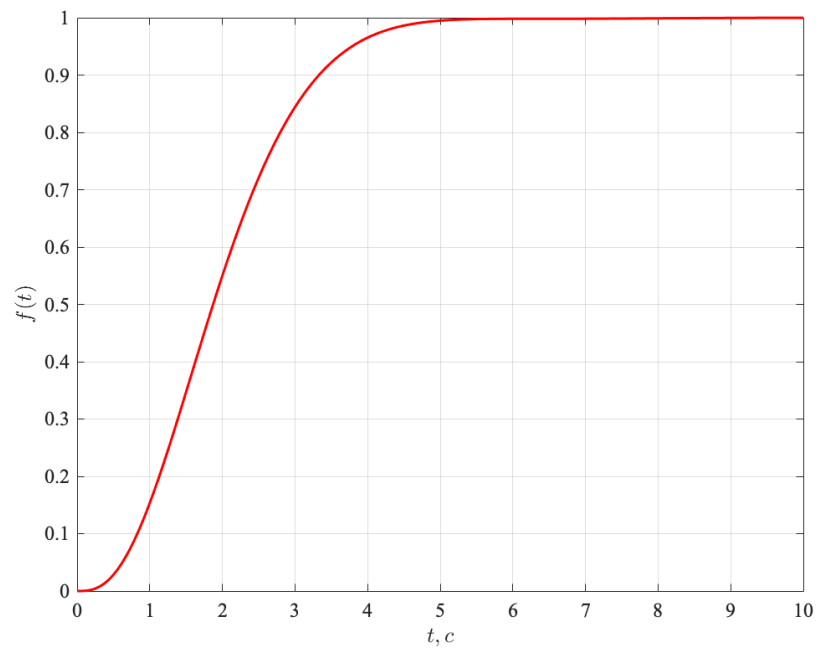


Рисунок 21 — Выходной сигнал

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\Pi} = 4.3c$$

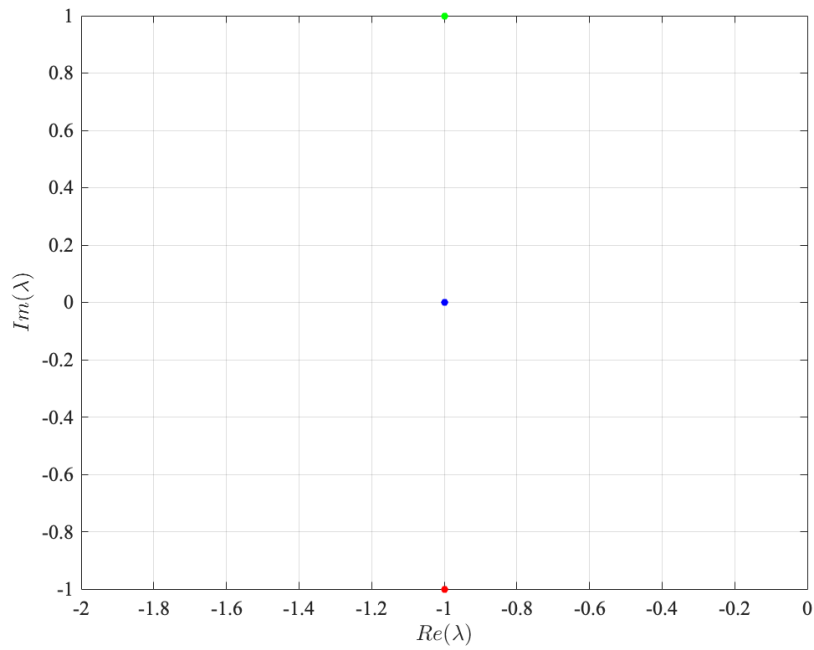


Рисунок 22 — Полюса передаточной функции

2.1.7 Эксперимент 7

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -1 - 5i, \lambda_2 = -1 + 5i, \lambda_3 = -1$$

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 0\%$$

$$t_{\pi} = 4.14c$$

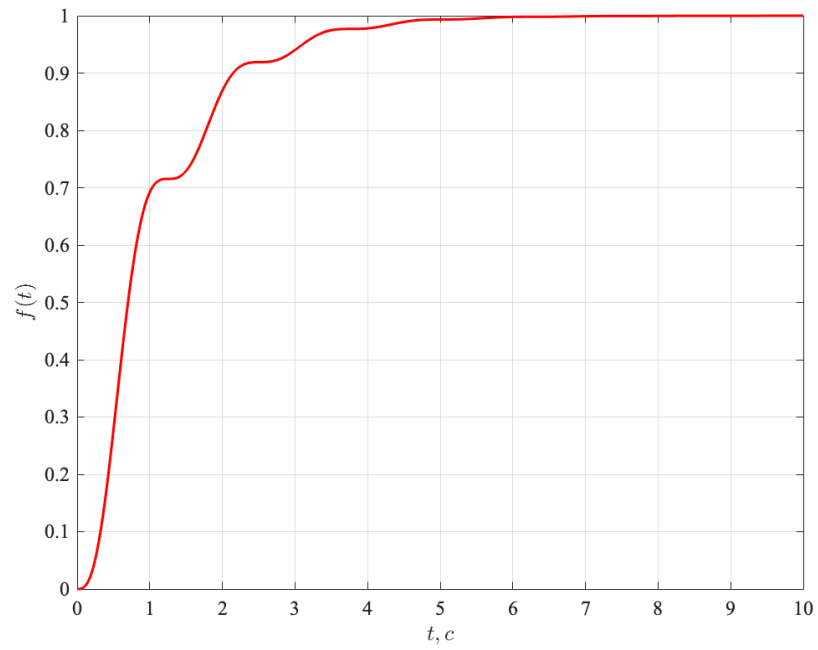


Рисунок 23 — Выходной сигнал

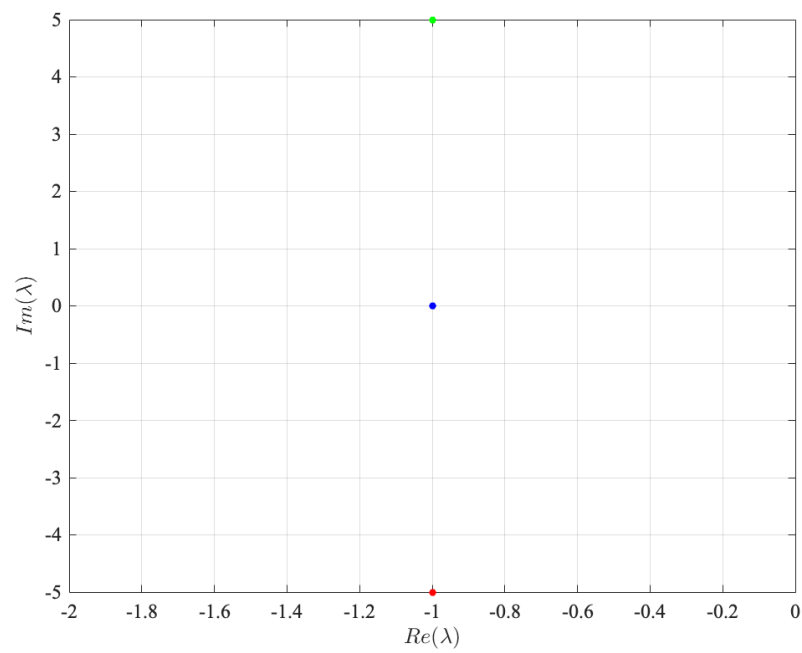


Рисунок 24 — Полюса передаточной функции

2.1.8 Эксперимент 8

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -1 - 5i, \lambda_2 = -1 + 5i, \lambda_3 = -4$$

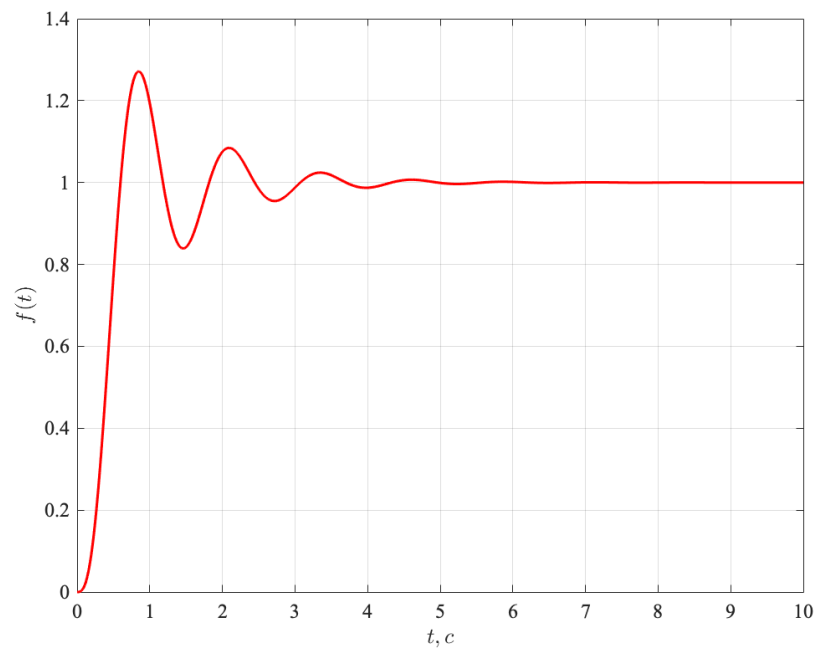


Рисунок 25 — Выходной сигнал

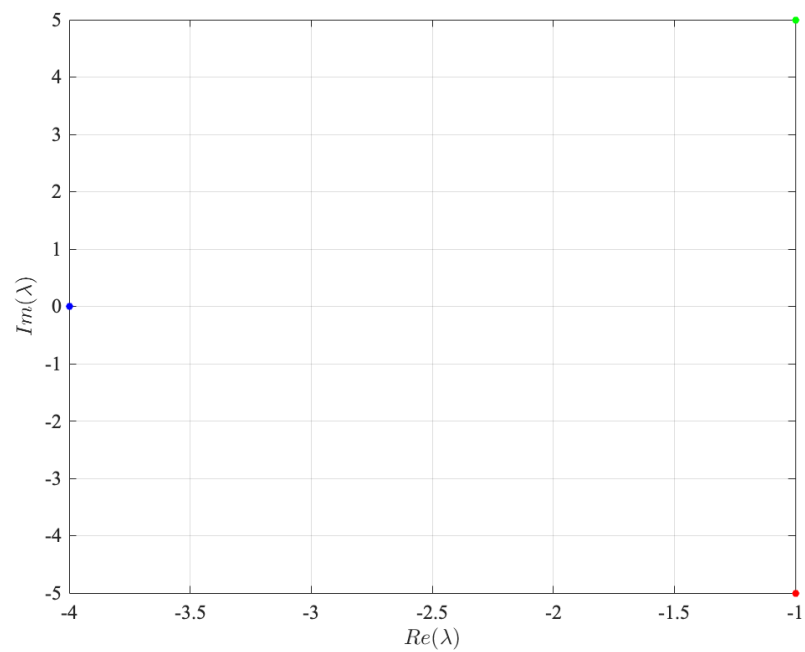


Рисунок 26 — Полюса передаточной функции

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 27\%$$

$$t_{\pi} = 0.59c$$

2.1.9 Эксперимент 9

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -0.5 - 5i, \lambda_2 = -0.5 + 5i, \lambda_3 = -4$$

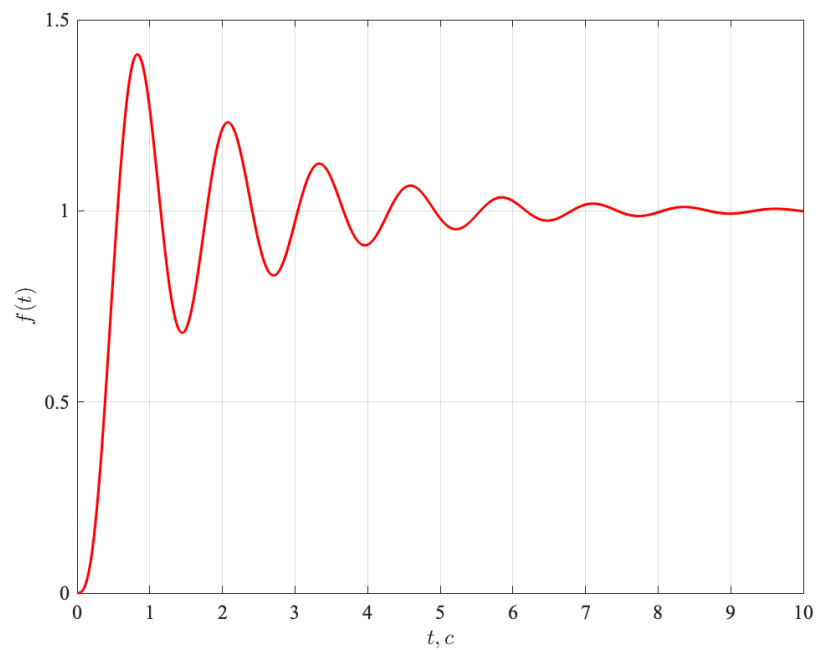


Рисунок 27 — Выходной сигнал

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 41\%$$

$$t_{\pi} = 0.54c$$

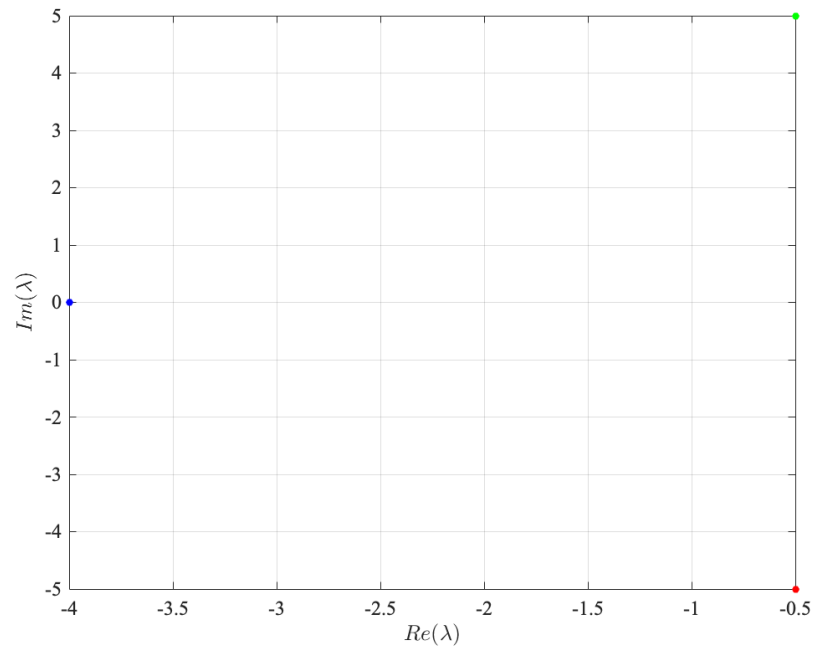


Рисунок 28 — Полюса передаточной функции

2.1.10 Эксперимент 10

Полюса передаточной функции:

$$\lambda_1 = -0.5 - 2i, \lambda_2 = -0.5 + 2i, \lambda_3 = -4$$

Получившиеся показатели качества:

$$\sigma = 40\%$$

$$t_{\pi} = 1.15c$$

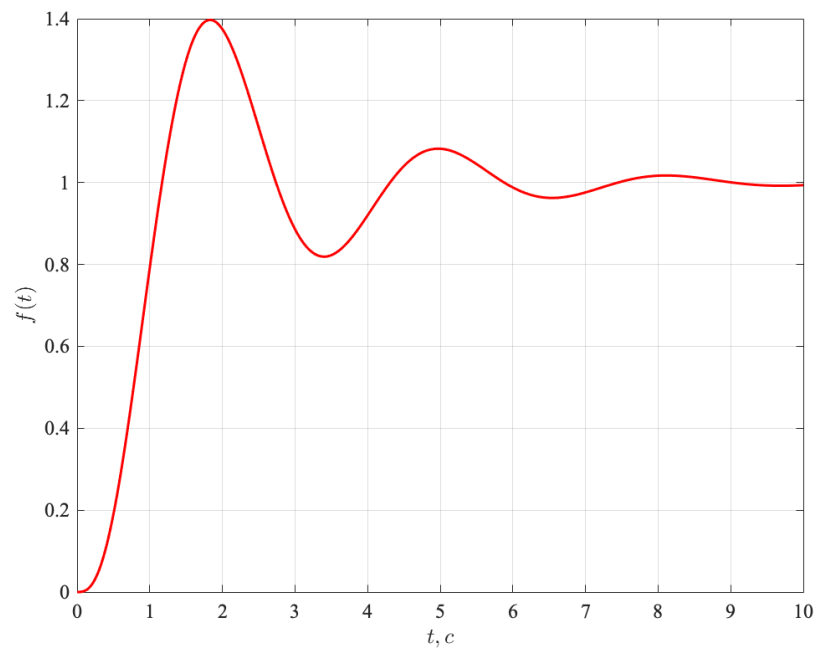


Рисунок 29 — Выходной сигнал

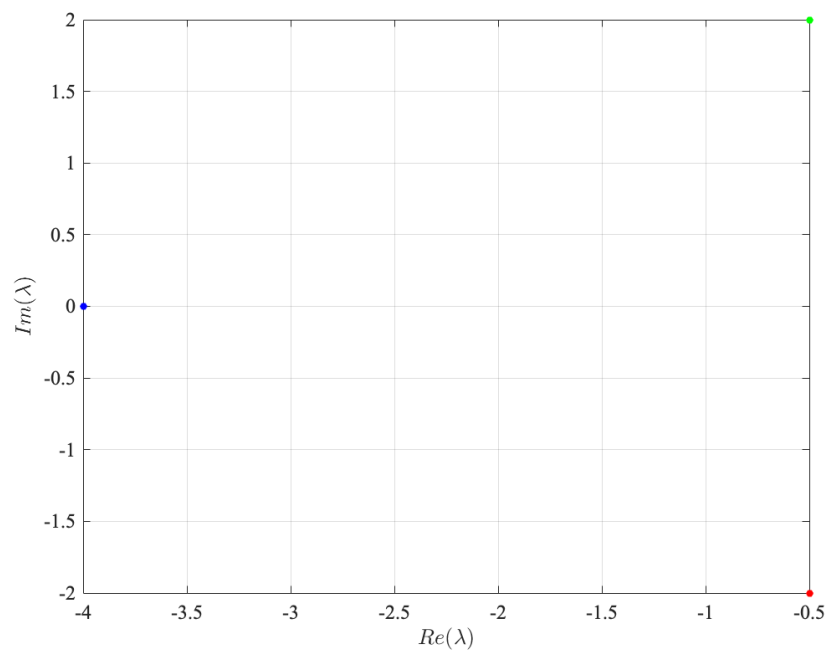


Рисунок 30 — Полюса передаточной функции

2.2 Вывод

№	λ_1	λ_2	λ_3	$\sigma, \%$	t, c
1	-2	-2	-2	0	3.76
2	-2	-2	-5	0	3.26
3	-2	-5	-5	0	2.48
4	-2	-1	-1	0	6.44
5	-10	-1	-1	0	5.92
6	-1-i	-1+i	-1	0	4.3
7	-1-5i	-1+5i	-1	0	4.14
8	-1-5i	-1+5i	-4	27	0.59
9	-0.5-5i	-0.5+5i	-4	41	0.54
10	-0.5-2i	-0.5+2i	-4	40	1.15

Качество переходного процесса зависит от вещественной и мнимой части полюсов передаточной функции. С увеличением $|\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3|$, уменьшается время переходного процесса. С уменьшением, время увеличивается. Появление мнимой части помогает уменьшить время переходного процесса, но возникает перерегулирование

3 ВЫВОД

В данной лабораторной работе мы изучили вынужденное движение динамической системы, как начальные условия и входное воздействие влияют на её движение. Также ввели оценки качества переходного процесса и выяснили влияние полюсов системы на них.