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”

Вариант №7

по теме:
ВЫНУЖДЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

Выполнил: Васильев В.С.

Проверил: Пашенко А.В.

Группа: R3335

Санкт-Петербург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВЫНУЖДЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ 3

1.1 $a_0 = 82.21, a_1 = 2.2$ 4

1.2 $a_0 = 81, a_1 = 0$ 5

1.3 $a_0 = 82.21, a_1 = -2.2$ 7

2 КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ 9

3 ВЫВОД 16

1 ВЫНУЖДЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Рассмотреть систему 2-го порядка, заданную дифференциальным уравнением:

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

Воспользуемся Simulink схемой из прошлой лабораторной работы и немного изменим ее, добавив в нее блок выбора входного сигнала:

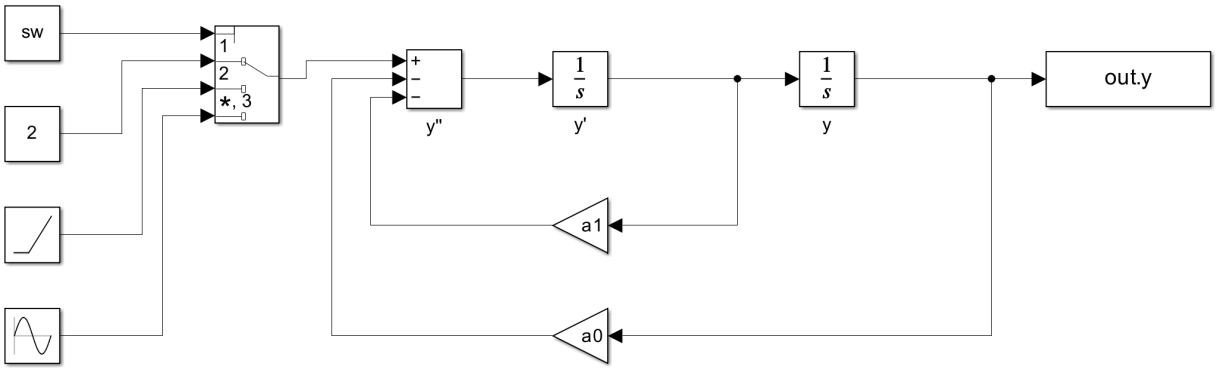

Рисунок 1 — схема Simulink

Теперь возьмем коэффициенты a_0, a_1 из экспериментов 2-4 прошлой лабораторной работы и проведем моделирование при 3-х 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 3-х входных сигналах:

1. $u(t) = 2$
2. $u(t) = 0.7t$
3. $u(t) = \sin(7t)$

1.1 $a_0 = 82.21, a_1 = 2.2$

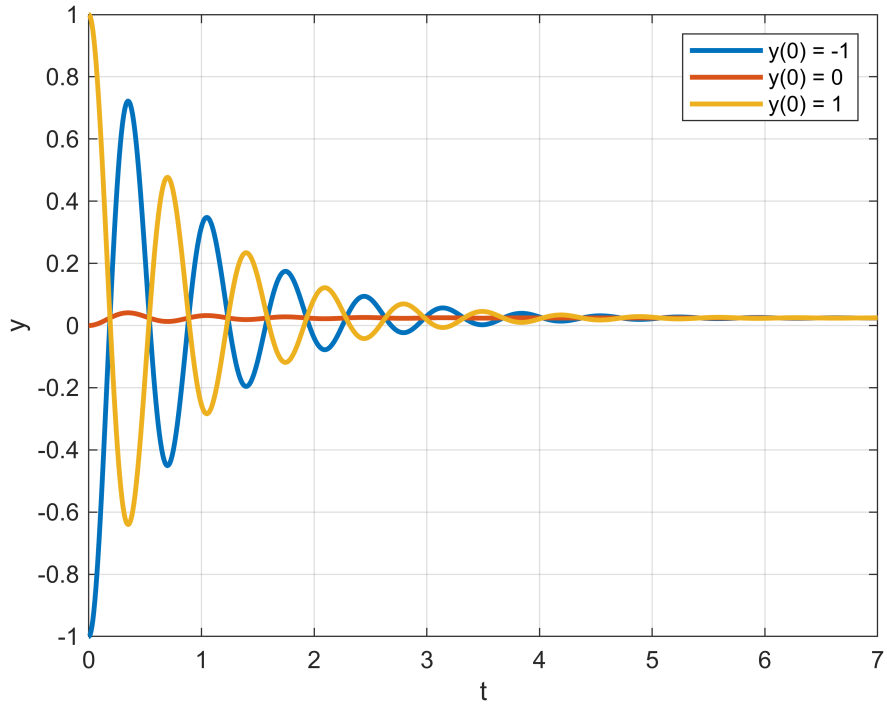

Рисунок 2 — $u(t) = 2$

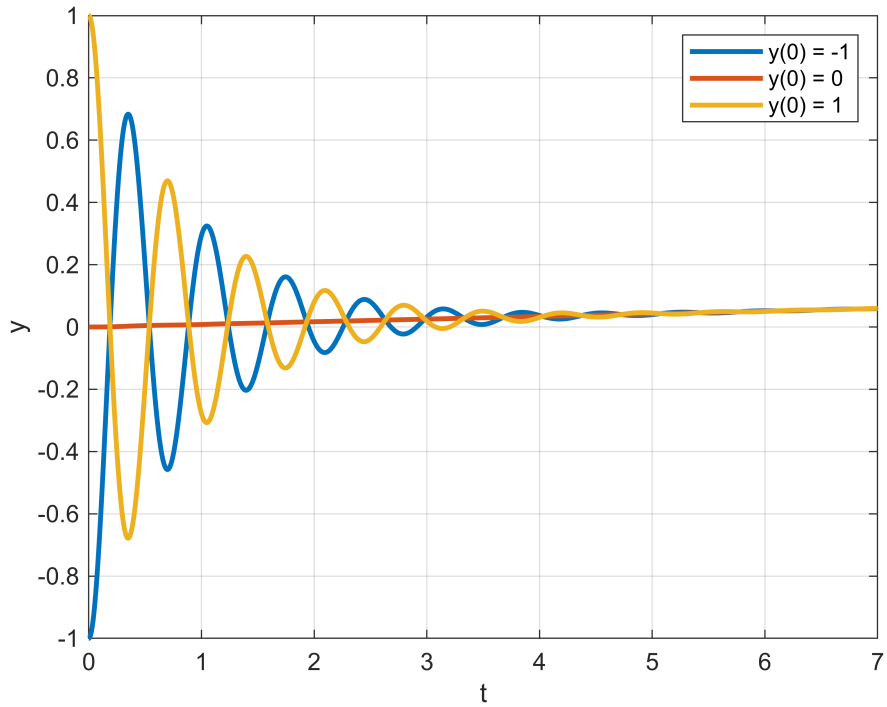

Рисунок 3 — $u(t) = 0.7t$

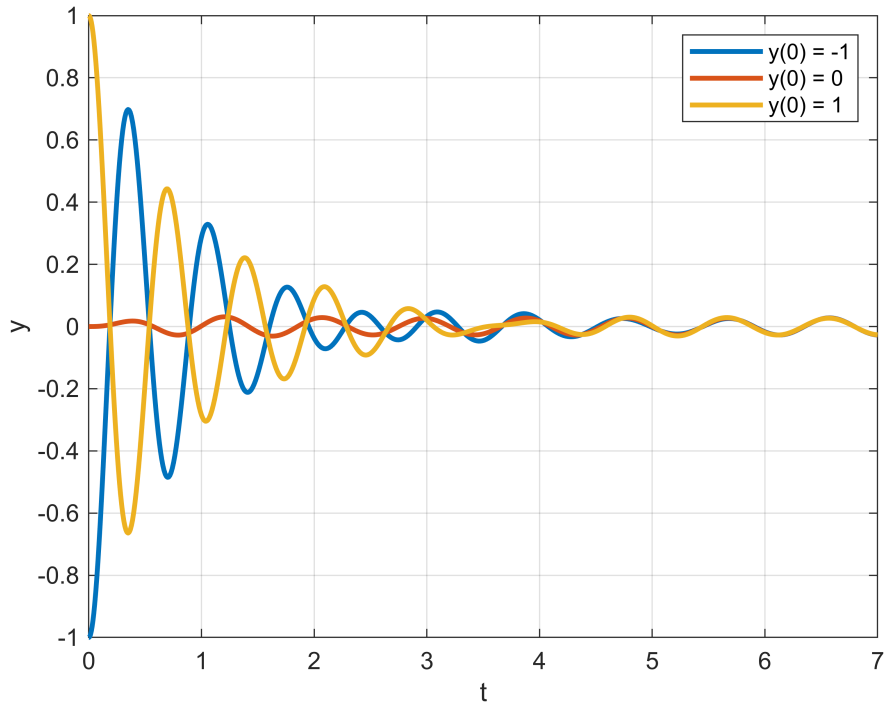

Рисунок 4 — $u(t) = \sin(7t)$

1.2 $a_0 = 81, a_1 = 0$

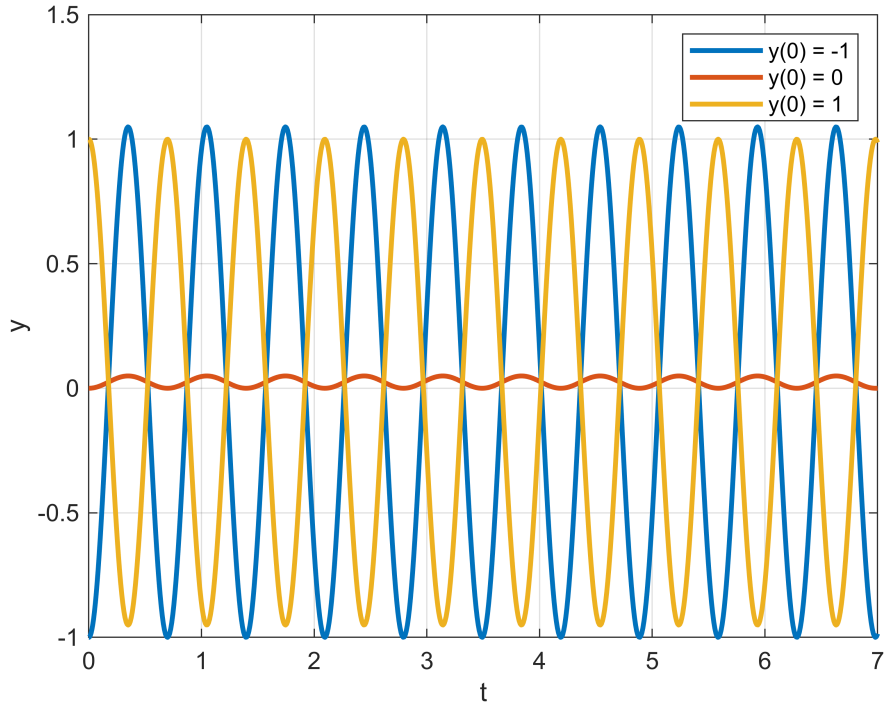

Рисунок 5 — $u(t) = 2$

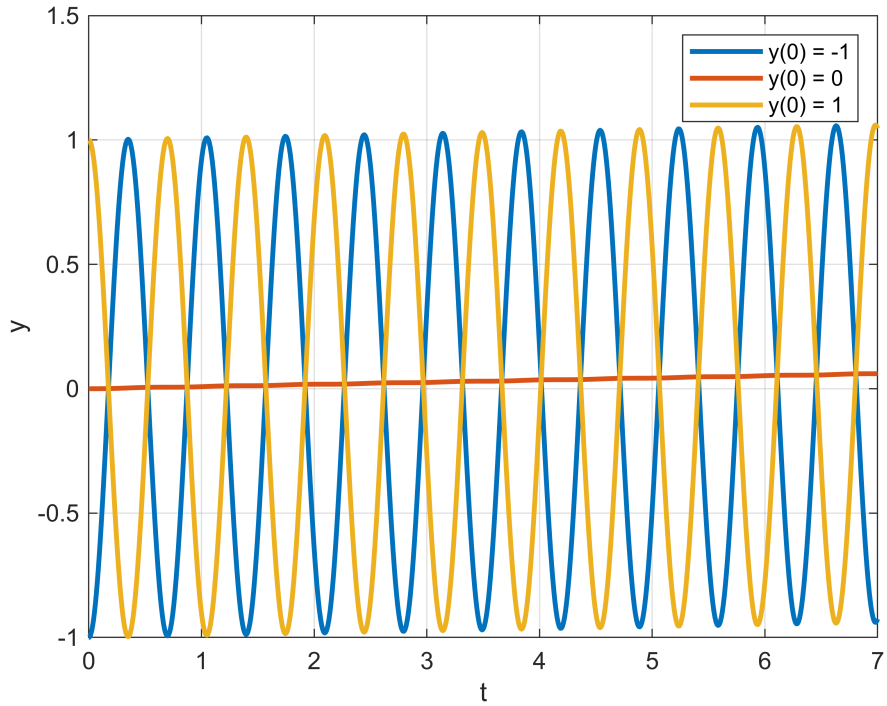

Рисунок 6 — $u(t) = 0.7t$

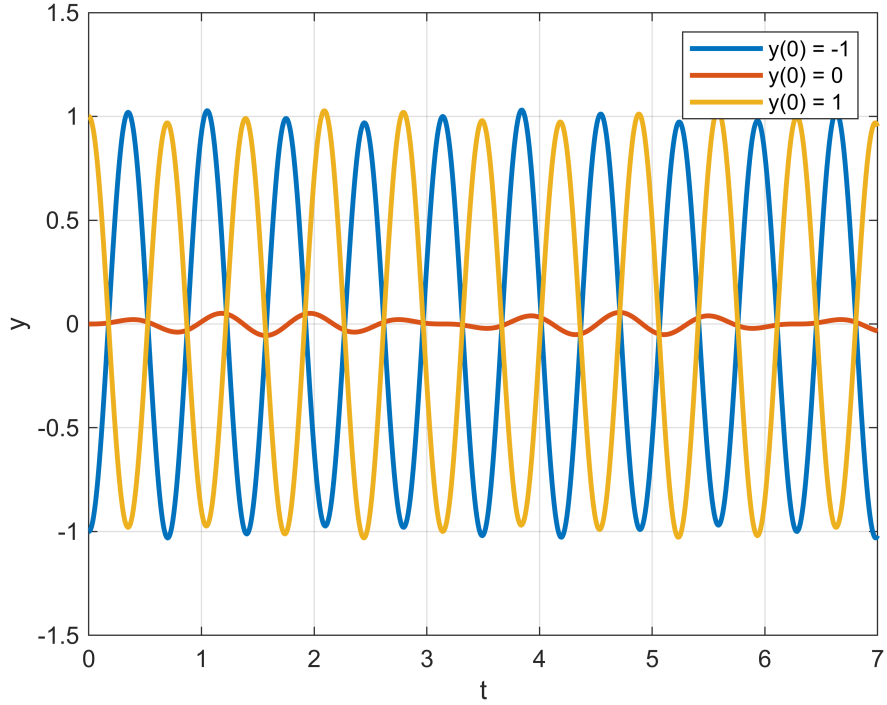

Рисунок 7 — $u(t) = \sin(7t)$

1.3 $a_0 = 82.21, a_1 = -2.2$

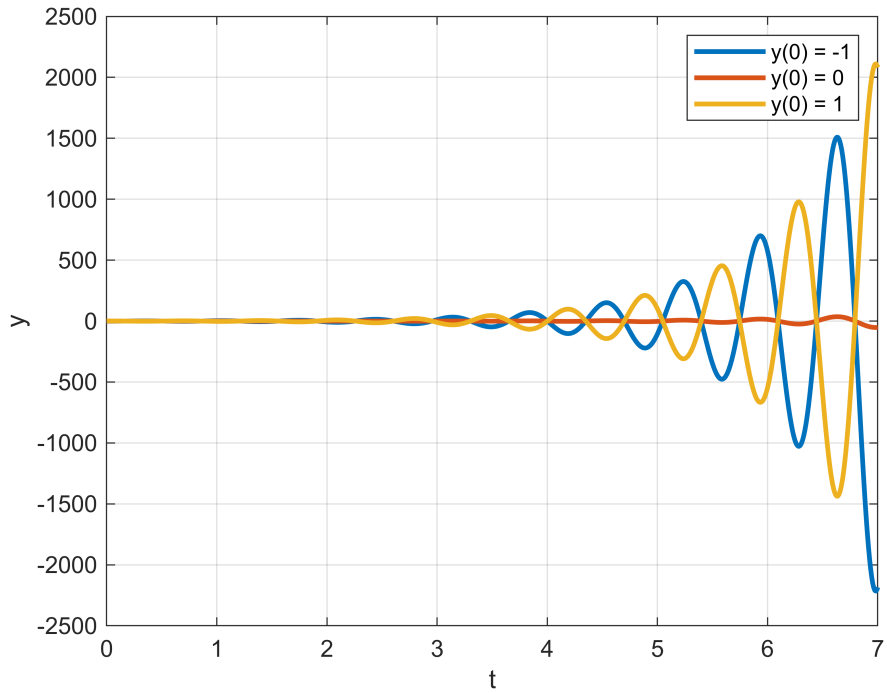

Рисунок 8 — $u(t) = 2$

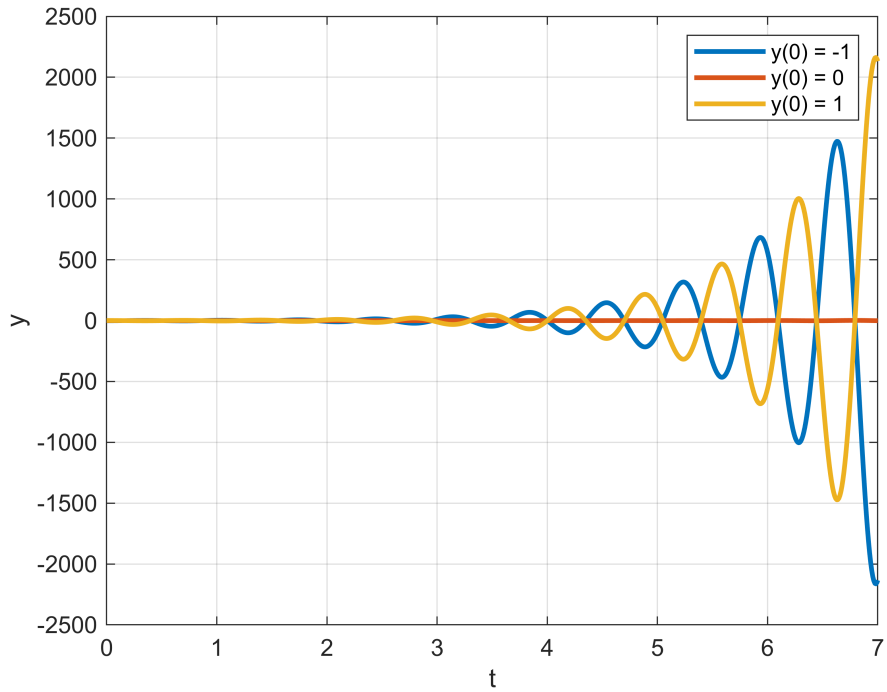

Рисунок 9 — $u(t) = 0.7t$

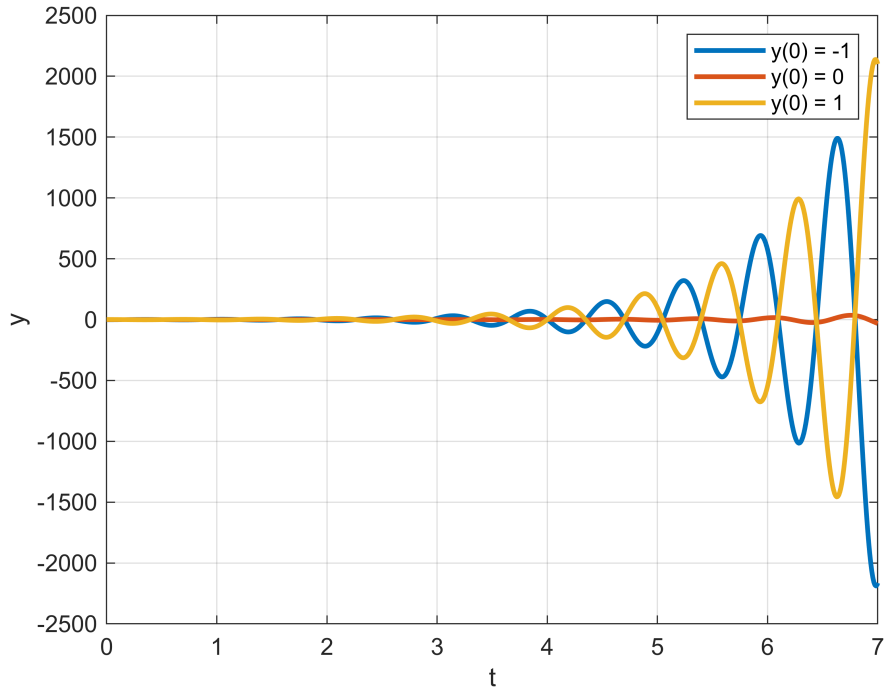

Рисунок 10 — $u(t) = \sin(7t)$

Из графиков видно, что при подаче неконстантного входного сигнала, устойчивая система пытается сохранить устойчивость относительно нового входного сигнала. Система на границе устойчивости при достаточно больших начальных условиях начинает колебаться около нового сигнала, но не уходит в неустойчивость. Неустойчивая система при достаточно больших начальных условиях существенно не меняется при изменении входного сигнала из-за превосходства неустойчивой составляющей над изменениями входного сигнала.

2 КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Исследуем зависимость качества переходной характеристики от выбора полюсов передаточной функции:

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

Используем такие показатели как время переходного процесса, перерегулирование. Для этого зададимся десятью наборами полюсов $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ с отрицательными вещественными частями. Половина из них будут комплексно-сопряженными, а другая половина - вещественными:

1. $\lambda_1 = -1, \lambda_2 = -1, \lambda_3 = -1$
2. $\lambda_1 = -1, \lambda_2 = -10, \lambda_3 = -1$
3. $\lambda_1 = -10, \lambda_2 = -10, \lambda_3 = -10$
4. $\lambda_1 = -0.1, \lambda_2 = -10, \lambda_3 = -0.1$
5. $\lambda_1 = -0.1, \lambda_2 = -5, \lambda_3 = -10$
6. $\lambda_1 = -1 + 5i, \lambda_2 = -1 - 5i, \lambda_3 = -1$
7. $\lambda_1 = -3 + 10i, \lambda_2 = -3 - 10i, \lambda_3 = -10$
8. $\lambda_1 = -10 + 10i, \lambda_2 = -10 - 10i, \lambda_3 = -10$
9. $\lambda_1 = -0.1 + 10i, \lambda_2 = -0.1 - 10i, \lambda_3 = -1$
10. $\lambda_1 = -0.5 + 10i, \lambda_2 = -0.5 - 10i, \lambda_3 = -5$

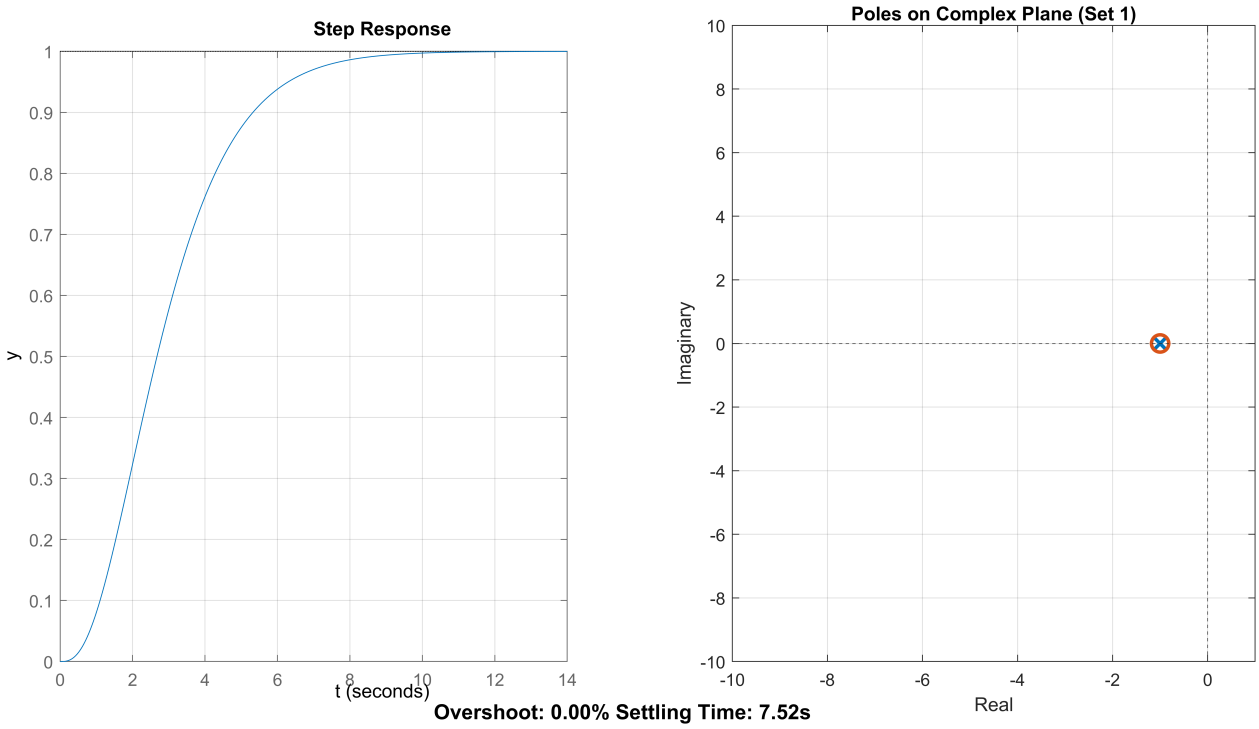

Рисунок 11 — $\lambda_1 = -1, \lambda_2 = -1, \lambda_3 = -1$

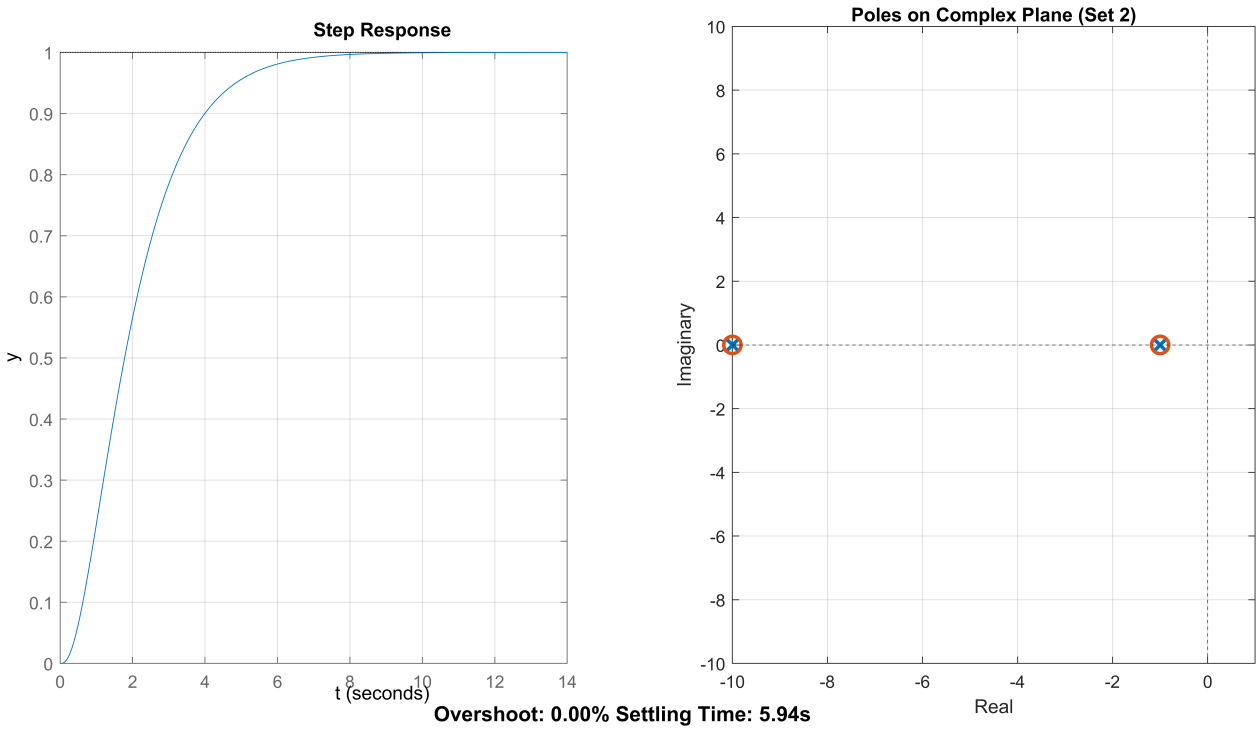

Рисунок 12 — $\lambda_1 = -1, \lambda_2 = -10, \lambda_3 = -1$

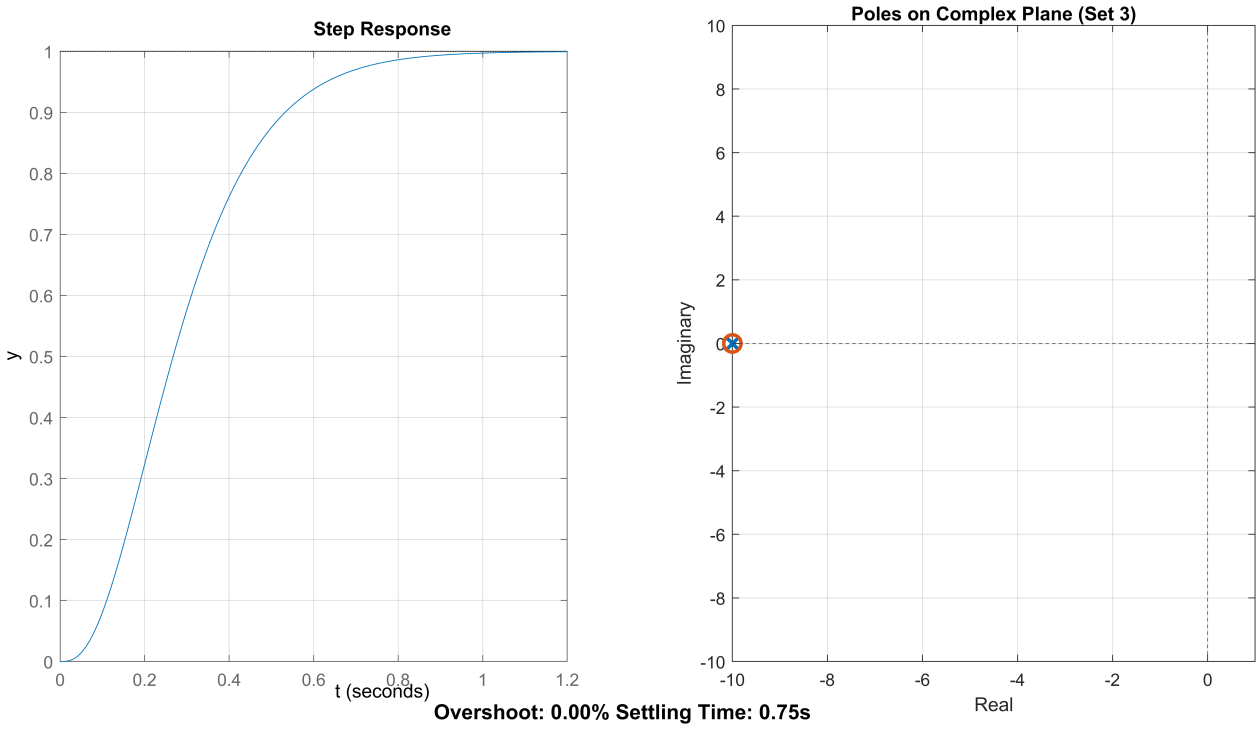

Рисунок 13 — $\lambda_1 = -10, \lambda_2 = -10, \lambda_3 = -10$

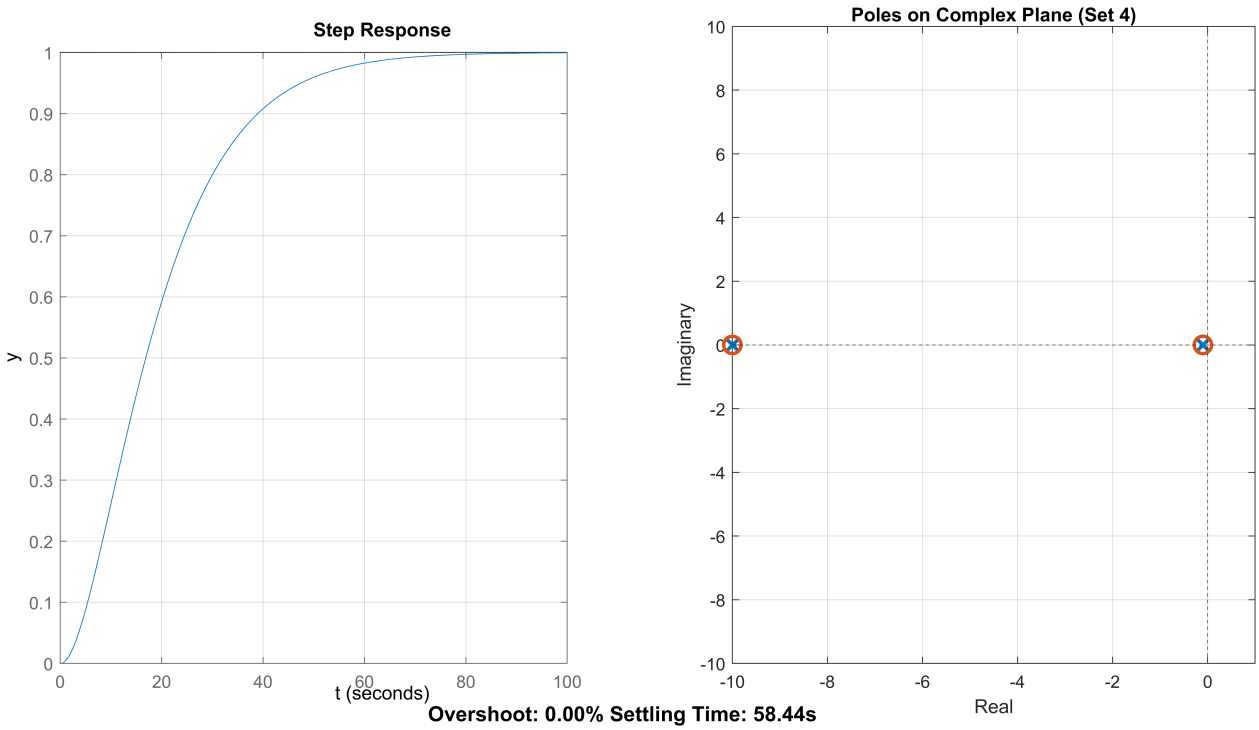

Рисунок 14 — $\lambda_1 = -0.1, \lambda_2 = -10, \lambda_3 = -0.1$

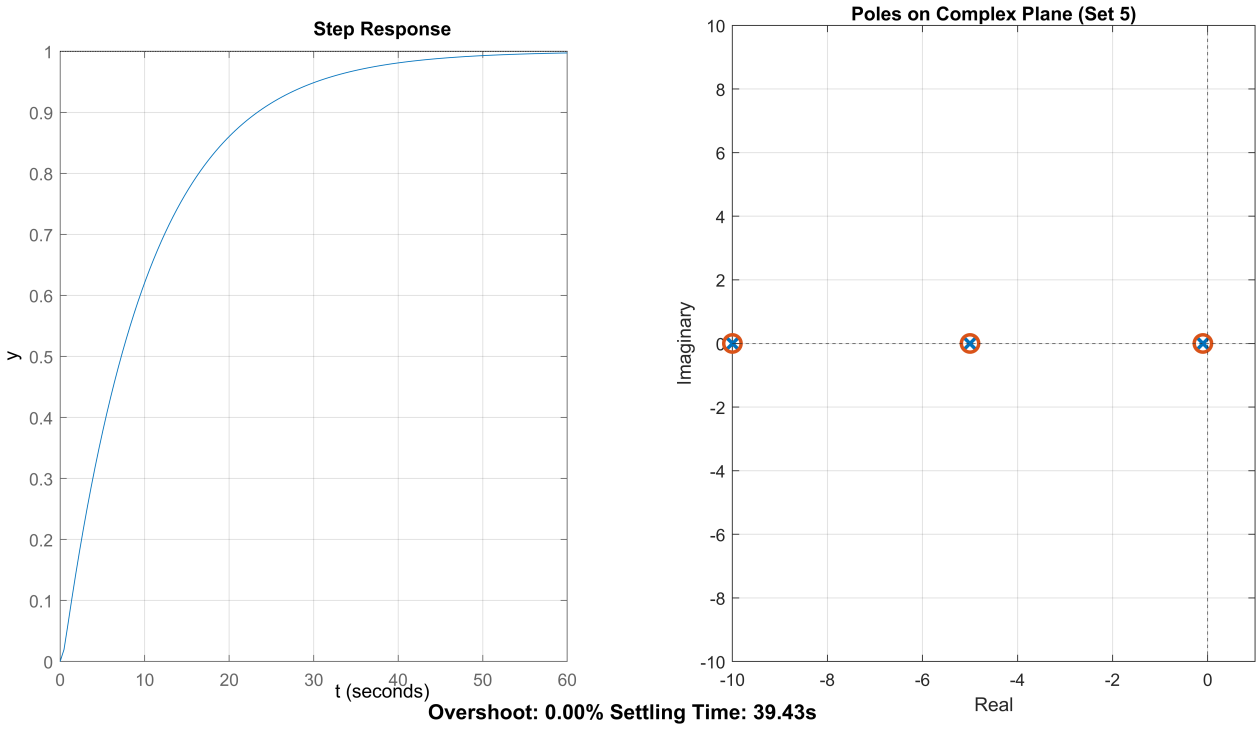

Рисунок 15 — $\lambda_1 = -0.1, \lambda_2 = -5, \lambda_3 = -10$

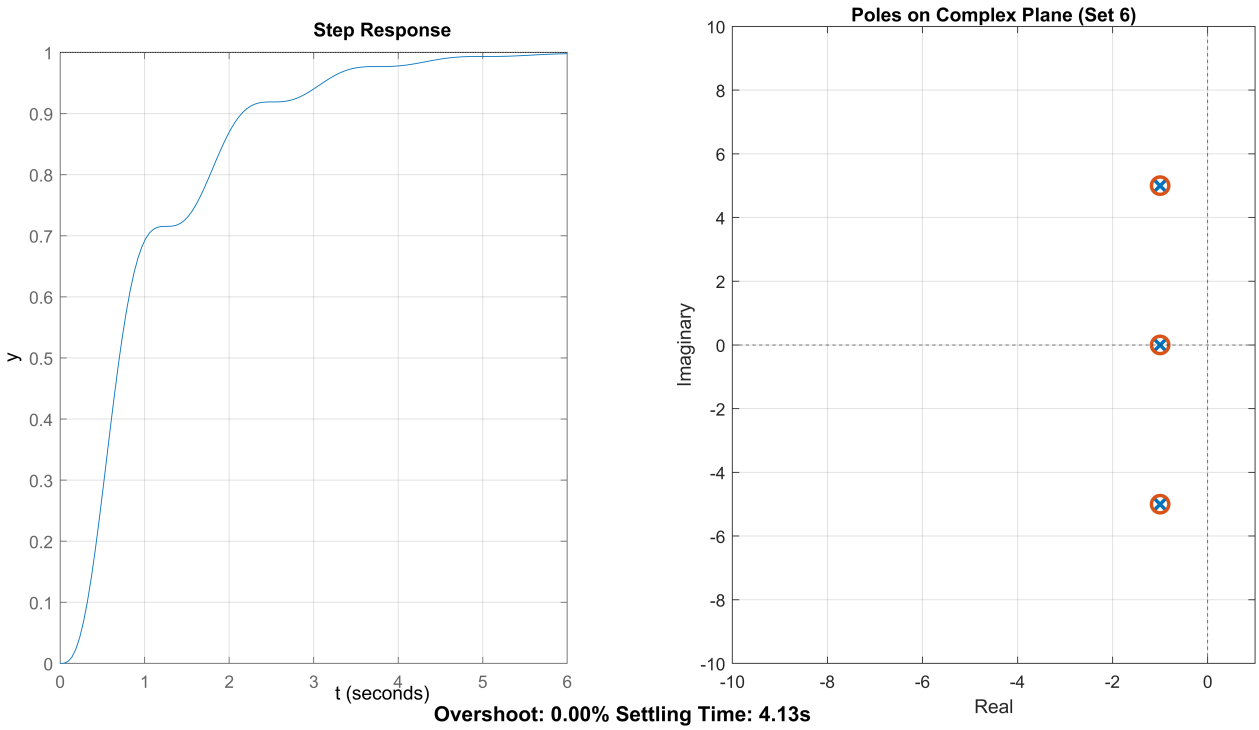

Рисунок 16 — $\lambda_1 = -1 + 5i, \lambda_2 = -1 - 5i, \lambda_3 = -1$

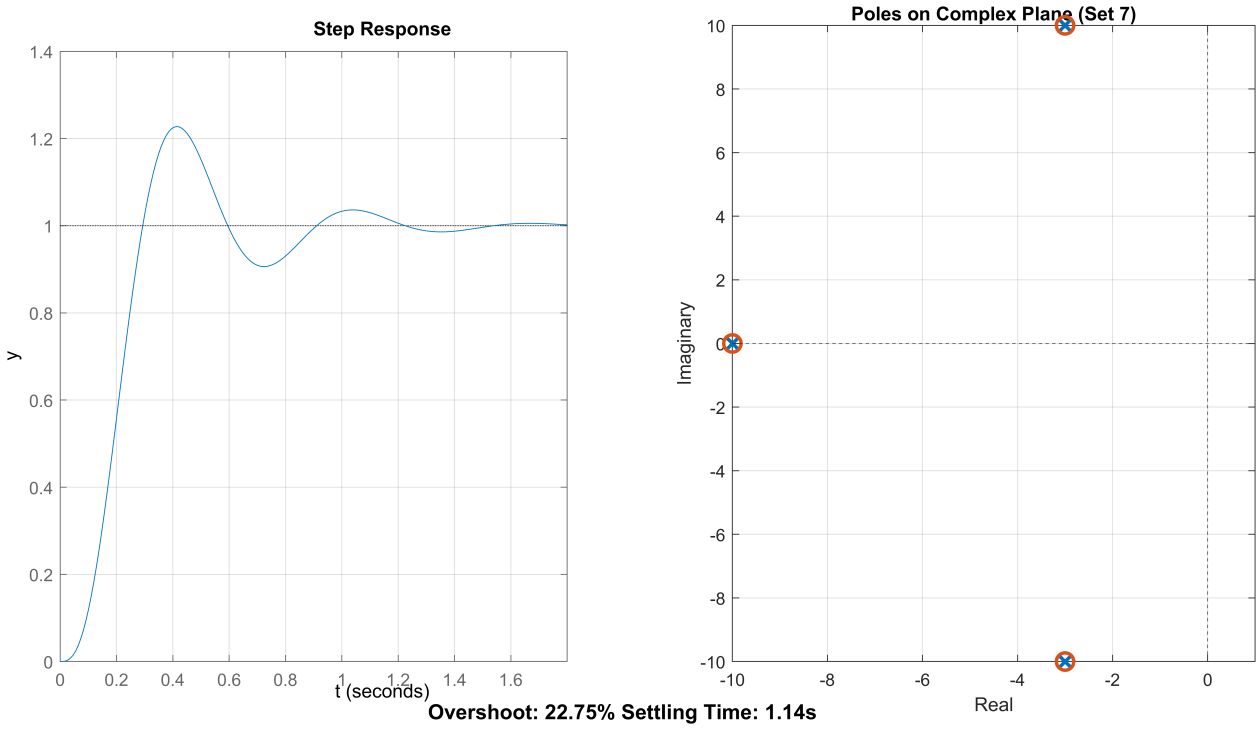

Рисунок 17 — $\lambda_1 = -3 + 10i, \lambda_2 = -3 - 10i, \lambda_3 = -10$

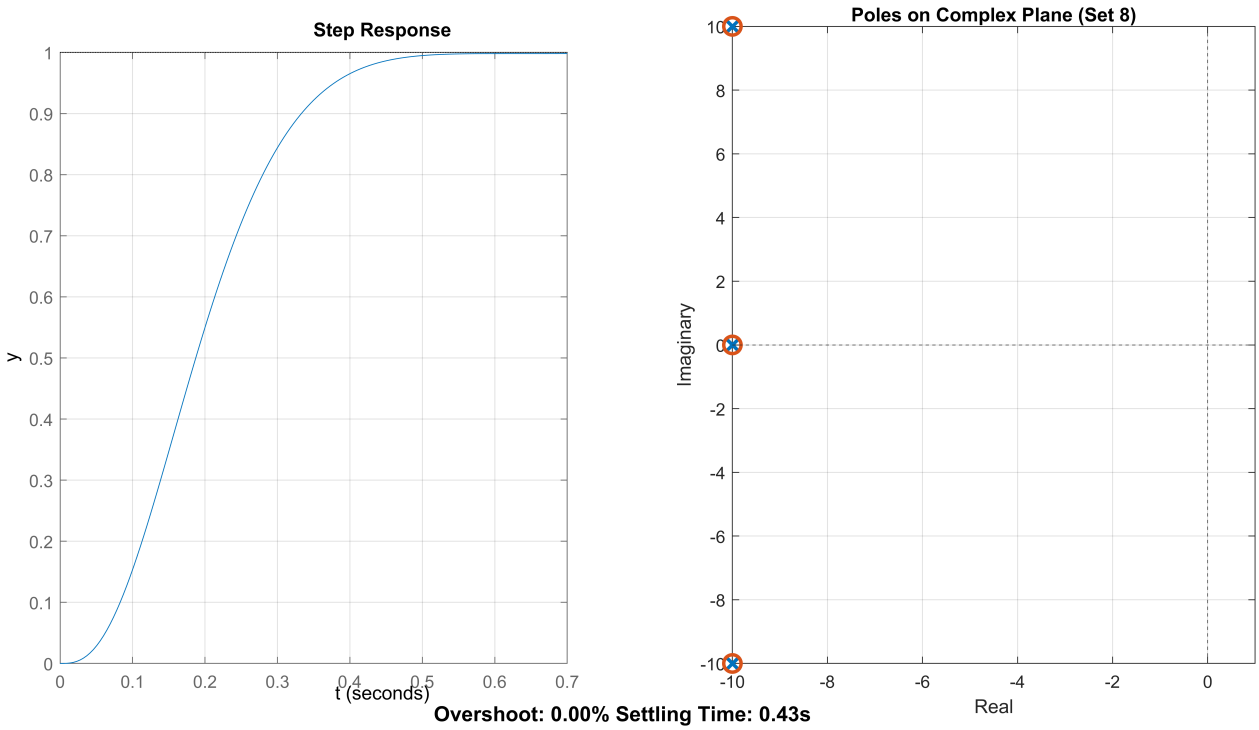

Рисунок 18 — $\lambda_1 = -10 + 10i, \lambda_2 = -10 - 10i, \lambda_3 = -10$

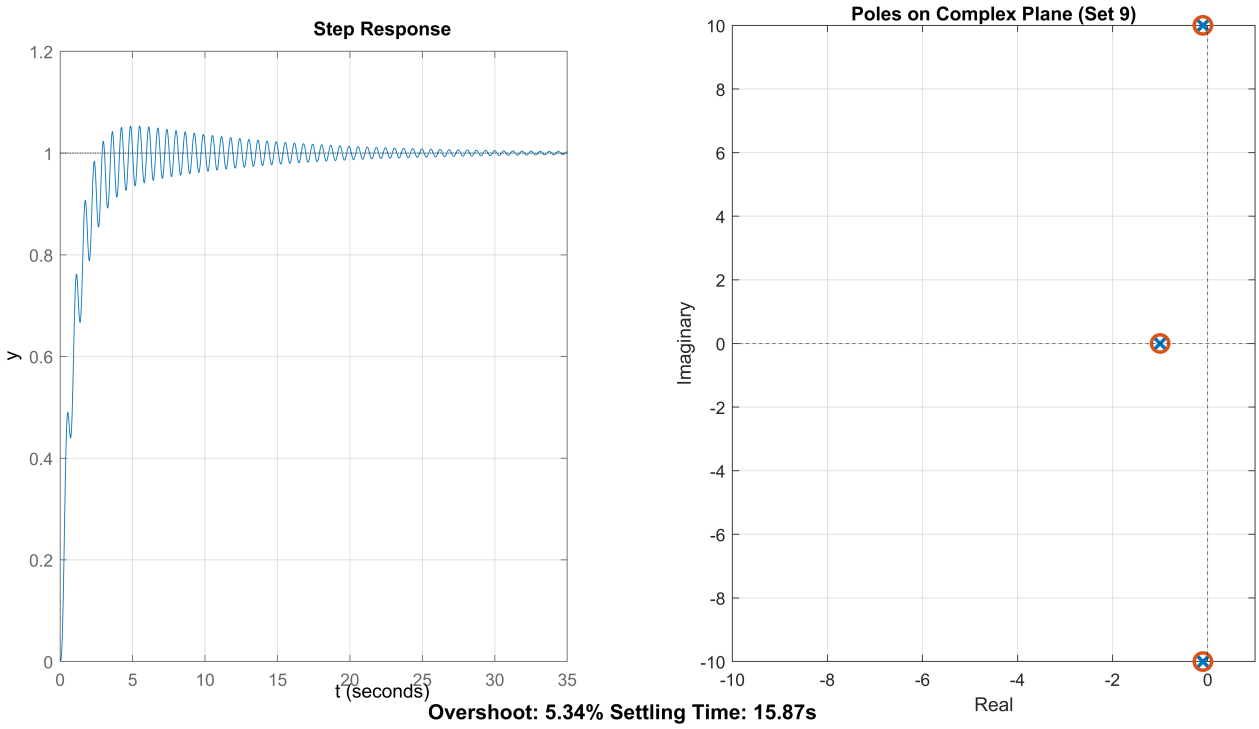

Рисунок 19 — $\lambda_1 = -0.1 + 10i, \lambda_2 = -0.1 - 10i, \lambda_3 = -1$

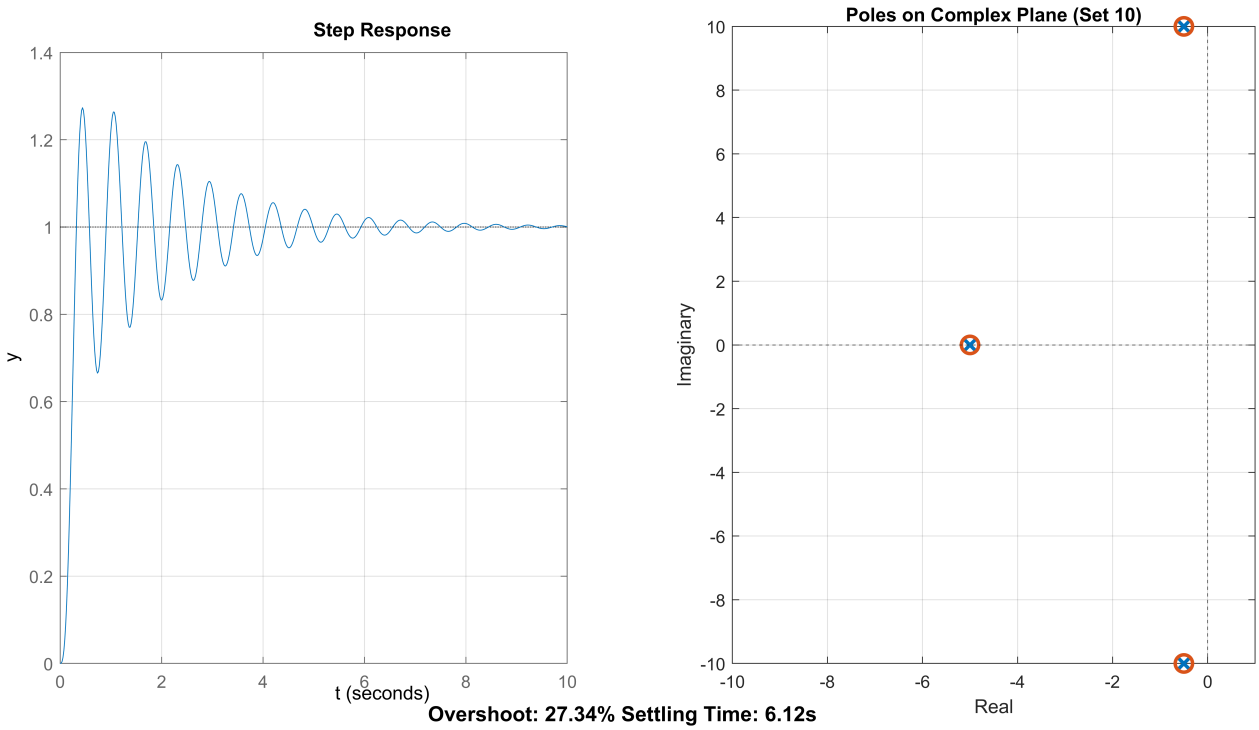

Рисунок 20 — $\lambda_1 = -0.5 + 10i, \lambda_2 = -0.5 - 10i, \lambda_3 = -5$

Из графиков видно, что при увеличении вещественной части полюсов время переходного процесса уменьшается. В случаях без мнимой части перерегулирование равно нулю, так как переходный процесс не имеет колебаний. Наличие полюсов с вещественной частью меньше -1 приводит к увеличению

переходного процесса. Мнимая часть полюсов влияет на колебательность переходного процесса. Чем больше мнимая часть, тем больше колебаний. При этом при умеренных значениях мнимой части переходный процесс становится более быстрым без перерегулирования.

3 ВЫВОД

В ходе лабораторной работы были исследованы переходные процессы в системах второго порядка при Вынужденном движении. Были рассмотрены различные входные сигналы и начальные условия. Также были исследованы показатели качества (перерегулирование и время переходного процесса) переходных процессов в зависимости от выбора полюсов передаточной функции.