МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа ядерных технологий

Направление: Прикладная математика и информатика

Отделение экспериментальной физики

Отчет по лабораторной работе №2

**Динамические звенья второго порядка**

по дисциплине

«Теория управления»

Выполнил: Студент группы 0В01

\_\_\_\_\_

Белясов А.А.

Проверил:

К-т физико-математических наук

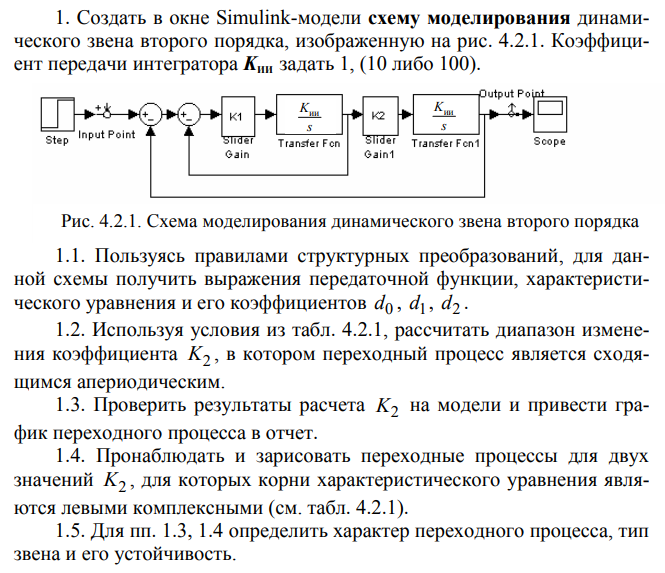
\_\_\_\_\_

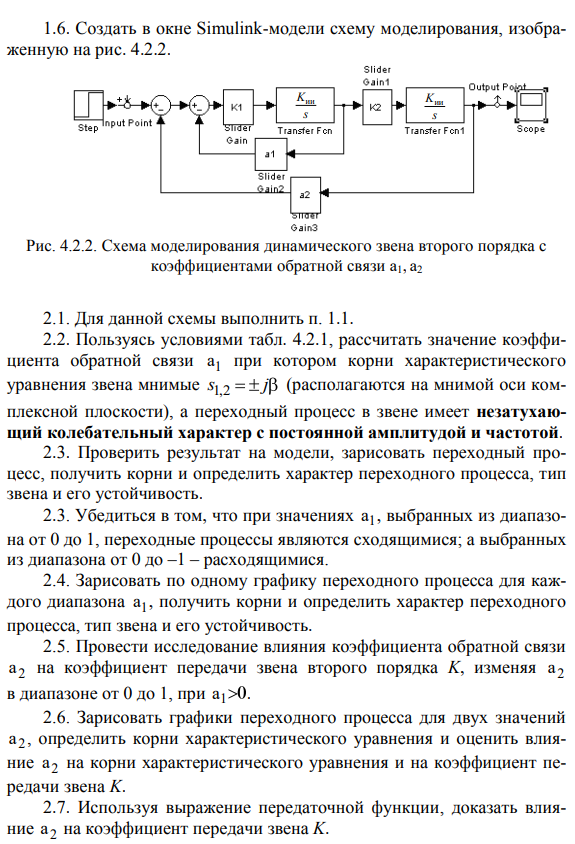
Шипуля М. А.

Томск 2023

**Целью лабораторной работы** является исследование переходных процессов, вызванных ступенчатым воздействием в динамических звеньях второго порядка, определение характера переходных процессов, типа корней характеристического уравнения и устойчивости звеньев.

**Программа работы**





**Ход работы**

1. Создание модели, рис. 1.

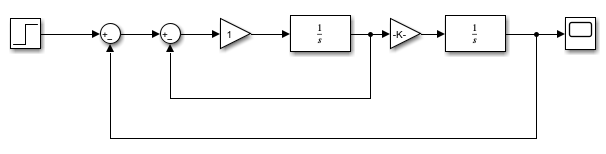


Рисунок 1 – Схема моделирования динамического звена второго порядка

1. Пользуясь правилами структурных преобразований, получаем выражение для передаточной функции звена:

Приравняв знаменатель W(s) к нулю, получаем характеристическое уравнение:

Коэффициенты характеристического уравнения равны:

1. Переходный процесс будет сходящимся апериодическим при выполнении условий:

При выполнении данных условий корни характеристического уравнения получаются левыми вещественными.

Подставив значения коэффициентов характеристического уравнения, получаем диапазон изменения коэффициента , при котором переходный процесс будет сходящимся апериодическим:

1. Проверяем результаты расчета на модели звена. Выбираем значение из рассчитанного диапазона и два значения вне диапазона. Графики переходных процессов приведены на рис.2.

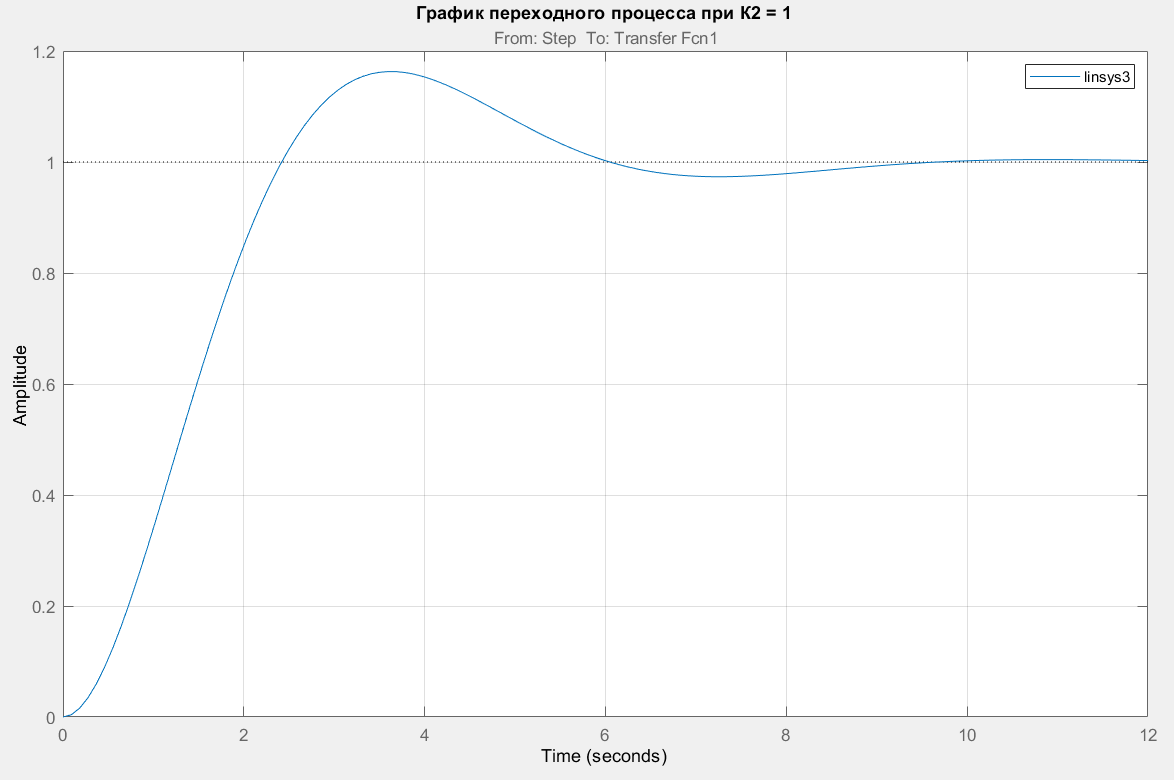
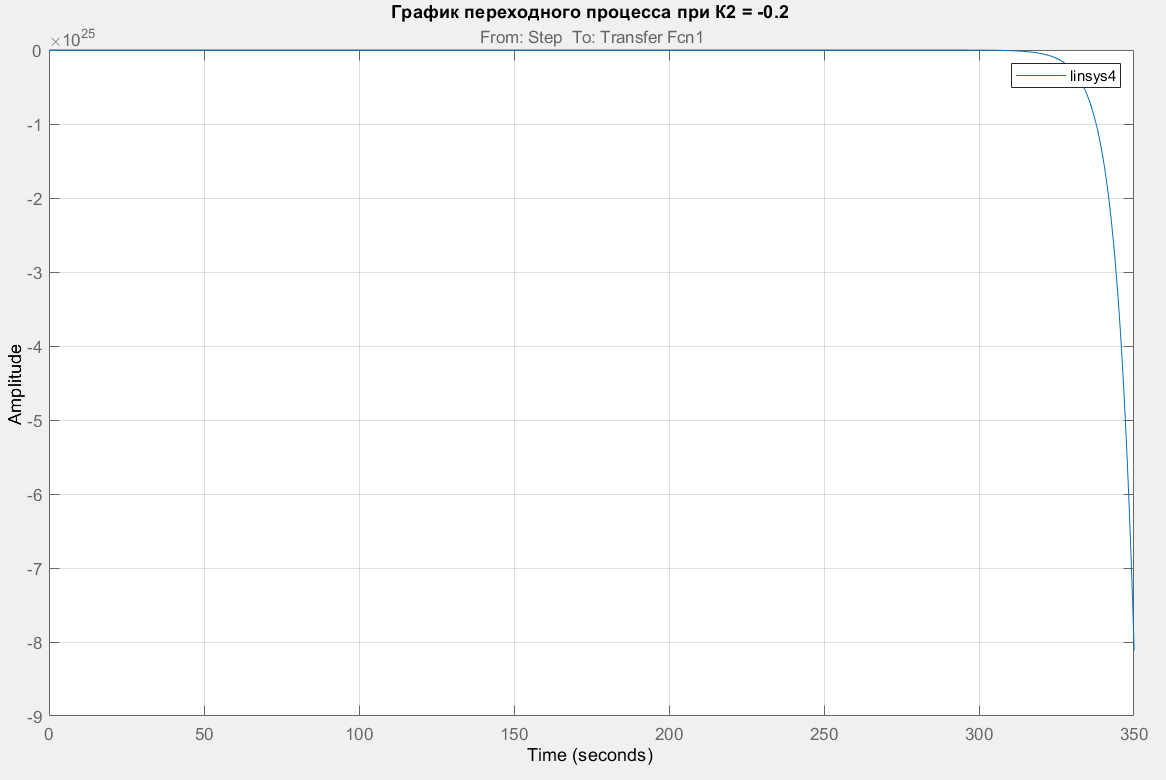
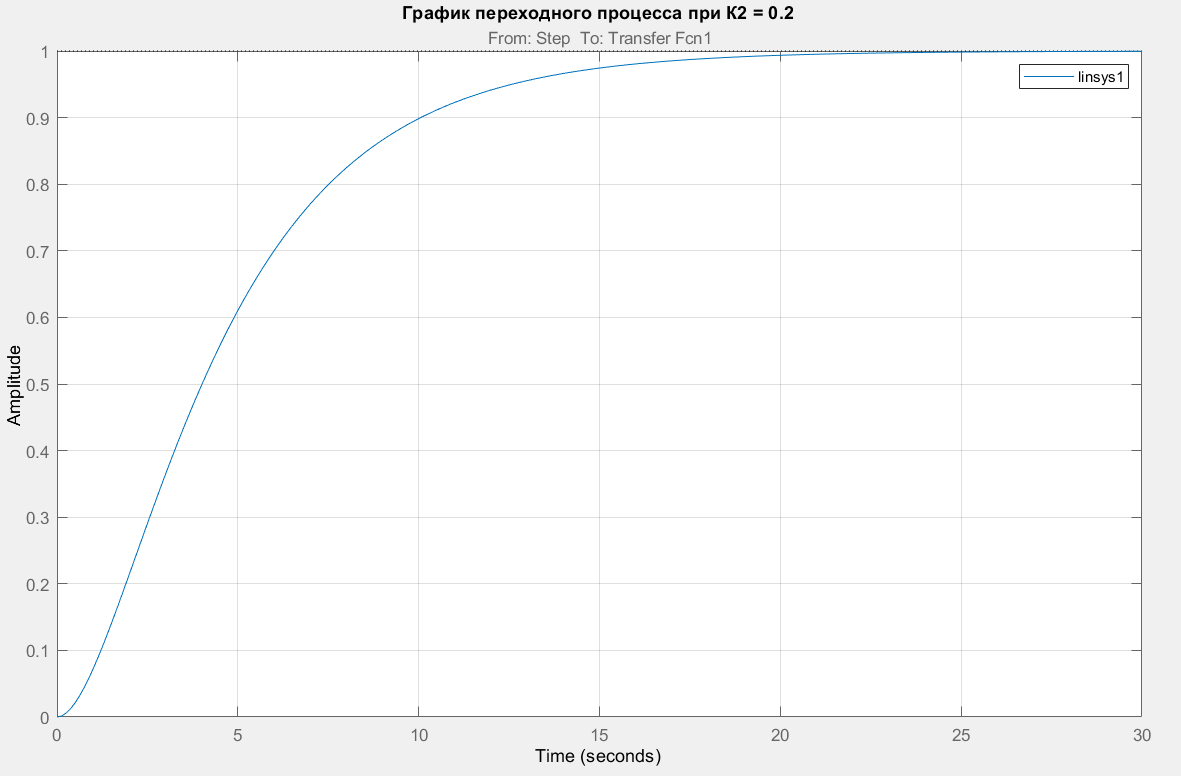


Рисунок 2 – Графики переходных процессов при различных значениях

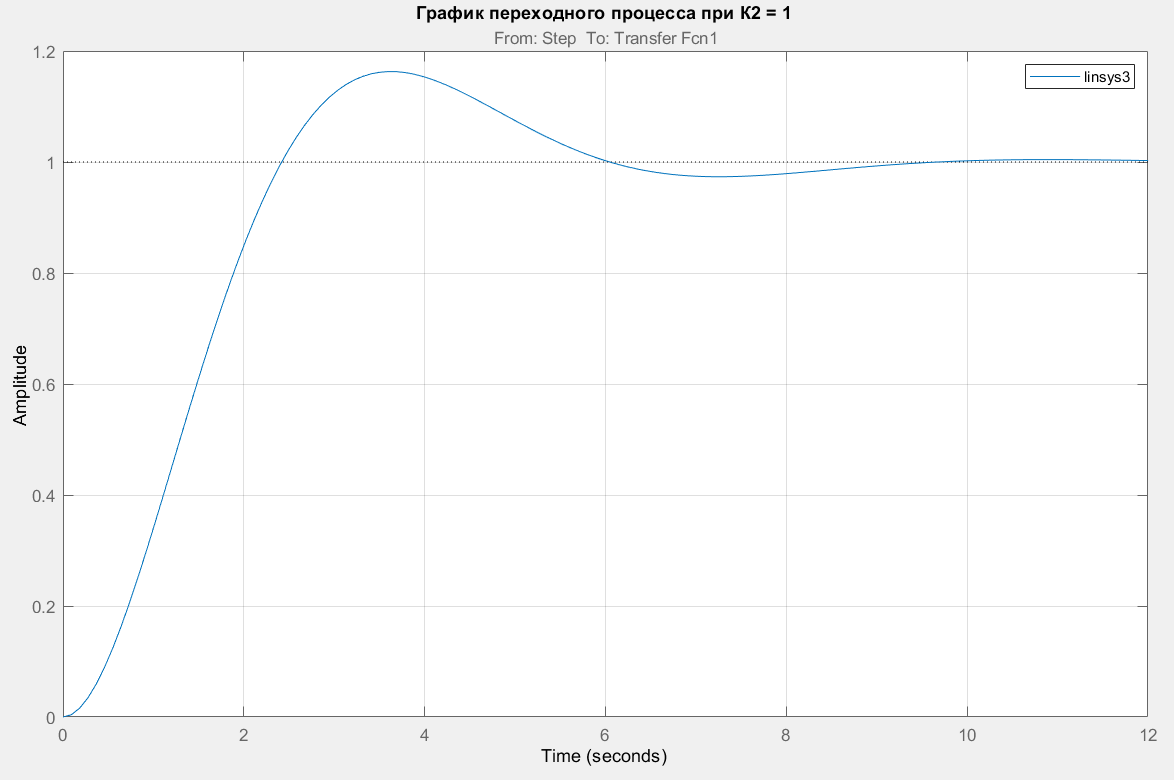
Из рис.2 видно, что только при  = 0,2 (из рассчитанного диапазона) переходный процесс получается сходящимся апериодическим. При  < 0 он расходящийся, при  = 1 – колебательный затухающий.

5. Переходный процесс будет колебательным затухающим при выполнении условий:

При этом корни характеристического уравнения получаются комплексными сопряженными с отрицательной вещественной частью.

При рассчитанных коэффициентах условие будет выглядеть следующим образом:

На рис.3 приведены переходные процессы на выходе звена при  = 1 и  = 10.



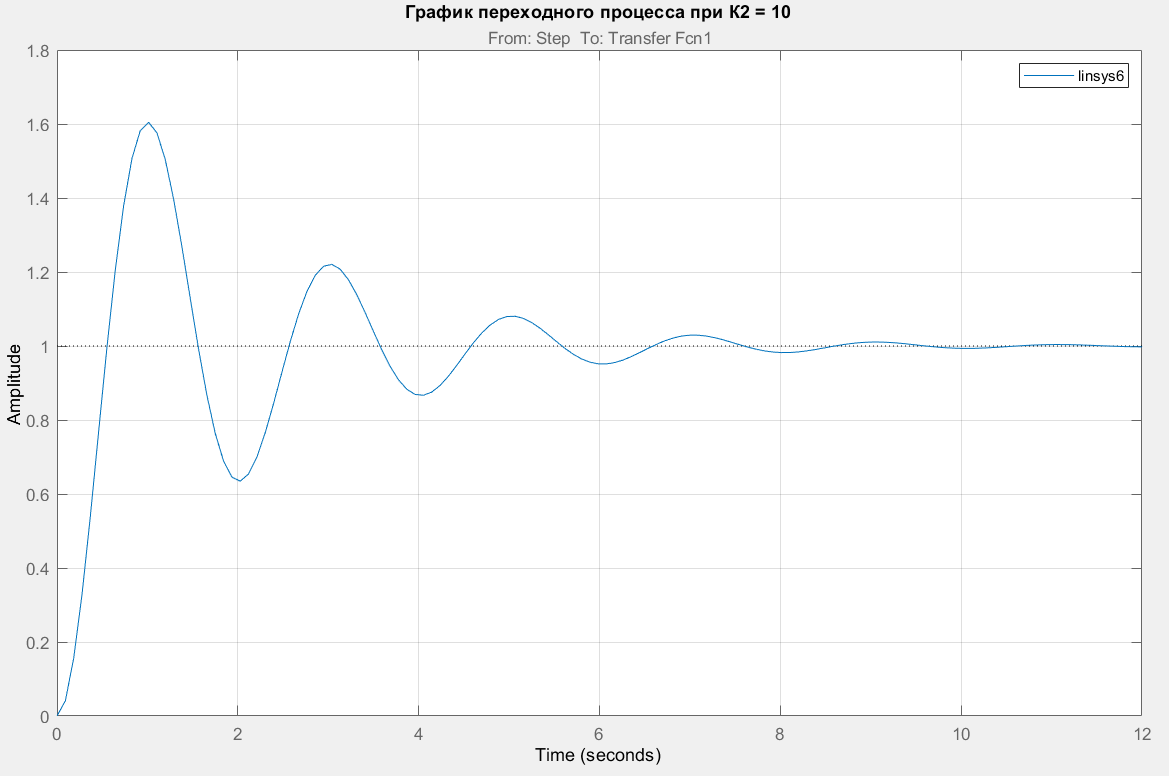
**

Рисунок 3 – Графики переходных процессов при различных значениях

Таким образом, при 0 <  ≤ , например, при  = 0.2, характер переходного процесса – апериодический, тип звена – апериодическое второго порядка, устойчивое.

При  > , например, при  = 10, характер переходного процесса – периодический, тип звена – колебательное, устойчивое.

1. Создим в окне программы MatLab-Simulink схему моделирования динамического звена второго порядка, приведенную на рис.4.

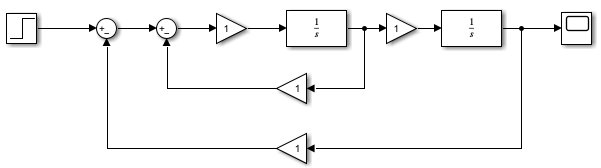


Рисунок 4 – Схема моделирования динамического звена второго порядка

1. Пользуясь правилами структурных преобразований, получаем выражение для передаточной функции звена:

Приравняв знаменатель W(s) к нулю, получаем характеристическое уравнение:

Коэффициенты характеристического уравнения равны:

Переходный процесс будет незатухающим колебательным с постоянной амплитудой и частотой при выполнении условий:

При выполнении данных условий корни характеристического уравнения получаются комплексными сопряженными с нулевой вещественной частью.

Подставив значения коэффициентов характеристического уравнения, получаем:

1. Проверяем результат на модели звена рис.4 при  = 0,  =  = 1. График переходного процесса изображен на рис.5.

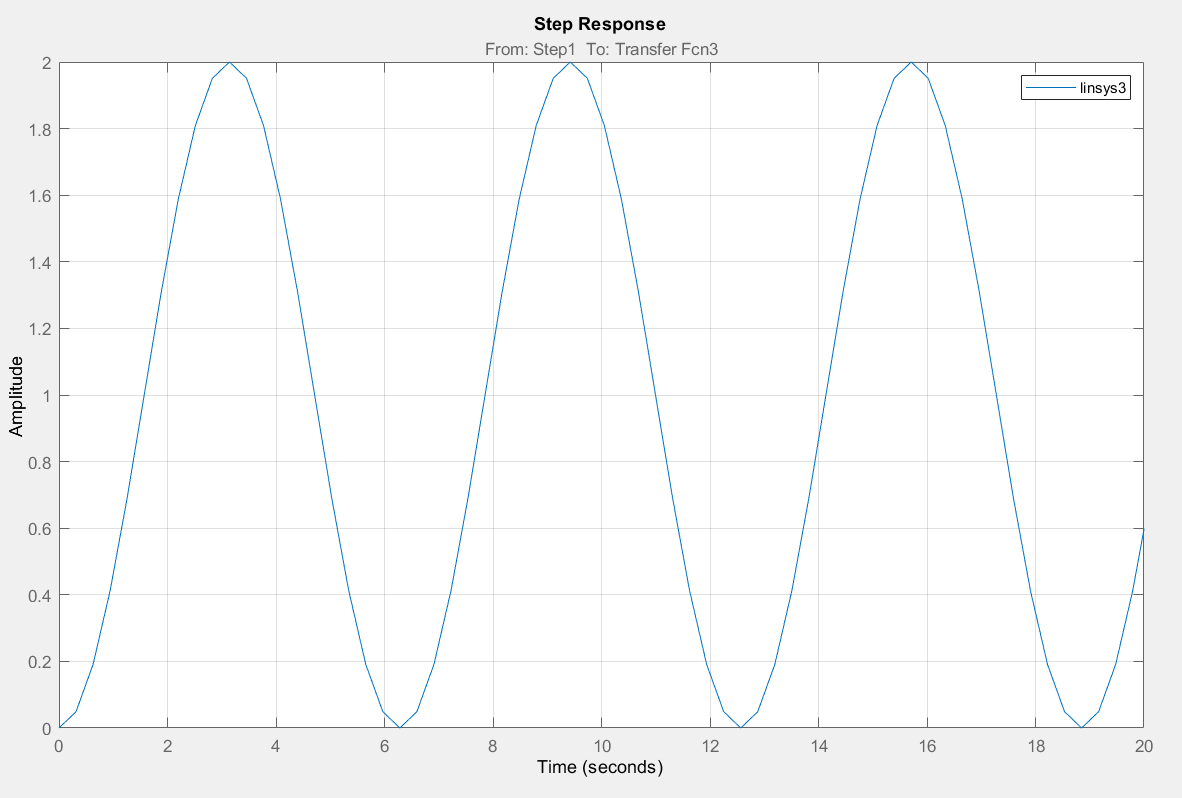


Рисунок 5 – График незатухающего колебательного переходного процесса

При этом корни характеристического уравнения получаются равными:

Характер переходного процесса – незатухающий колебательный с постоянной амплитудой и частотой, тип звена – консервативное, нейтральное (находится на границе устойчивости).

1. Устанавливаем значение коэффициента а1 из диапазона от 0 до 1 (например, а1 = 0,1). График переходного процесса приведен на рис.6.

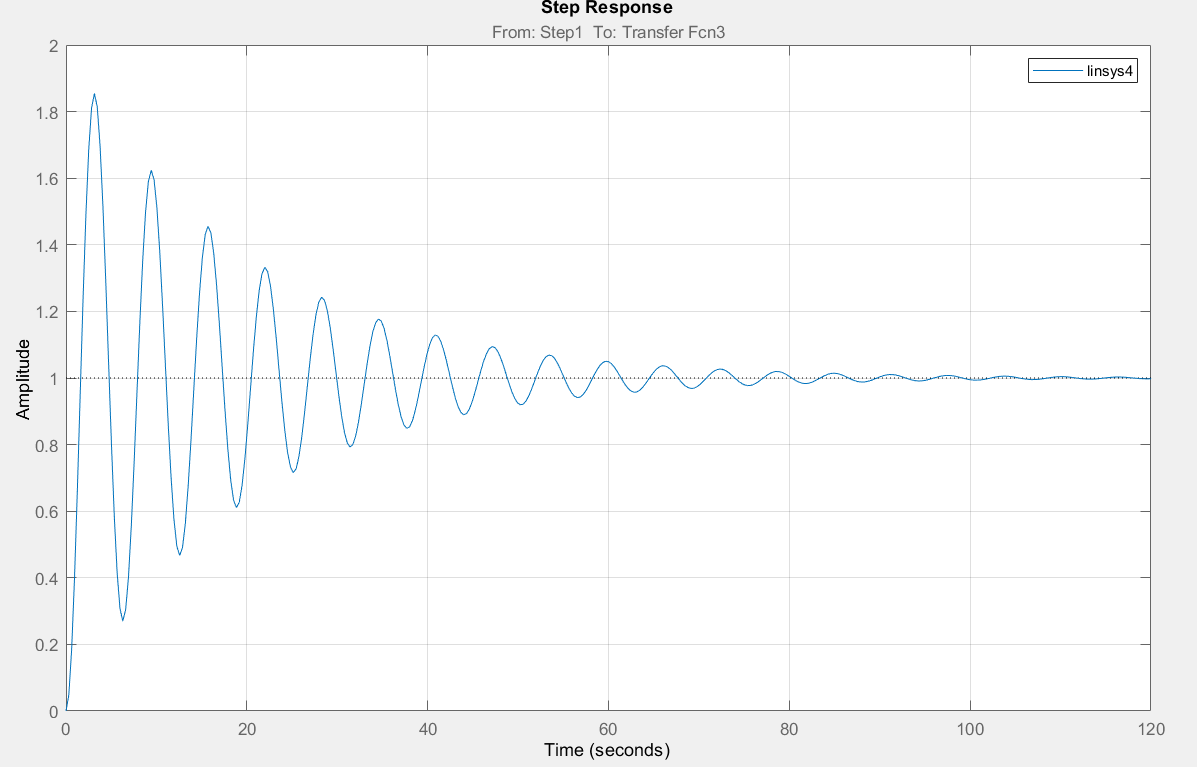
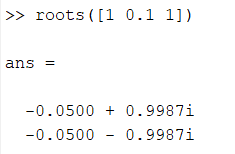


Рисунок 6 – График колебательного переходного процесса при

Определяем корни характеристического уравнения:



Корни комплексные сопряженные с отрицательной вещественной частью. Характер переходного процесса – затухающий периодический, тип звена – колебательное, устойчивое.

1. Устанавливаем значение коэффициента из диапазона от 0 до -1 (например,  = -0,1). В этом случае отрицательная обратная связь становится положительной. График переходного процесса приведен на рис.7.

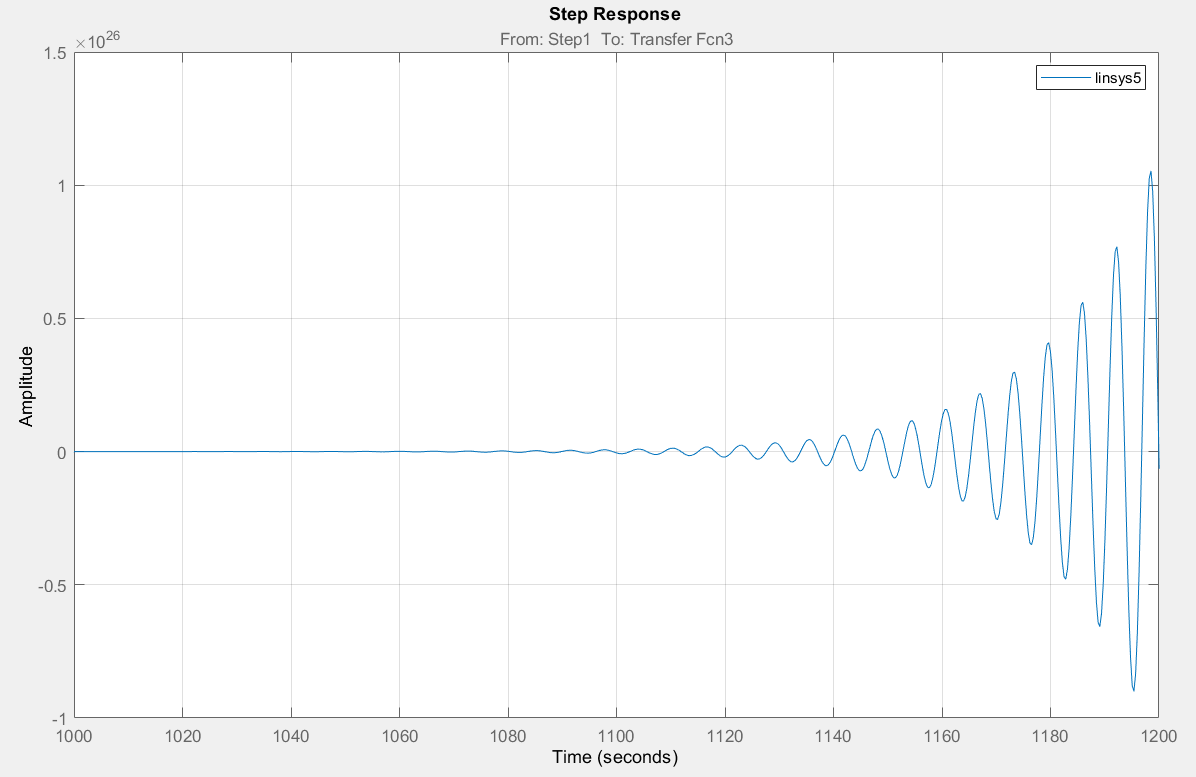
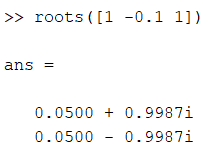


Рисунок 7 – График колебательного переходного процесса при  = -0,1

Определяем корни характеристического уравнения.



Корни комплексные сопряженные с положительной вещественной частью. Характер переходного процесса – расходящийся периодический, тип звена – колебательное, неустойчивое.

1. Примем  = 0,1. Исследуем влияние коэффициента на общий коэффициент передачи звена. Устанавливаем значение коэффициента  = 0,1. График переходного процесса приведен на рис.8.

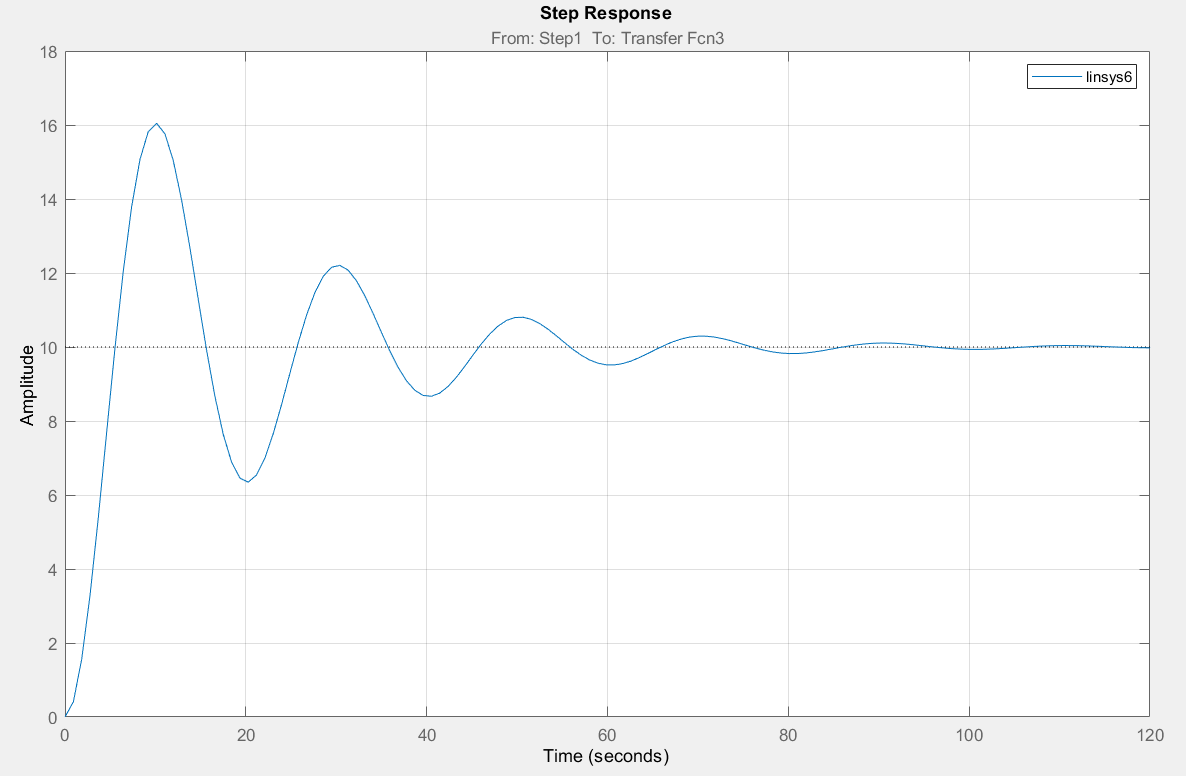
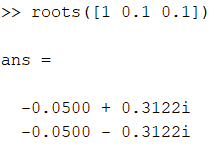


Рисунок 8 – График колебательного переходного процесса при  = 0,1

Установившееся значение выходной величины равно 10, следовательно, общий коэффициент передачи звена К = 10. Находим корни характеристического уравнения.



Корни комплексные сопряженные с отрицательной вещественной частью.

1. Устанавливаем значение коэффициента а2 = 0,5. График переходного процесса приведен на рис.9.

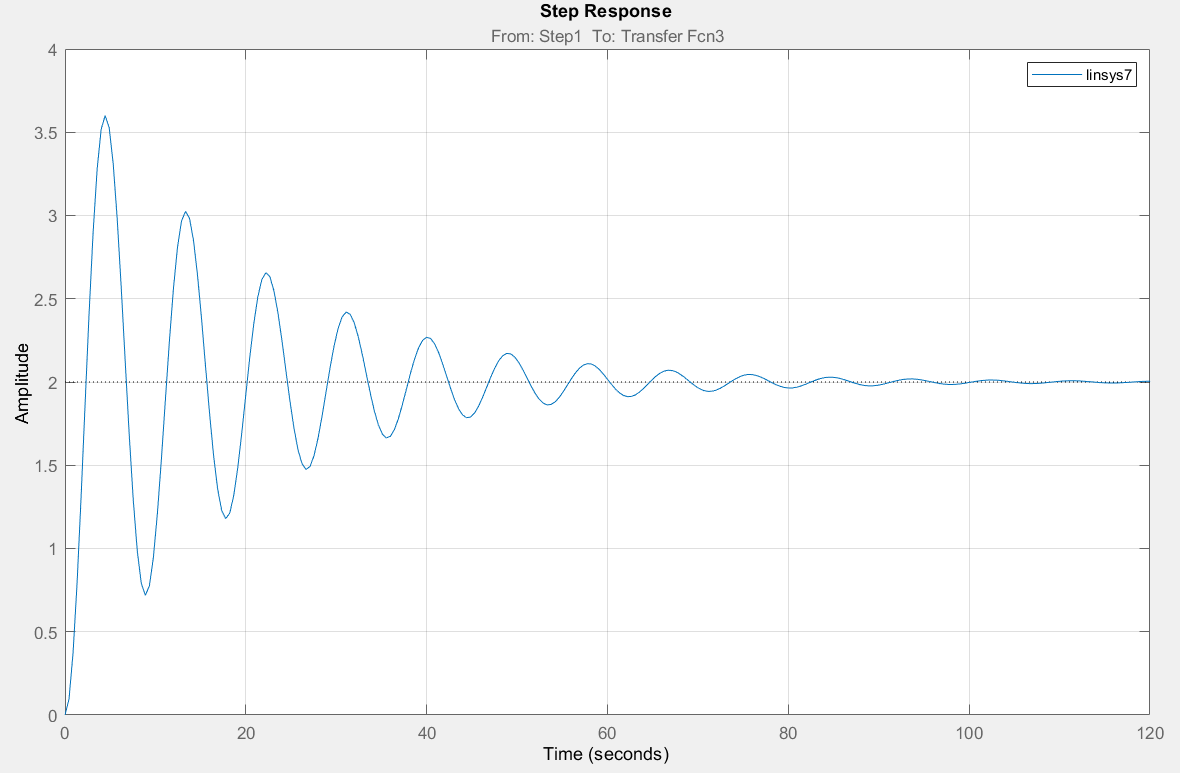
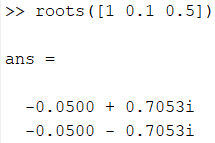


Рисунок 9 – График колебательного переходного процесса при  = 0,5

Установившееся значение выходной величины в этом случае равно 2, следовательно, общий коэффициент передачи звена К = 2. Находим корни характеристического уравнения.



Корни комплексные сопряженные с отрицательной вещественной частью.

1. Анализируем результаты. При увеличении коэффициента передачи обратной связи :

* в пропорциональное число раз уменьшается общий коэффициент передачи звена;

увеличивается мнимая часть корней характеристического уравнения.

1. Используя выражение для передаточной функции звена, покажем, как связан коэффициент передачи звена К с коэффициентом обратной связи . Преобразуем выражение для передаточной функции:

Общий коэффициент передачи звена К при единичном входном воздействии определяется по выражению передаточной функции W(s) при s = 0:

Таким образом, коэффициенты К и а2 связаны обратной пропорциональной зависимостью.

**Вывод**

В результате выполнения лабораторной работы:

1. изучено влияние коэффициента передачи прямой цепи на характер переходного процесса в схеме динамического звена второго порядка; величина определяет характер переходного процесса в звене – апериодический, колебательный, расходящийся;

2. изучено влияние коэффициента передачи обратной цепи на характер переходного процесса в схеме динамического звена второго порядка; величина определяет характер переходного процесса в звене – колебательный с постоянной амплитудой и частотой, расходящийся колебательный, сходящийся колебательный (см. рис.5-7);

3. изучено влияние коэффициента передачи обратной цепи на общий коэффициент передачи К в схеме динамического звена второго порядка; величина определяет установившееся значение выходной величины, зависимость обратная пропорциональная (см. рис.8 и рис.9);

4. результаты расчетов проверены на моделях звена второго порядка, построенных в программе MatLab-Simulink.