Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новосибирский государственный технический университет

Кафедра автоматизированных систем управления



**Лабораторная работа №4**

**«Исследование линейных систем методом фазовой плоскости.**

**Показатели качества переходных процессов»**

**Варианты-(3, 11)**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа: АВТ-813  Студент:  Чернаков Кирилл | Преподаватель:  Достовалов Дмитрий Николаевич,  к.т.н., заведующий кафедрой АСУ |

Новосибирск

2020 г.

**Оглавление**

[1.1 Вариант задания (Чернаков К.): 3](#_Toc56346200)

[1.2 ПФ и ДУ соответствующей системы второго порядка 4](#_Toc56346201)

[1.3 Расчет устойчивости полученной системы 6](#_Toc56346202)

[1.4 Корни характеристического уравнения. Корневой портрет устойчивой системы 7](#_Toc56346203)

[1.5 Построить структурную схему, используя метод понижения порядка производной. 8](#_Toc56346204)

[1.6 Построить фазовый портрет системы, определить тип особой точки 9](#_Toc56346205)

[1.7 Подобрать коэффициенты ДУ таким образом, чтобы система стала неустойчивой. 10](#_Toc56346206)

[1.8 Корни характеристического уравнения. Корневой портрет неустойчивой системы 11](#_Toc56346207)

[1.9 Построить структурную схему, используя метод понижения порядка производной. 12](#_Toc56346208)

[1.10 Фазовый портрет системы с указанием типа особой точки 13](#_Toc56346209)

[1.11 Расчет статического режима системы 14](#_Toc56346210)

[1.12 Расчет показателей качества переходных процессов 16](#_Toc56346211)

[1.13 Выявленные способы влияния на качество переходных процессов. 17](#_Toc56346212)

[1.14 Выводы 19](#_Toc56346213)

# 1.1 Вариант задания (Чернаков К.):

На рисунке 1 и 2 представлены структурные схемы.

**Вариант 11**

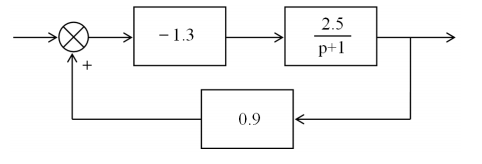
****

Рисунок 1 – структурная схема

**Вариант 3**

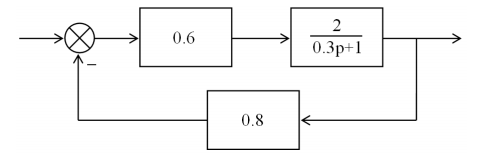
****

Рисунок 2 – структурная схема

# 1.2 ПФ и ДУ соответствующей системы второго порядка

Преобразование последовательного соединения звеньев и преобразование отрицательной обратной связи на рисунке 2:

Преобразование последовательного соединения звеньев и преобразование положительной обратной связи на рисунке 1:

**Результат последовательного соединения структурных схем (рисунок 1 и 2):**

Исходя из формул (1) и (2), результирующая передаточная функция получится преобразованием последовательного соединения звеньев:

Исходя из результирующей передаточной функции (3), составим дифференциальное уравнение:

# 1.3 Расчет устойчивости полученной системы

Расчет устойчивости полученной системы c помощью критерия Гурвица. характеристическое уравнение замкнутой системы:

Из коэффициентов характеристического уравнения составляют матрицу по правилу:

Полином с устойчив (то есть все его корни имеют строго отрицательную вещественную часть) тогда и только тогда, когда все ведущие главные миноры матрицы положительны:

Отсюда следует что система **устойчива.**

# 1.4 Корни характеристического уравнения. Корневой портрет устойчивой системы

Найдем корни характеристического уравнения:

D =  - 4ac = - 4··1 = 0,010464

Корневой портрет системы представлен на рисунке 3.

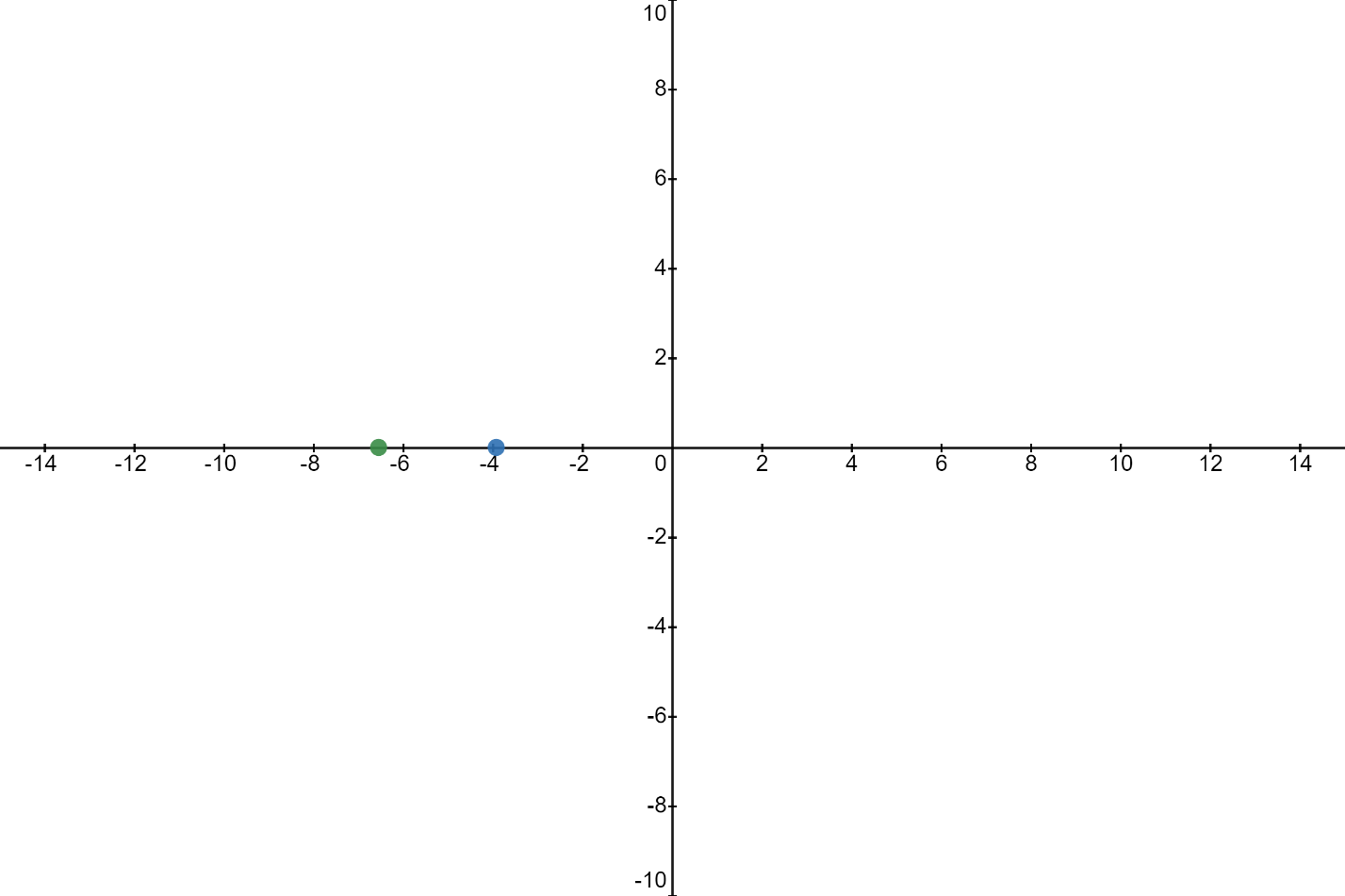


Рисунок 3 – корневой портрет устойчивой системы

# 1.5 Построить структурную схему, используя метод понижения порядка производной.

На рисунке 4 продемонстрирована структурная схема, с помощью которой был построен фазовый портрет устойчивой системы (см. рисунок 5).

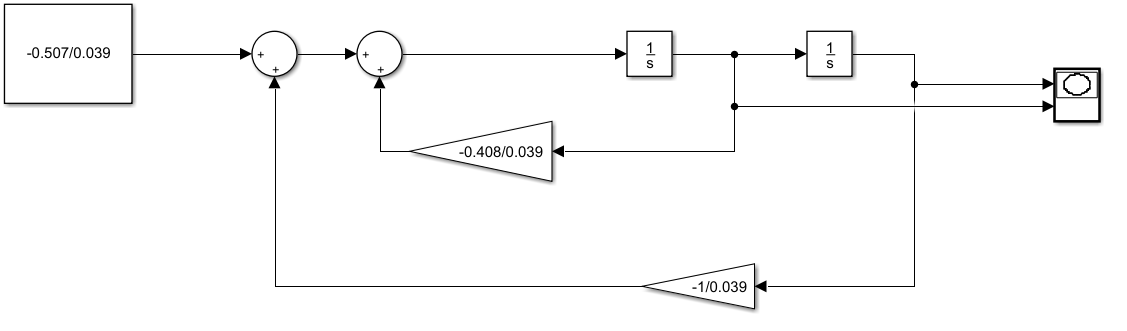
****

Рисунок 4 – структурная схема, с использованием метода понижения порядка производной

# 1.6 Построить фазовый портрет системы, определить тип особой точки

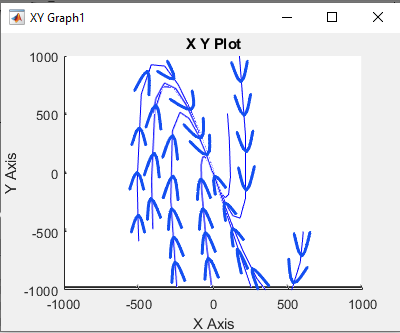
****

Рисунок 5 – фазовый портрет устойчивой системы

**Тип особой точки:** Устойчивый узел

# 1.7 Подобрать коэффициенты ДУ таким образом, чтобы система стала неустойчивой.

Опытным путем подберем коэффициенты так чтобы система стала устойчивой:

**Расчет неустойчивости новой системы.**

Расчет устойчивости полученной системы c помощью критерия Гурвица. характеристическое уравнение замкнутой системы:

Из коэффициентов характеристического уравнения составляют матрицу по правилу:

Полином с устойчив (то есть все его корни имеют строго отрицательную вещественную часть) тогда и только тогда, когда все ведущие главные миноры матрицы положительны:

Отсюда следует что система **нестойчива.**

# 1.8 Корни характеристического уравнения. Корневой портрет неустойчивой системы

Найдем корни характеристического уравнения:

D =  - 4ac = - 4·(-)·1 = 1,798464

Корневой портрет системы представлен на рисунке 6.

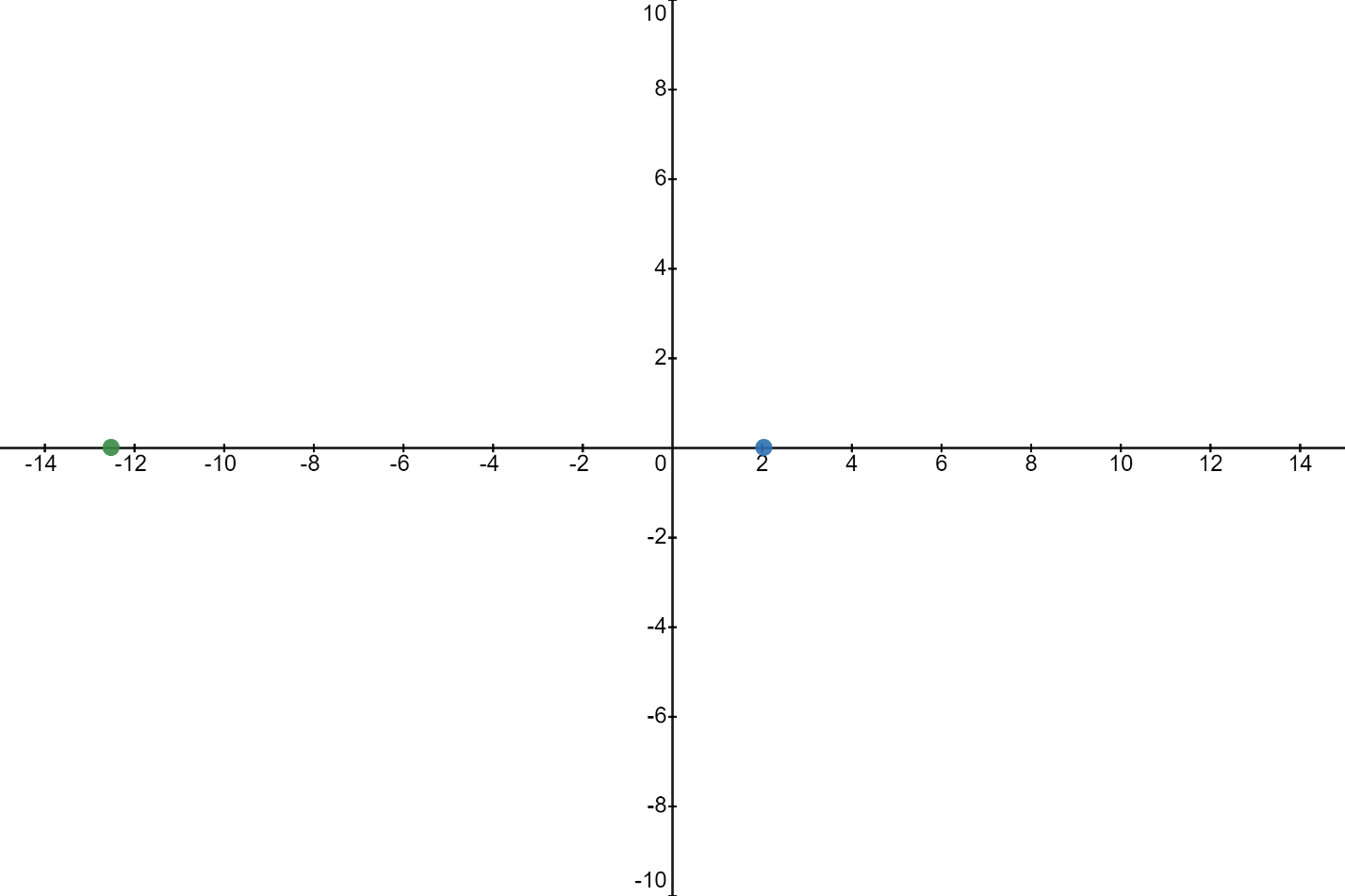


Рисунок 6 – корневой портрет неустойчивой системы

# 1.9 Построить структурную схему, используя метод понижения порядка производной.

На рисунке 7 продемонстрирована структурная схема, с помощью которой был построен фазовый портрет неустойчивой системы (см. рисунок 8).

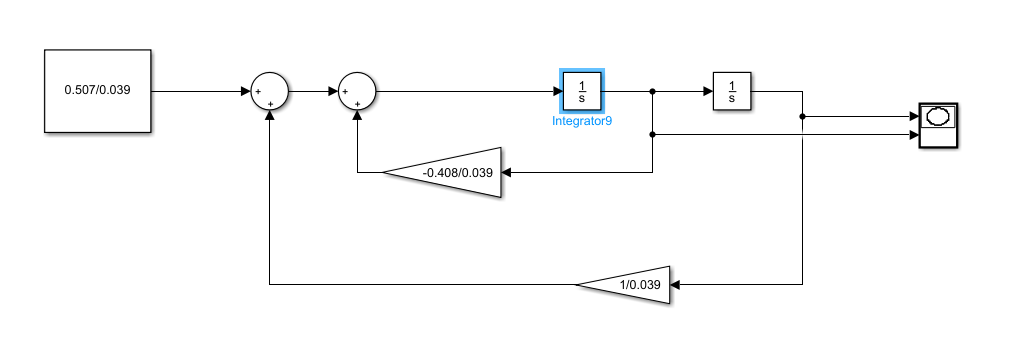


Рисунок 7 – структурная схема, с использованием метода понижения порядка производной

# 1.10 Фазовый портрет системы с указанием типа особой точки

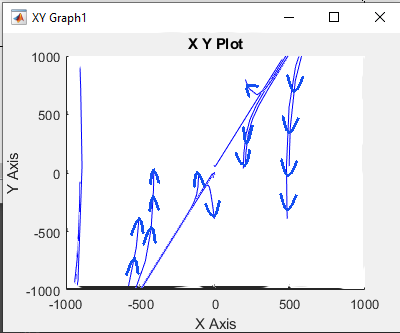


Рисунок 8 – фазовый портрет неустойчивой системы

**Тип особой точки:** Седло

# 1.11 Расчет статического режима системы

Условия статического режима:

Статический режим:

На рисунке 9 показано примерное значение координаты точки равновесия, которое совпадает с вычисленным значением.

**Расчет статического режима c помощью системы:**

Условия статического режима:

*и*

Система примет вид:

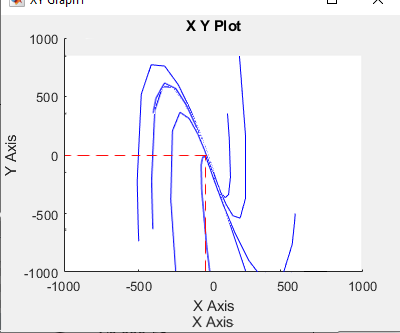


Рисунок 9 – Фазовый портрет устойчивой системы (с указанием точки равновесия)

# 1.12 Расчет показателей качества переходных процессов

По графику переходной функции, изображенной на рисунке 10, определим следующие показатели качества переходных процессов: ошибка регулирования; время от начала процесса до первого момента достижения установившегося значения; время достижения первого максимума; время от начала процесса до момента достижения установившегося значения с ошибкой регулирования, не превышающей заданного значения; перерегулирование.

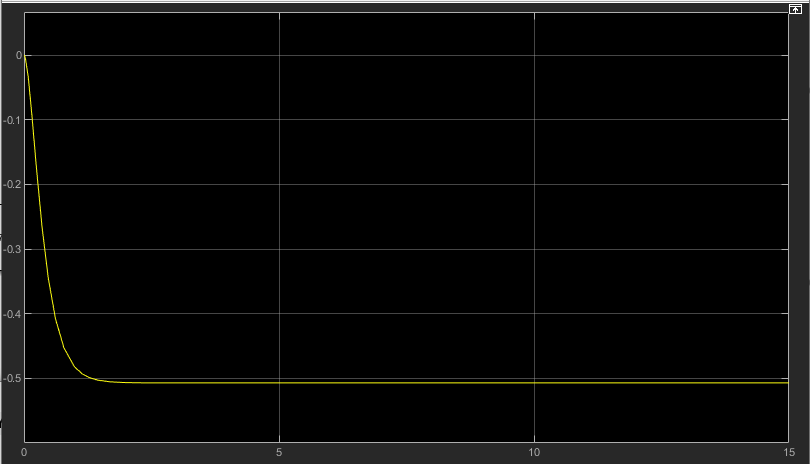


Рисунок 10 – График переходной функции

Ошибка регулирования ;

Время от начала процесса до первого момента достижения установившегося значения ;

Время от начала процесса до момента достижения установившегося значения с ошибкой регулирования, не превышающей от ;

Перерегулирование при

Перерегулирование отсутствует

# 1.13 Выявленные способы влияния на качество переходных процессов.

Данная система имеет второй порядок и является инерционным звеном второго порядка. В качестве желаемого улучшения переходного процесса возьмем время переходного процесса для его улучшения найдем и изменим постоянную времени T.

Общий вид инерционного звена второго порядка:

W =

Найдем параметры:

d = 1,033

k =

Уменьшим значение T для улучшения времени переходного процесса:

T = 0,098742

d = 1,033

k =

Тогда ПФ:

Исходя из рисунка 8 видно, что значение достигаем за получается мы добились того, что переходной процесс, стал происходить быстрее.

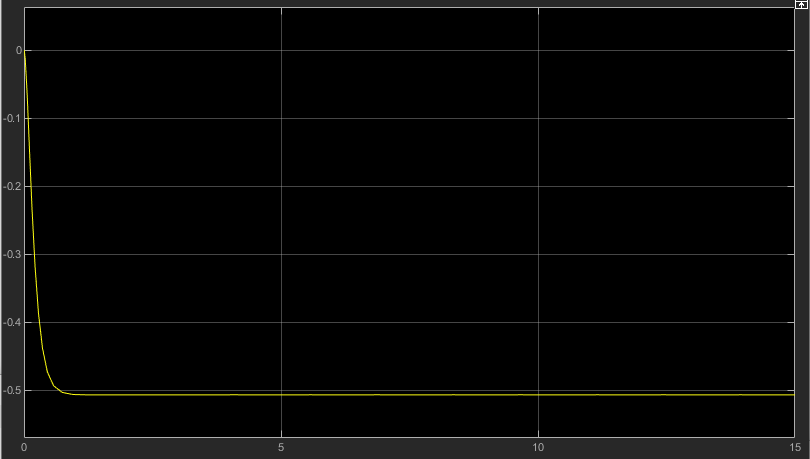


Рис. 11 – График переходной функции

# 1.14 Выводы

В ходе выполнения работы из последовательно соединённых ПФ путем структурного преобразования была получена передаточная функция и из нее было получено дифференциальное уравнение второго порядка. Произведена проверка устойчивости системы с помощью критерия Гурвица, которая показала, что заданная система устойчива и имело тип особой точки – устойчивый узел. Из данной ПФ была получена неустойчивая система, путем изменения знака у коэффициентов и итоговая система имела тип особой точки – седло.

Для полученной устойчивой системы найдены корни характеристического уравнения, по которым построен корневой портрет системы. Оба корня оказались с отрицательной вещественной частью, что говорит о устойчивости системы. При помощи Mathlab Simulink был построен фазовый портрет системы.

Рассчитан статический режим системы и показатели качества переходных процессов: ошибка регулирования , время от начала процесса до первого момента достижения установившегося значения , время от начала процесса до момента достижения установившегося значения с ошибкой регулирования, не превышающей заданного значения . И путем изменения постоянной времени была получена система, которая имеет время переходного процесса меньше, чем у изначальной.