**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

**по курсу «Адаптивное и робастное управление»**

**АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫМ МНОГОМЕРНЫМ ОБЪЕКТОМ ПО СОСТОЯНИЮ**

Вариант № 20

Авторы работы: Кирбаба Д.Д.,

Курчавый В.В.,

Кравченко Д.В.

Группа: R3438

Преподаватель: Парамонов А.В.

“12” октября 2023 г.

Работа выполнена с оценкой \_\_\_

Дата защиты “\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

Санкт-Петербург

2023

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Цель работы 3](#_Toc148124403)

[2. Постановка задачи 3](#_Toc148124404)

[3. Ход работы 4](#_Toc148124405)

[1. Исходные данные 4](#_Toc148124406)

[2. Эталонная модель 4](#_Toc148124407)

[3. Исследование неадаптивной системы 5](#_Toc148124408)

[4. Исследование адаптивной системы 10](#_Toc148124410)

[4. Выводы 26](#_Toc148124413)

# Цель работы

Освоение принципов построения адаптивной системы управления многомерным объектом.

# Постановка задачи

Дан объект

где – вектор состояния, – управление, – регулируемая переменная,

*–* неизвестные параметры, – известный коэффициент.

Задача управления заключается в компенсации параметрической неопределенности объекта и обеспечении следующего целевого равенства:

где – вектор ошибки управления, – вектор, генерируемый эталонной моделью

с задающим воздействием и матрицами

Параметры эталонной модели строятся на основе метода стандартных характеристических полиномов для обеспечения желаемого качества воспроизведения задающего воздействия

Отметим, что в задаче имеет место следующее допущение.

Для некоторого – мерного вектора и скаляра матрицы связаны соотношениями

# Ход работы

## Исходные данные

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Матрица** | **Коэфф. передачи** | **Время переходного процесса** | **Максимальное перерегулирование** | **Сигнал задания** |
|  |  |  |  |  |

*Таблица 1. Исходные данные (20 вариант).*

## Эталонная модель

Так как модель второго порядка и имеет описанные выше показатели качества, то стандартный полином будет полиномом Ньютона второго порядка.

Пусть ед. от установившейся величины, тогда и

Тогда матрицы эталонной модели:

A computer screen shot of a computer screen

Description automatically generated

Рисунок . Схема моделирования эталонной модели.

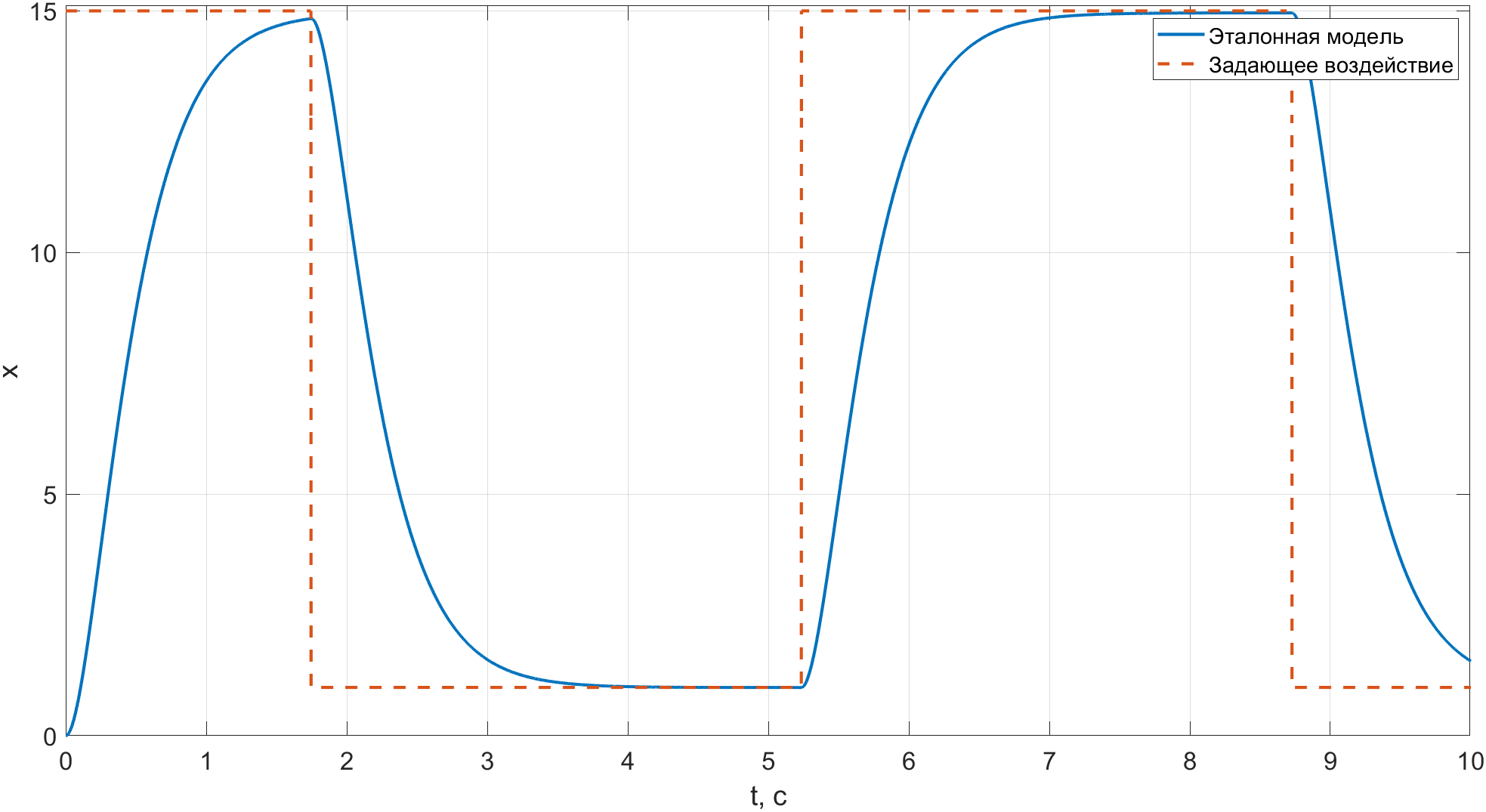


Рисунок . Графики задающего воздействия и переходного процесса эталонной модели.

Как видно, перерегулирование и время переходного процесса примерно равно с (примерно, так как при расчете параметров модели мы ставили точность ед. от установившейся величины).

## Исследование неадаптивной системы

Допустим, что параметры объекта известны, промоделируем систему управления с регулятором

A computer screen shot of a computer

Description automatically generated

Рисунок . Схема моделирования неадаптивной системы.

* 1. Используем расчетные параметры объекта, заложенные в

## A graph of a function Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов при рассчитанных параметрах.

Поведение объекта управления почти сразу соответствует поведению эталонной системы.

A graph with red and blue lines

Description automatically generated

Рисунок . Графики покомпонентных ошибок.

Ошибка почти равна нулю во все моменты времени. Так как мы использовали известные параметры объекта управления и нам не приходилось настраивать параметры.

* 1. Изменим параметры, чтобы система не потеряла устойчивость

Пусть

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов при мало измененных параметрах.

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики покомпонентных ошибок.

Уменьшив параметры на , система осталась устойчивой, однако имеет постоянную ошибку следования за эталонной системой.

* 1. Изменим параметры, чтобы система потеряла устойчивость

Пусть

A graph with a line

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов при сильно смещенных параметрах.

A graph with red and blue lines

Description automatically generated

Рисунок . Покомпонентные ошибки моделей при сильно смещенных параметрах.

При сильном изменении параметров система становится неустойчивой.

## Исследование адаптивной системы

Проведем моделирование адаптивной системы управления с регулятором

и алгоритмом адаптации

где коэффициент адаптации.

A computer screen shot of a computer program

Description automatically generated

Рисунок . Схема моделирования адаптивной системы.

* 1. Эксперименты с фиксированным

## Моделирование при расчетных параметрах .

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов.

A graph showing a line of a graph

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок . Графики ошибок.

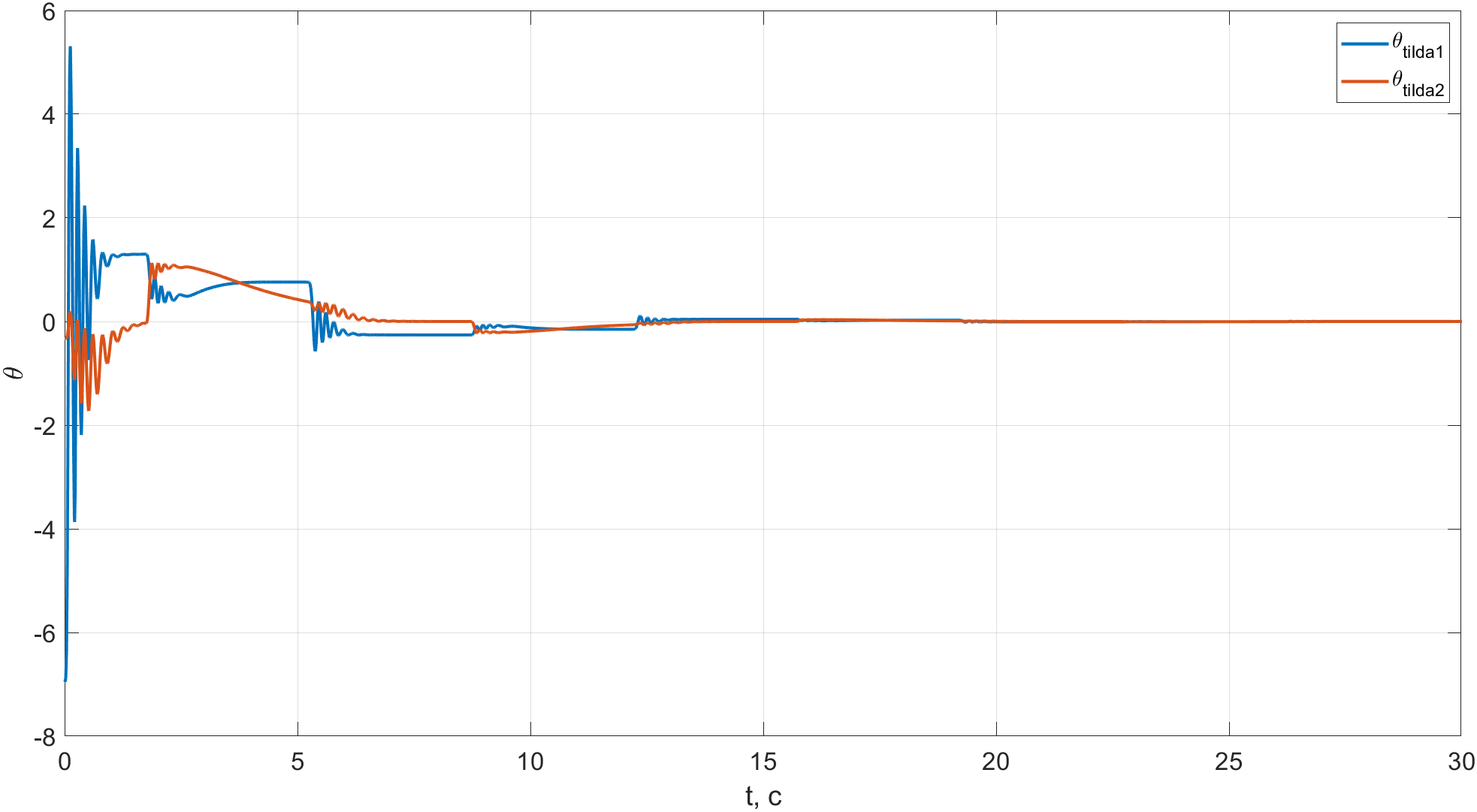


Рисунок . Графики параметрических ошибок.

При расчетных параметрах ошибка вектора состояний и параметрическая ошибка сходятся к 0.

* + 1. Моделирование с измененными параметрами при которых система устойчива.

A graph of a graph

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок . Графики компонент переходных процессов.

A graph with a line graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики ошибок вектора состояний.

A graph of a graph

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок . Графики параметрических ошибок.

При увеличении отклонения параметров объекта скорость сходимости уменьшилась, однако всё равно установившейся ошибки нет.

* + 1. Моделирование с сильно измененными параметрами, при которых система неустойчива.

A graph of a graph

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок . Графики переходных процессов.

A graph showing a line of red and blue lines

Description automatically generated

Рисунок . Графики ошибки по вектору состояния.

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики параметрической ошибки.

Даже при сильно измененных параметров объекта управления, адаптивный регулятор с алгоритмом адаптации обеспечивает:

1. Ограниченность всех сигналов в замкнутой системе;
2. Асимптотическое стремление ошибки к нулю;
3. Ограниченность сигнала
   1. Эксперименты с различными

## Пусть

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов.

A graph with a line

Description automatically generated

Рисунок . Графики ошибок вектора состояний.

A line graph with numbers

Description automatically generated

Рисунок . Графики параметрических ошибок.

* + 1. Пусть

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов.

A graph with a line and a red line

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок . Графики ошибок вектора состояний.

A graph with a red and blue line

Description automatically generated

Рисунок . Графики параметрических ошибок.

* + 1. Пусть

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов.

A graph with a line

Description automatically generated

Рисунок . Графики ошибок вектора состояний.

A graph with a blue line

Description automatically generated

Рисунок . Графики параметрических ошибок.

При увеличении параметра адаптации усиливаются коэффициенты регулятора и объекту управления подаются большие управления, а следовательно, увеличивается скорость переходных процессов, однако колебательность системы повышается.

* 1. Эксперимент при

A graph with lines in the middle

Description automatically generated with medium confidence

Рисунок . График переходных процессов.

A graph with a line

Description automatically generated

Рисунок . Графики ошибок вектора состояния.

A graph with a line

Description automatically generated

Рисунок . Графики параметрических ошибок.

A graph with lines in different colors

Description automatically generated

Рисунок . Графики переходных процессов.

A graph with red line

Description automatically generated

Рисунок . Графики ошибок вектора состояний.

A graph with red and blue lines

Description automatically generated

Рисунок . Графики параметрических ошибок.

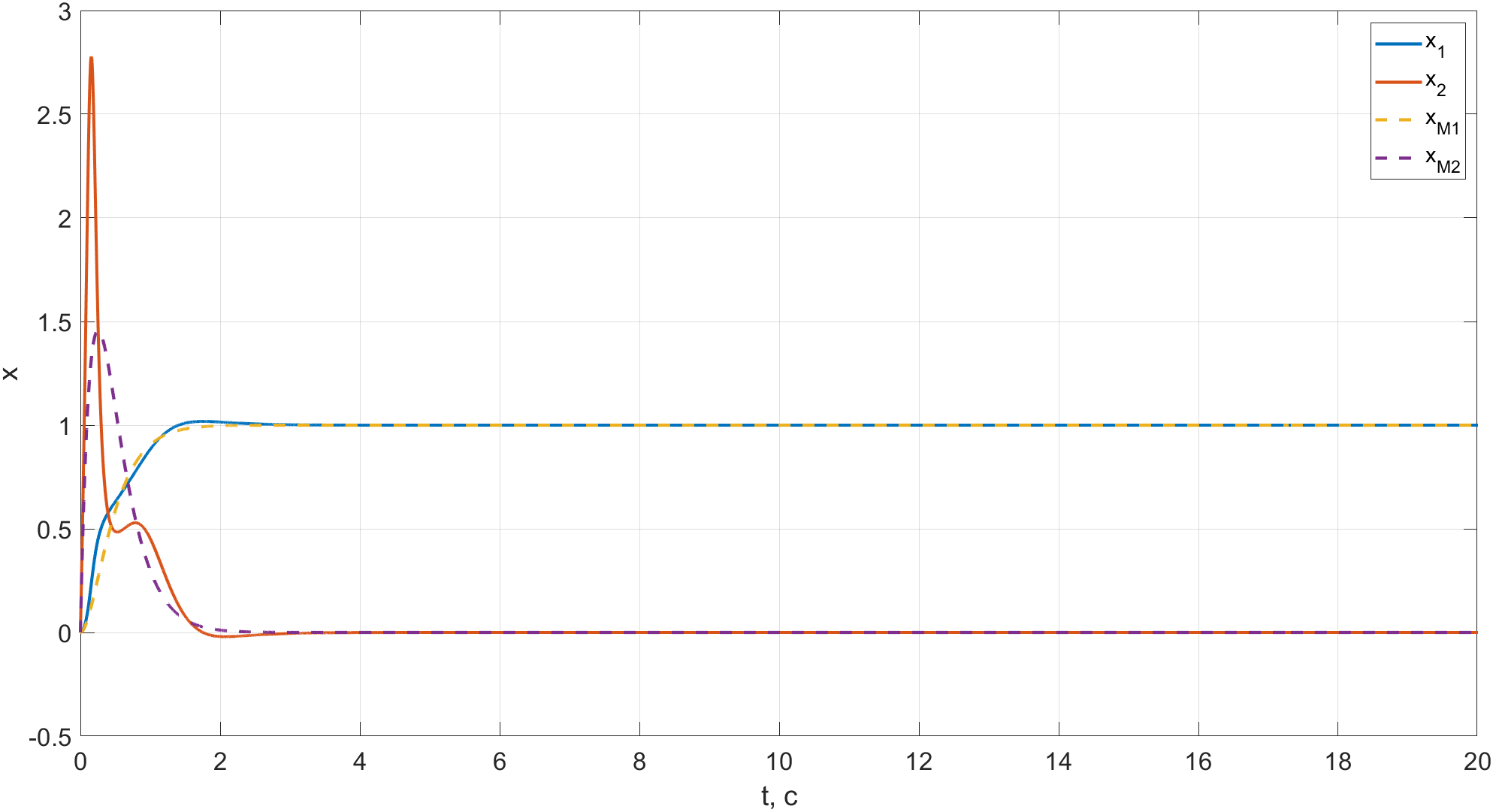


Рисунок . Графики переходных процессов.

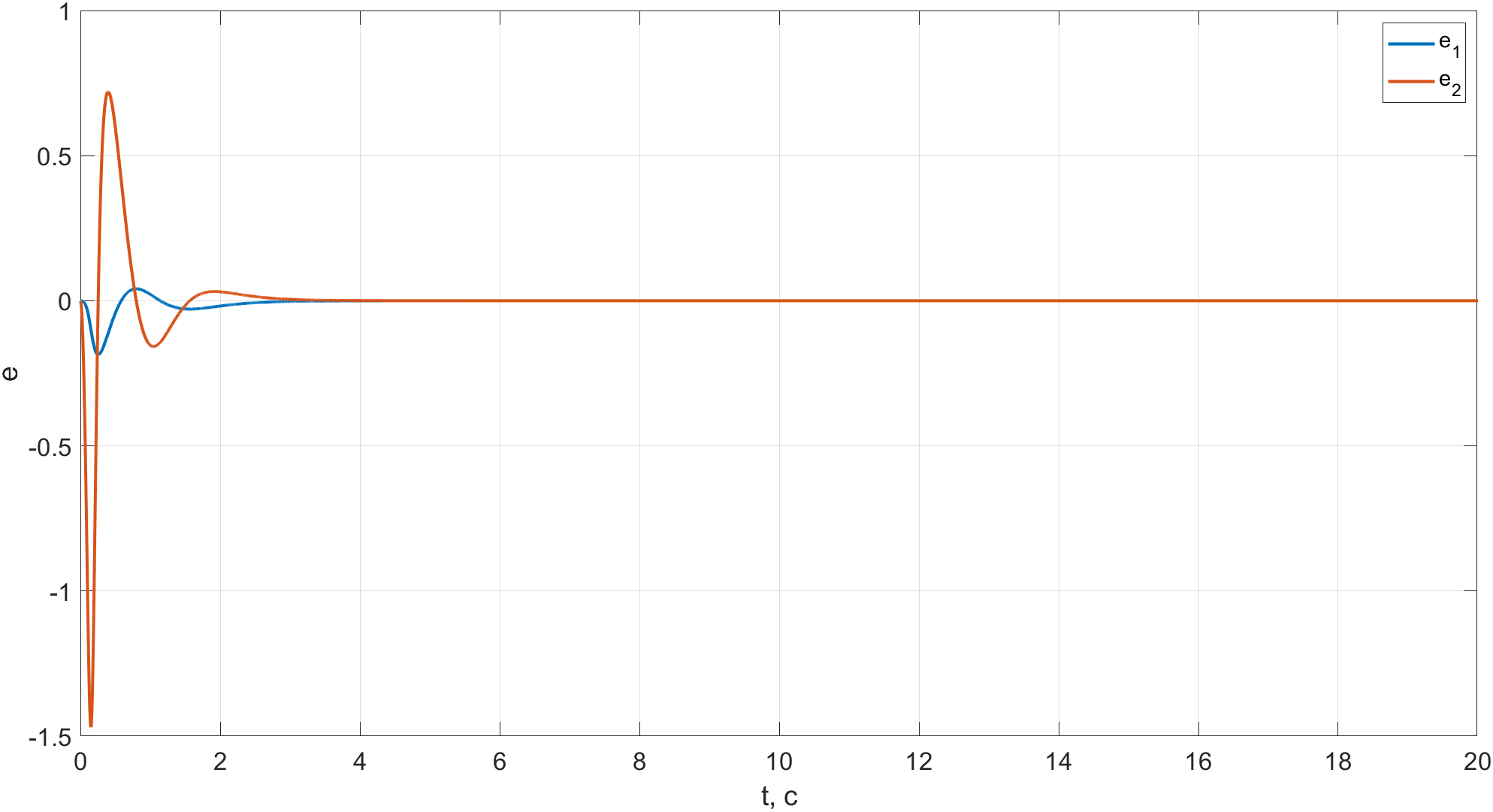


Рисунок . Графики ошибок вектора состояний.

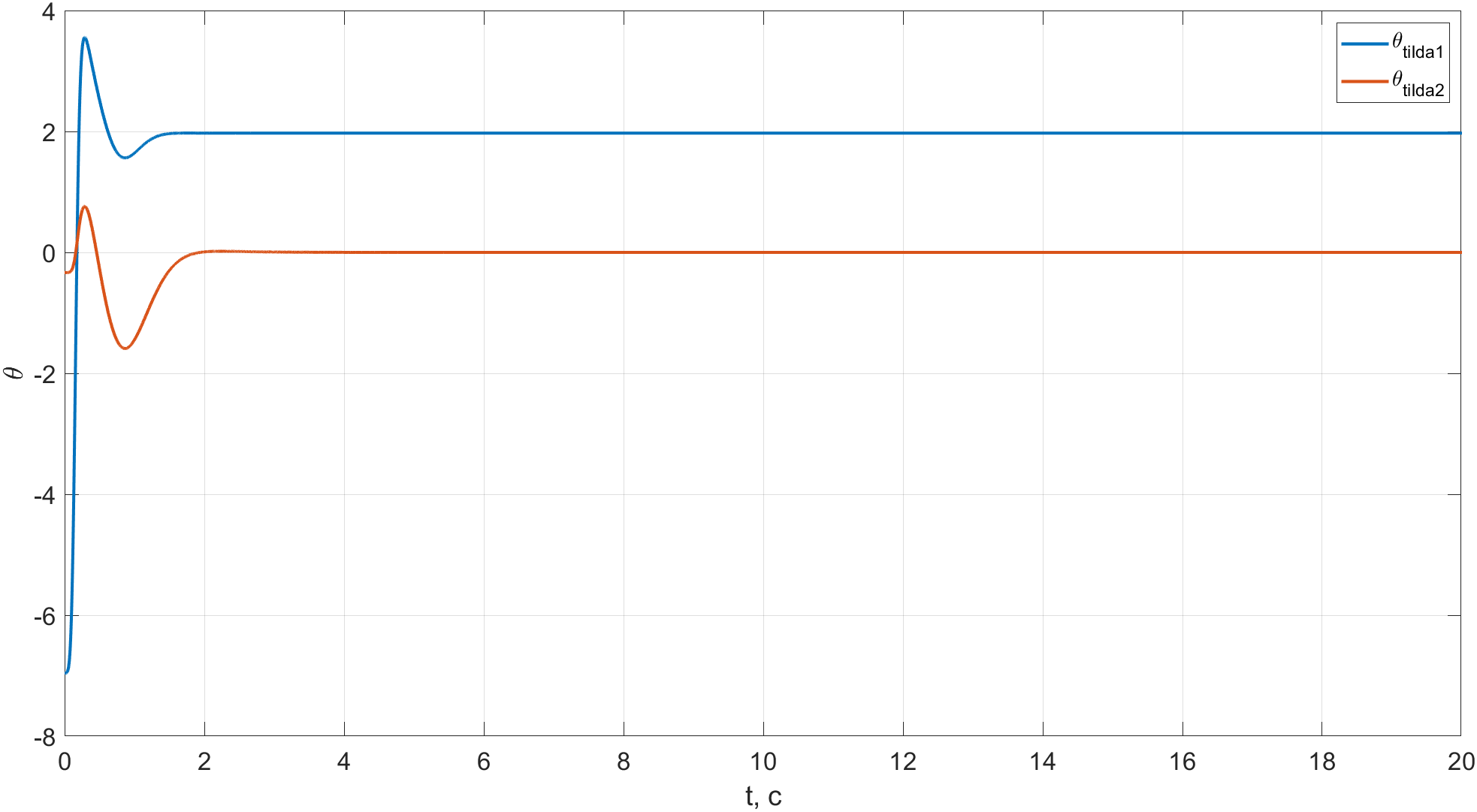


Рисунок . Графики параметрических ошибок.

В данном эксперименте наблюдаем, что сигнал ограничен, но не сходится к нулю, так как вектор не удовлетворяет условию неисчезающего возбуждения.

# Выводы

В данной лабораторной работе были освоены принципы построения адаптивной системы управления многомерным объектом.

В начале работы была смоделирована эталонная модель, затем неадаптивный объект управления с эталонной моделью, которая следит за задающим воздействием и наконец адаптивная система. Для всех случаев были проанализированы графики переходных процессов, ошибки вектора состояний и параметрические ошибки. Также было изучено влияние коэффициентов объекта управления и коэффициента адаптации на управление объектом.