**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12**

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

**АДАПТИВНОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Вариант № 20

Авторы работы: Кирбаба Д.Д.,

Кравченко Д.В.,

Курчавый В.В.

Группа: R3438

Преподаватель: Парамонов А.В.

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Цель работы 3](#_Toc156354067)

[2. Постановка задачи 3](#_Toc156354068)

[3. Ход работы 5](#_Toc156354069)

[1. Исходные данные 5](#_Toc156354070)

[2. Задание 1 5](#_Toc156354071)

[Проверка системы на управляемость и наблюдаемость 5](#_Toc156354072)

[Нахождение матрицы эталонной модели 5](#_Toc156354073)

[Поиск матрицы ЛСОС 6](#_Toc156354074)

[3. Задание 2 7](#_Toc156354075)

[4. Задание 3 7](#_Toc156354076)

[8](#_Toc156354077)

[9](#_Toc156354078)

[4. Выводы 10](#_Toc156354079)

# Цель работы

Освоение принципа адаптивного слежения за эталонным сигналом для неустойчивого многомерного линейного объекта.

# Постановка задачи

В работе решается задача адаптивного слежения.

Рассмотрим задачу управления объектом

где измеряемый вектор состояния, измеряемые вход и выход объекта, известные матрицы соответствующих размерностей.

Цель задачи заключается в построении управления, обеспечивающего ограниченность всех сигналов и слежение выхода объекта за эталонным сигналом так, чтобы

где мультисинусоидальное задающее воздействие с априори неизвестными амплитудами, частотами и фазами гармоник. Функция измеряема и может быть представлена в виде решения линейного однородного дифференциального уравнения

где неизвестные параметры модели.Корни характеристического полинома модели лежат на мнимой оси, не кратны и не совпадают с собственными числами матрицы .

Проведем параметризацию величины :

где вектор неизвестных параметров, вектор известных функций.

Вектор является измеряемым вектором состояния фильтра

где известные матрицы.

В итоге получим управляемую форму модели «вход-состояние-выход» генератора:

Далее введем в рассмотрение ошибки по состоянию и по выходу

где матрица преобразования базиса модели ВСВ генератора в базис ОУ.

Неадаптивное управление:

известно, что матрицы удовлетворяют уравнениям вида

В уравнениях матрица состояния генератора задающего воздействия, гурвицева матрица, определяющая желаемое качество поведения замкнутой системы после ее настройки, в классической (неадаптивной) задаче управления — вектор прямых связей. В текущей задаче представляют собой априори неизвестные постоянные величины.

Из анализа уравнений ошибок получаем

где устойчивая ПФ стабилизированной части системы, новый вектор неизвестных параметров.

Следовательно, настраиваемый регулятор будет иметь вид

где оценка вектора настраиваемых параметров.

Так как в общем случае ПФ не является СПВ, то в рамках модели

применим алгоритм адаптации с расширенной ошибкой:

# Ход работы

## Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Матрица** | **Матрица** | **Матрица** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 1. Исходные данные (20 вариант).

## Задание 1

### Проверка системы на управляемость и наблюдаемость

Система управляема и наблюдаема по входу и выходу.

### Нахождение матрицы эталонной модели

Матрица определяет желаемое качество поведения системы при отсутствии возмущения, представляется, как правило, в каноническом управляемом базисе и составляется из коэффициентов стандартного полинома (Ньютона или Баттерворта):

В нашем случае, так как модель второго порядка и имеет описанные в таблице 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.

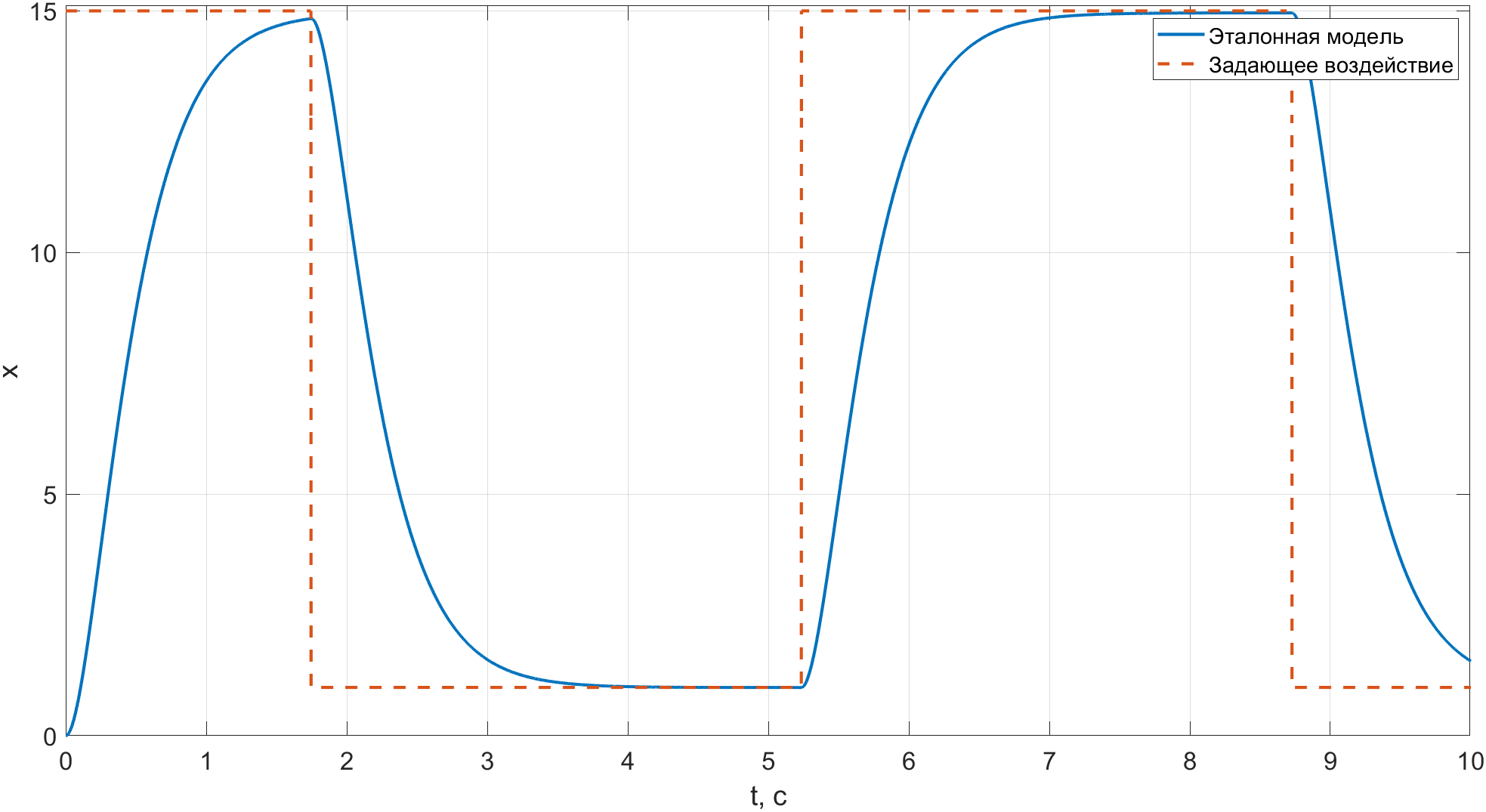


Рисунок . Графики задающего воздействия и переходного процесса эталонной модели.

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

### Поиск матрицы ЛСОС

Построим матрицу линейных обратных стационарных связей с помощью метода модального управления.

где матрица, выбранная из условия полной наблюдаемости пары :

находится из решения уравнения Сильвестра:

## Задание 2

Построим наблюдатель вектора состояния модели задающего воздействия

Функция задающего воздействия:

Модель вектора состояния:

## Задание 3

Построим и промоделируем замкнутую систему.

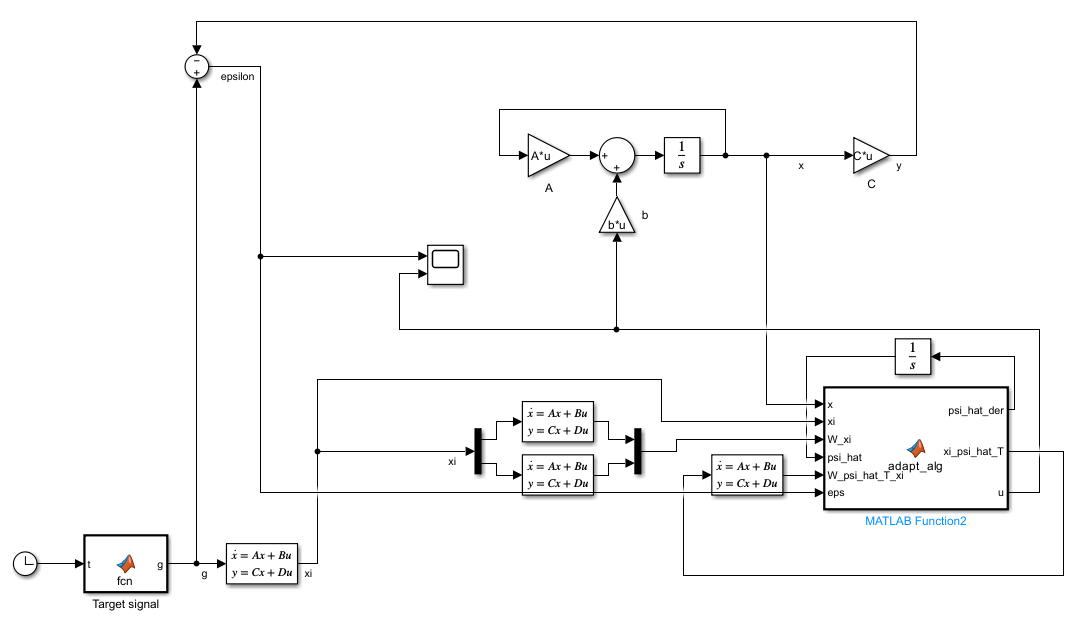


Рисунок . Схема моделирования.

### 

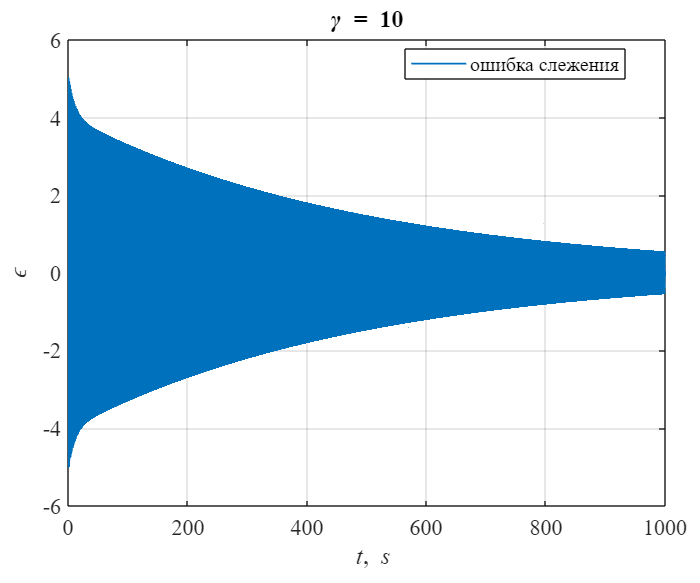


Рисунок . График ошибки слежения при

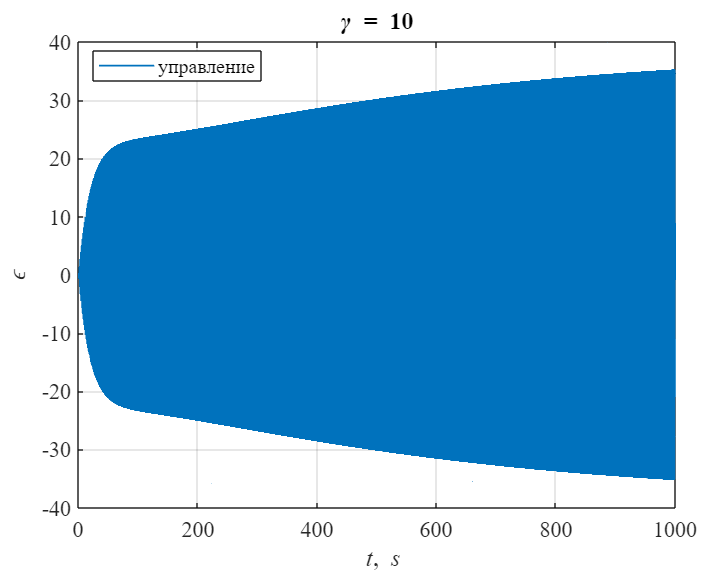


Рисунок . График управляющего воздействия при

### 

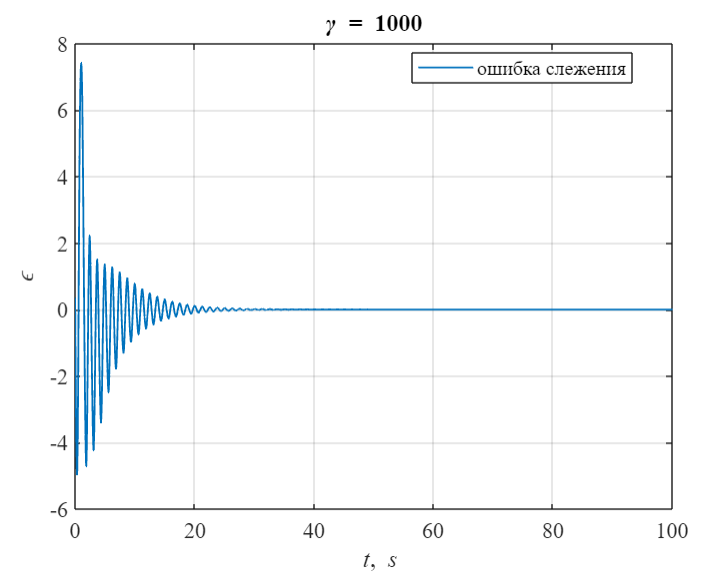


Рисунок . График ошибки слежения при

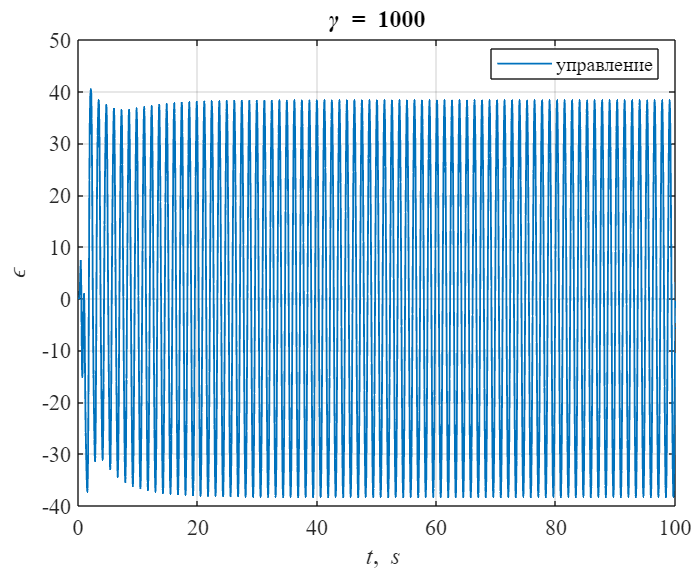


Рисунок . График управляющего воздействия при

Анализируя графики переходных процессов, можно заключить, что цель управления выполняется. При чём при увеличении коэффициента адаптации скорость переходных процессов становится выше.

# Выводы

В данной лабораторной работе был изучен метод адаптивного слежения за задающим сигналом. Для выполнения задачи управления было проведено 4 этапа:

1. Формирование и поиск параметров эталонной модели с помощью метода стандартных полиномов;
2. Поиск матрицы ЛСОС с помощью методов модального управления для реализации желаемого поведения ОУ;
3. Синтез модели вектора состояния задающего воздействия;
4. Синтез алгоритма адаптации и алгоритма управления, состоящего из 2-х компонент: модальный и настраиваемый регулятор.

Итого, получили:

1. Эталонная модель:
2. Модель вектора состояния задающего воздействия
3. Закон управления:
4. Алгоритм адаптации с расширенной ошибкой:

Данный метод позволяет произвести адаптивное слежение за измеряемым задающим сигналом с неизвестными параметрами (но известным порядком генерирующего его автономного генератора).