МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Лабораторная работа №8:**

**«Модальные регуляторы и наблюдатели»**

по дисциплине Теория автоматического управления

Вариант №9

Выполнил: Студент группы R33362 Осинина Т. С

Преподаватель: Перегудин А.А.

Санкт-Петербург, 2023

# Задание №1

Возьмите матрицы A и B из таблицы 1 в соответствии с вашим вариантом   
и рассмотрите систему:

Выполните следующие шаги и приведите в отчёте результаты всех вычислений, схемы моделирования, графики и выводы:

* Найдите собственные числа матрицы A и определите управляемость каждого из них. Сделайте вывод об управляемости и стабилизируемости системы.
* Постройте схему моделирования системы   
  с регулятором .
* Для каждого желаемого спектра матрицы из таблицы 1:

– Найдите соответствующую матрицу регулятора .

– Выполните компьютерное моделирование и постройте графики и замкнутой системы при начальных условиях .

* Сделайте выводы.

Матрицы А и B, желаемые спектры :

## **Решение:**

Собственные числа матрицы А:

Далее проверяем управляемость каждого собственного числа:

Следовательно, система неуправляема, но стабилизируема, так как неуправляемое собственное число , т. е. устойчиво.

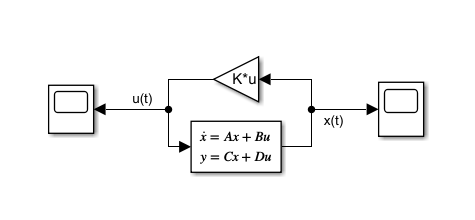
**

Рисунок 1. Схема моделирования

Для желаемого спектра найдем матрицу регулятора K:

Сначала построим матрицу с желаемыми собственными числами:

определяем матрицу Y:

После находим матрицу регулятора K:

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 2. Графики x(t) замкнутой системы   
при начальных условиях

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 3. График u(t) замкнутой системы

Далее выполним аналогичные действия для нахождения матрицы K для остальных желаемых спектров.

Спектр

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 4. Графики x(t) замкнутой системы   
при начальных условиях

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 5. График u(t) замкнутой системы

Спектр

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 6. Графики x(t) замкнутой системы   
при начальных условиях

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 7. График u(t) замкнутой системы

Спектр

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 8. Графики x(t) замкнутой системы   
при начальных условиях

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 9. График u(t) замкнутой системы

Вывод:при больших собственных значениях необходимо большое воздействие на системы, в таких случаях очень сложно избежать перерегулирование, например, как вышло со вторым спектром.

# Задание №2

Возьмите матрицы A и C из таблицы 2 в соответствии с вашим вариантом и рассмотрите систему:

Выполните следующие шаги и приведите в отчёте результаты всех вычислений, схемы моделирования, графики и выводы:

* Найдите собственные числа матрицы A и определите наблюдаемость каждого из них. Сделайте вывод о наблюдаемости и обнаруживаемости системы.
* Постройте схему моделирования системы   
  с наблюдателем состояния .
* Для каждого желаемого спектра матрицы A + LC из таблицы 2:

– Найдите соответствующую матрицу наблюдателя L.

– Выполните моделирование с начальными условиями и .   
Постройте сравнительные графики и (t), а также график ошибки наблюдателя

* Сделайте выводы.

Матрицы А, C и желаемые спектры :

**Решение:**

Собственные числа матрицы А:

Далее проверяем наблюдаемость каждого собственного числа:

Все собственные числа наблюдаемы, а значит и система полностью наблюдаема. Следовательно, и обнаруживаема.

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 10. Схема моделирования

Для желаемого спектра найдем матрицу наблюдателя L:

Сначала построим матрицу с желаемыми собственными числами:

определяем матрицу Q:

После находим матрицу наблюдателя L:

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 11. Графики x(t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 12. Графики (t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 13. Графики ошибки наблюдателя e(t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 14. График выхода системы и наблюдателя

Далее выполним аналогичные с целью определения наблюдателя для других желаемых спектров.

Спектр

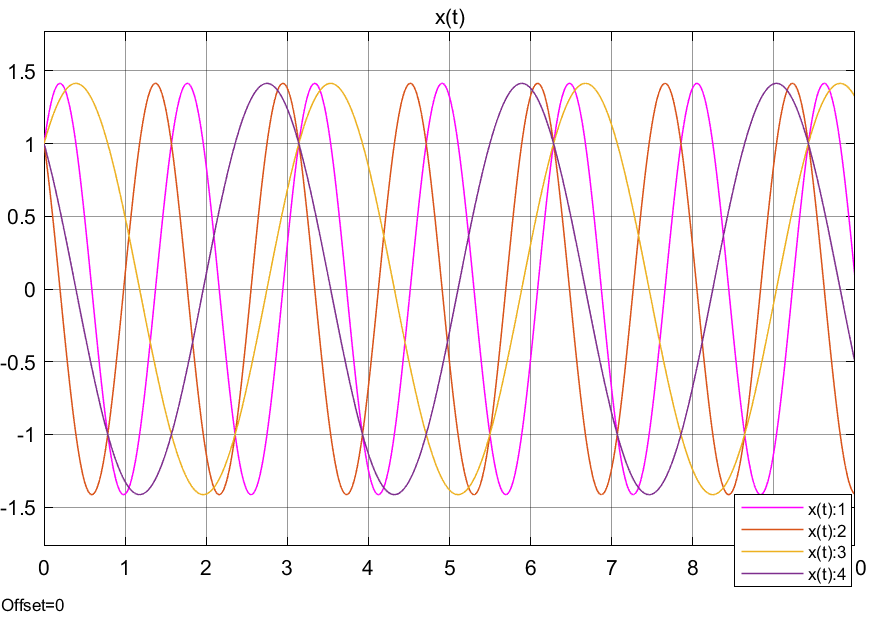


Рисунок 15. Графики x(t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 16. Графики (t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 17. Графики ошибки наблюдателя e(t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 18. График выхода системы и наблюдателя

Спектр

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 19. Графики x(t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 20. Графики (t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 21. Графики ошибки наблюдателя e(t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 22. График выхода системы и наблюдателя

Спектр

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 23. Графики x(t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 24. Графики (t) при

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 25. Графики ошибки наблюдателя e(t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 26. График выхода системы и наблюдателя

Вывод: при большом воздействии на систему наблюдатель практически сразу «догоняет» систему.

# Задание №3

Возьмите матрицы A, B и C из таблицы 3 в соответствии с вашим вариантом и рассмотрите систему:

Выполните следующие шаги и приведите в отчёте результаты всех вычислений, схемы моделирования, графики и выводы:

* Найдите собственные числа матрицы A.   
  Определите управляемость и наблюдаемость каждого из них. Сделайте вывод об управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и обнаруживаемости системы.
* Постройте схему моделирования приведённой системы с регулятором, состоящим из наблюдателя состояния . и закона управления .
* Задайтесь желаемыми спектрами матриц и такими, чтобы замкнутая система была устойчива. Найдите соответствующие матрицы и .
* Задайтесь начальными условиями и выполните моделирование. Постройте графики , .
* Сделайте выводы.

Матрицы А, B и C:

**Решение:**

Сначала определяем собственные числа матрицы А:

Далее проверяем управляемость каждого собственного числа:

Все собственные числа управляемы, следовательно система наблюдаема стабилизируема.

Далее проверяем наблюдаемость каждого собственного числа:

Так как – ненаблюдаемое устойчивое собственное число, то система ненаблюдаемая полностью, но обнаруживаема.

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 27. Схема моделирование

Желаемый спектр матриц:

Значит, матрица G равна:

С помощью уравнения Сильвестра определим матрицы P и Q:

Далее вычислим матрицs регулятора K и наблюдателя L:

Постройте графики , .

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 28. Графики выхода системы y(t) и наблюдателя (t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 29. Графики x(t) и (t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 30. График u(t)

Изображение выглядит как диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 31. График ошибки e(t)

Вывод: графики ошибок сходятся к 0, а графики выходов, x(t) и (t) сходятся, следовательно, работа выполнена верно.