**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6**

**по курсу «Дискретные системы управления»**

**СИНТЕЗ ДИСКРЕТНОГО УСТРОЙСТВА ОЦЕНКИ ПОЛНОЙ РАЗМЕРНОСТИ**

Вариант № 2

Автор работы: Кирбаба Д.Д.

Группа: R3438

Преподаватель: Краснов А.Ю.

Санкт-Петербург

2023

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Цель работы 3](#_Toc154000466)

[2. Постановка задачи 3](#_Toc154000467)

[3. Ход работы 4](#_Toc154000468)

[1. Синтез динамического регулятора с устройством оценки полной размерности для разработанной в лабораторной работе №4 системы стабилизации 4](#_Toc154000469)

[2. Моделирование системы стабилизации с устройством оценки полной размерности 6](#_Toc154000470)

[3. Моделирование системы слежения, синтезированной в ЛР №5, при наличии возмущения 9](#_Toc154000471)

[4. Выводы 15](#_Toc154000472)

# Цель работы

Ознакомление с принципами построения дискретного динамического регулятора с устройством оценки полной размерности.

# Постановка задачи

Дан следующий дискретный ОУ с неполной информацией:

Требуется построить такую динамическую систему, которая по текущей информации об измеряемых переменных, вырабатывает оценки переменных состояния.

Цель:

где вектор состояния устройства оценки полной размерности, который вычисляется из следующего разностного уравнения:

где матрица входа устройства оценки полной размерности.

Итак, задача синтеза устройства оценки полной размерности состоит в выборе такой матрицы входов , которая обеспечивает собственные числа матрицы по модулю меньше нуля.

Матрица рассчитывается из системы следующей системы уравнений:

где матрицы, описывающие эталонную модель, которая имеет необходимые показатели качества устройства оценки полной размерности.

# Ход работы

## Синтез динамического регулятора с устройством оценки полной размерности для разработанной в лабораторной работе №4 системы стабилизации

Дискретный объект управления:

где

Проверим ОУ на полную управляемость.

Матрица управляемости:

Так как определитель не равен нулю, то ОУ полностью управляем.

Проверим ОУ на полную наблюдаемость.

Матрица наблюдаемости:

Так как определитель не равен нулю, то ОУ полностью наблюдаем.

Построим эталонную, оптимальную по быстродействию, модель, то есть при :

Данная эталонная модель задаёт нам качество переходных процессов как при стабилизации, так и при оценки полной размерности.

Синтезируем устройство оценки полной размерности:

Найдем корни характеристического уравнения замкнутой системы оценки:

Так как корни равны нулю, то показатели качества совпадают с желаемыми, значит синтез наблюдателя был проведен верно.

Синтезируем стабилизирующий регулятор, который будет использовать вектор оценки. Используем тот же алгоритм, что и в ЛР №4.

Переведем дискретную систему в канонически управляемую форму:

Данная система является полностью управляемой.

Матрица управляемости:

Тогда матрица преобразования:

Коэффициенты обратных связей в канонически управляемом виде вычисляются следующим образом:

В результате матрица линейных стационарных обратных связей в канонически управляемом базисе имеет вид:

Нахождение матрицы линейных стационарных обратных связей в исходном базисе:

Итого, имеем следующую систему:

## Моделирование системы стабилизации с устройством оценки полной размерности

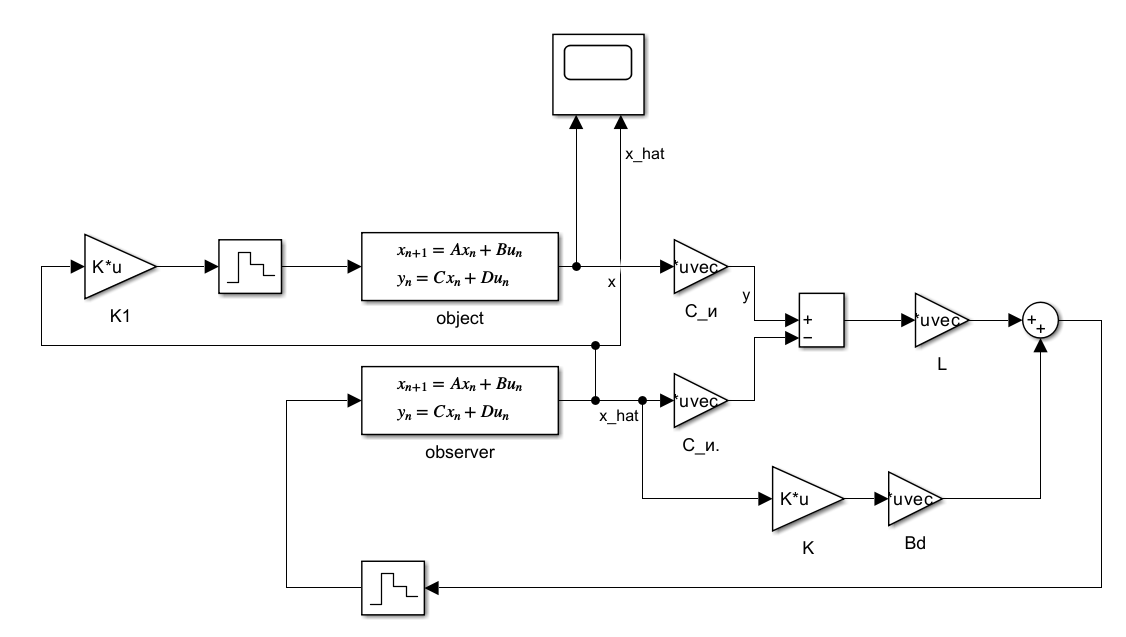


Рисунок . Схема моделирования системы стабилизации ОУ с наблюдателем полного порядка.

Моделирование производим при следующих начальных условиях:

A graph of a graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики компонент вектора состояний объекта и наблюдателя.

A graph with a red line and blue line

Description automatically generated

Рисунок . Графики компонент вектора невязки.

Итак, как мы видим, синтезированный регулятор с наблюдателем успешно выполнили цель управления, а именно:

1. Вектор оценки стал равным вектору за 2 шага дискретизации (оптимальность по времени, так как порядок системы 2)
2. Произошла стабилизация также за 2 шага дискретизации

## Моделирование системы слежения, синтезированной в ЛР №5, при наличии возмущения

Теперь добавим наблюдатель полного порядка к системе слежения за сигналом задания с внешним возмущением.

где матрица коэффициентов прямых связей по задающему воздействию, матрица коэффициентов прямых связей по возмущающему воздействию.

Цель управления

Командный генератор задающего воздействия:

Командный генератор возмущающего воздействия:

A diagram of a circuit

Description automatically generated

Рисунок . Схема моделирования системы слежения за задающим сигналом с наблюдателем полного порядка с наличием возмущений.

Произведем моделирование при следующих начальных условиях:

A graph with a line and a red line

Description automatically generated

Рисунок . Графики задающего и возмущающего воздействий и выхода объекта управления.

A graph with a line graph

Description automatically generated

Рисунок . Графики компонент ошибки слежения.

A graph with lines and numbers

Description automatically generated

Рисунок . Графики компонент вектора состояний объекта и наблюдателя.

A graph of a function

Description automatically generated

Рисунок . Графики компонент невязки.

Анализируя графики, можно сказать, что синтез наблюдателя полного порядка был проведен верно, так как невязка сошлась к нулю за 2 шага моделирования (оптимальность по времени).

Также была достигнута цель управления

Она уже была достигнута за 4 шага дискретизации, так как вначале необходимо было закончить процесс оценки (2 шага), а уже затем свести выход системы к выходу командного генератора задающего воздействия (2 шага).

# Выводы

В данной лабораторной работе изучался наблюдатель полного порядка. В работе предполагалось, что исходные системы являются системами с неполной информацией, то есть не все компоненты вектора состояний доступны для измерения, поэтому для применения алгоритмов управления, в которых требуется знание вектора состояний необходимо синтезировать оценку этого вектора.

Динамическая система, оценивающая вектор состояния системы, называется наблюдателем.

Построить наблюдатель полного порядка можно только в том случае, если система полностью наблюдаема, далее матрица наблюдателя находится из уравнения Сильвестра с заранее заданными показателями качества переходного процесса оценивания вектора состояния (матрицы ).

В первой части работы наблюдатель полного порядка использовался в системе стабилизации ОУ. Были решены два уравнения Сильвестра для поиска матрицы регулятора и наблюдателя, с условием оптимальности по времени.

Во второй части работы наблюдатель встроился в систему слежения за задающим воздействием с возмущениями. Задача также была выполнена успешно.