Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

**ОТЧЕТ**

**Лабораторная работа №7**

По теме: «Синтез и исследование иерархической системы управления. Решение задачи координации по принципу прогнозирования взаимодействий путем модификации образов»

**Дисциплина:** Компьютерные системы управления

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил студент гр. 3540901/02001 | \_\_\_\_\_\_\_\_ | Бараев Д. Р. |
|  | (подпись) |  |
| Руководитель | \_\_\_\_\_\_\_\_ | Нестеров С. А. |
|  | (подпись) |  |
|  |  | «\_\_»\_\_\_\_\_\_ 2021г. |

Санкт-Петербург

2021

**Содержание**

[1. Исходные данные 3](#_Toc91031582)

[2. Задание 3](#_Toc91031583)

[3. Ход работы 3](#_Toc91031584)

[3.1 Формализация модели 3](#_Toc91031585)

[3.2 Синтез решающих органов первого уровня 4](#_Toc91031586)

[Первая подсистема 5](#_Toc91031587)

[Вторая подсистема 6](#_Toc91031588)

[3.3 Синтез решающих органов верхнего уровня 7](#_Toc91031589)

[3.4 Моделирование работы системы 8](#_Toc91031590)

[4. Выводы 10](#_Toc91031591)

# **Исходные данные**

Объект первого порядка:

Целевые функции:

# Задание

1. Реализовать двухуровневую иерархическую систему управления. Для координации подсистем использовать принцип прогнозирования взаимодействий путем модификации целей образов.

# Ход работы

# 3.1 Формализация модели

Основным недостатком одноуровневого многоцелевого управления является необходимость ввода компромиссных решений для сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. В случае многоуровневого управления принятие компромиссных решений производится на дополнительном вышестоящем уровне. Координатор должен иметь возможность воздействовать на действия решающих органов локальных подсистем.

Координация по принципу прогнозирования взаимодействий относится к типу координаций до принятия решений решающими органами локальных подсистем.

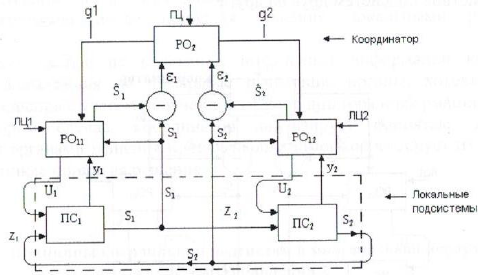


Рисунок 1 - Структурная схема многоуровневой системы управления по принципу согласования взаимодействий

Конфликты в иерархических системах управления могут возникать из-за несогласованного изменения связующих переменных отдельных подсистем. При координации по принципу прогнозирования взаимодействий используется идея вмешательства координатора в работу решающих органов подсистем до принятия ими решений. На верхнем уровне определяются желательные для оптимизации глобальной целевой функции значения связующих переменных на входе z и на выходе s для каждой из подсистем.

Считается, что задача локального управления на уровне подсистем решена, поэтому требуется только организация совместного управления. В качестве реализации подсистемы с регулятором возьмем полученные в работе 2 результаты синтеза локального регулятора. В этом случае подсистемы будут иметь структуру:

Изображение выглядит как текст, часы

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 - Структурная схема системы управления

Далее определим формальную постановку задачи.

**Глобальная целевая функция**

Локальные цели:

С учётом весовых коэффициентов

C минимумом в точке {1.9, 1.9}

Записываем перекрёстное влияние подсистем:

Записываем уравнения для каждой подсистемы:

Найдём экстремумы с учётом записанных условий в подсистемах:

Тогда получаем Лагранжианы подсистем:

# 3.2 Синтез решающих органов первого уровня

В локальных подсистемах для нахождения экстремума при заданных ограничениях необходимо найти экстремум соответствующего Лагранжиана:

Для этого требуется решить следующую систему уравнений:

При этом значения задаются координатором.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 - Вычисление частных производных локальных Лагранжианов

# Первая подсистема

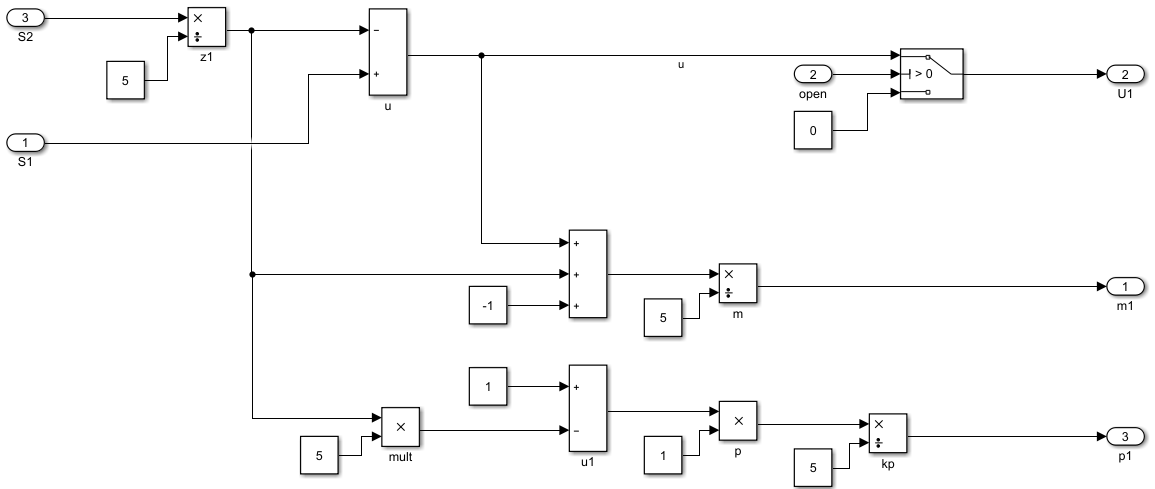


Рисунок 4 - Соответствующая схема решающего органа первого уровня

# Вторая подсистема

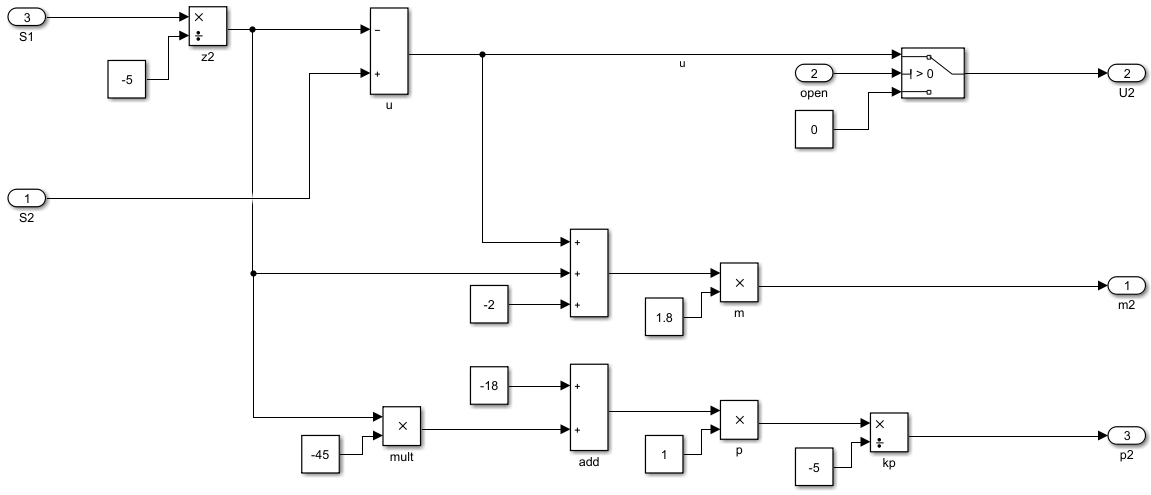


Рисунок 5 - Соответствующая схема решающего органа первого уровня

# 3.3 Синтез решающих органов верхнего уровня

В локальных решающих органах для нахождения управляющего воздействия ищется экстремум локального Лагранжиана и вычисляются неопределенные множители µ и ρ. При этом на верхнем уровне для каждой из подсистем определяются желаемые для оптимизации глобальной целевой функции значения связующих переменных si. Эти значения передаются на нижний уровень, и локальные задачи решаются с их учетом.

Желаемое значение si корректируется в координаторе методом наискорейшего спуска:

где – величина шага. Условие остановки:

где – порог изменения величины шага.

Когда условие согласованности локальных и глобальных целей будет выполнено, на нижний уровень будет подан сигнал разрешения управления.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание



Рисунок 6 - Реализация решающего органа верхнего уровня

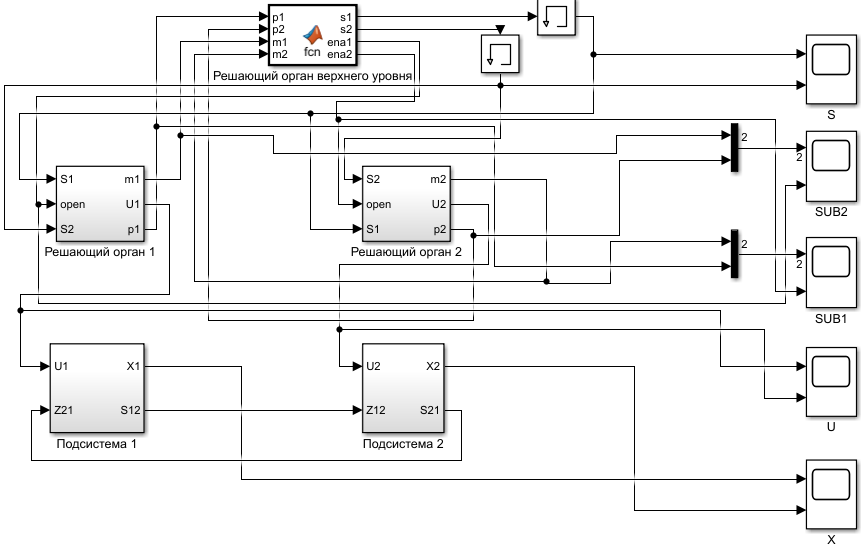


Рисунок 7 - Полная модель двухуровневой системы управления

# 3.4 Моделирование работы системы

Перед началом моделирования требуется задать исходные данные: ε и γ. Величина шага спуска γ влияет на скорость сходимости решения, ε влияет как на отклонение решения от исходной глобальной цели, так и на скорость сходимости. Экспериментально были подобраны следующие значения:

ε = 0.02, γ = 0.001

Динамика изменения связующих переменных :

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 8 - Динамика изменения связующих переменных s при ε = 0.02, γ = 0.001

Полученное решение:

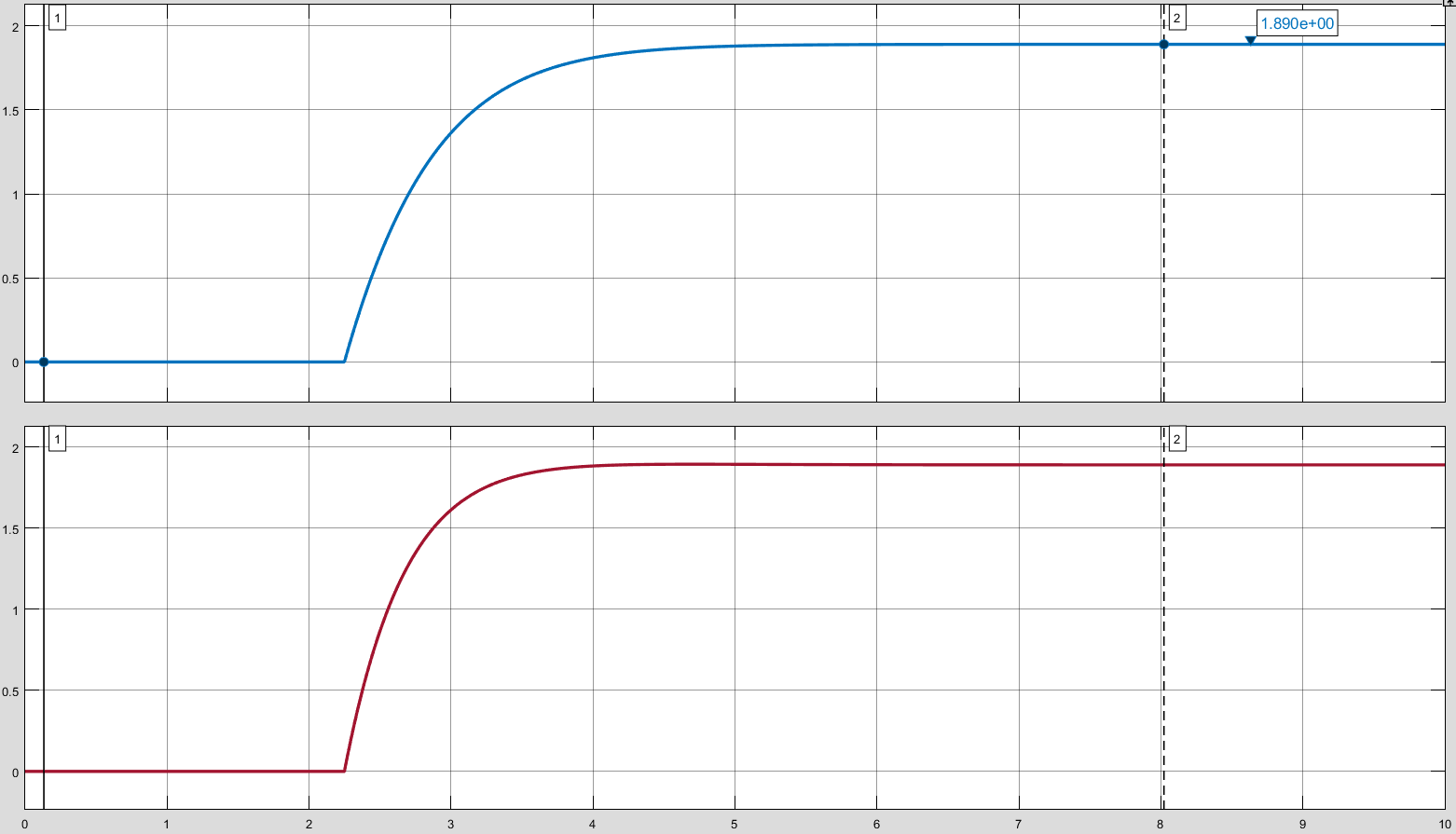


Рисунок 9 - Полученное решение при ε = 0.02, γ = 0.001

ε = 0.0002, γ = 0.03

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 10 - Динамика изменения связующих переменных s при ε = 0.0002, γ = 0.03

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 11 - Полученное решение при ε = 0.0002, γ = 0.03

# Выводы

Метод модификации образов позволяет задавать на уровне координатора желаемые значения связующих переменных, с учетом которых будут решаться локальные задачи управления. Условием остановки в данном случае является достижение локальными регуляторами оптимальных значений связующих переменных, наиболее близких к желаемым. Метод модификации образов позволяет задавать на уровне координатора желаемые значения связующих переменных, с учетом которых будут решаться локальные задачи управления.

К недостаткам данного подхода можно отнести существенное усложнение структуры системы и продолжительный процесс поиска решения координатором (около 2.2 секунд в первом рассмотренном случае). Метод градиентного спуска, применяемый в координаторе, требует подбора двух параметров. При увеличении шага в градиентном спуске возможно достижение более высокой скорости поиска решения (около 0.132 секунды во втором рассмотренном случае) и более быстрого переходного процесса. Также удалось достичь большей точности, уменьшив ε в сто раз по сравнению с первым случаем.