Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

**ОТЧЕТ**

**Лабораторная работа №6**

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

**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](#_Toc90864870)

[2. Задание 3](#_Toc90864871)

[3. Ход работы 3](#_Toc90864872)

[3.1 Формализация модели 3](#_Toc90864873)

[3.2 Синтез решающих органов первого уровня 4](#_Toc90864874)

[Первая подсистема 5](#_Toc90864875)

[Вторая подсистема 6](#_Toc90864876)

[3.3 Синтез решающих органов первого уровня 7](#_Toc90864877)

[3.4 Синтез решающих органов первого уровня 9](#_Toc90864878)

[4. Выводы 11](#_Toc90864879)

# **Исходные данные**

Объект первого порядка:

Целевые функции:

# Задание

1. Реализовать двухуровневую иерархическую систему управления. Для координации подсистем использовать принцип согласования взаимодействий путем модификации целей с нулевой суммой.

# 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. В этом случае цель координации – обеспечение согласованных действий подсистем нижнего уровня для достижения глобальной цели. Координатор должен иметь возможность воздействовать на действия решающих органов локальных подсистем.

Координация по принципу согласования взаимодействий относится к типу координаций после принятия решений решающими органами локальных подсистем.

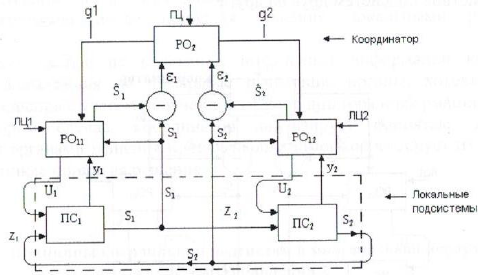


Рисунок 1 - Структурная схема многоуровневой системы управления по принципу согласования взаимодействий

Конфликты в иерархических системах управления могут возникать из-за несогласованного изменения связующих переменных отдельных подсистем. Способ модификации целей заключается в поиске таких модификаций локальных целевых функций, чтобы связующие переменные изменялись в нужном направлении при неизменной глобальной целевой функции.

Считается, что задача локального управления на уровне подсистем решена, поэтому требуется только организация совместного управления. В качестве реализации подсистемы с регулятором возьмем полученные в 4 лабораторной работе 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 являются модификаторами локальных целей и определяются на верхнем уровне.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 - Вычисление частных производных локальных Лагранжианов

# Первая подсистема

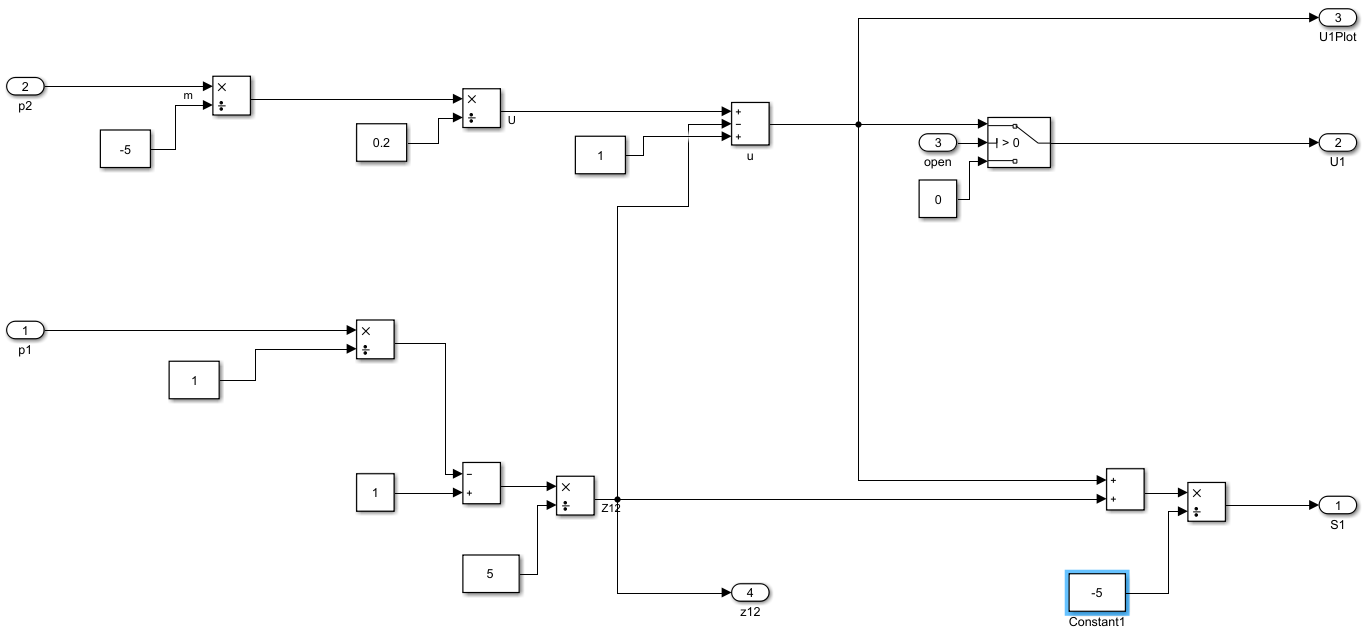


Рисунок 4 - Соответствующая схема решающего органа первого уровня

# Вторая подсистема

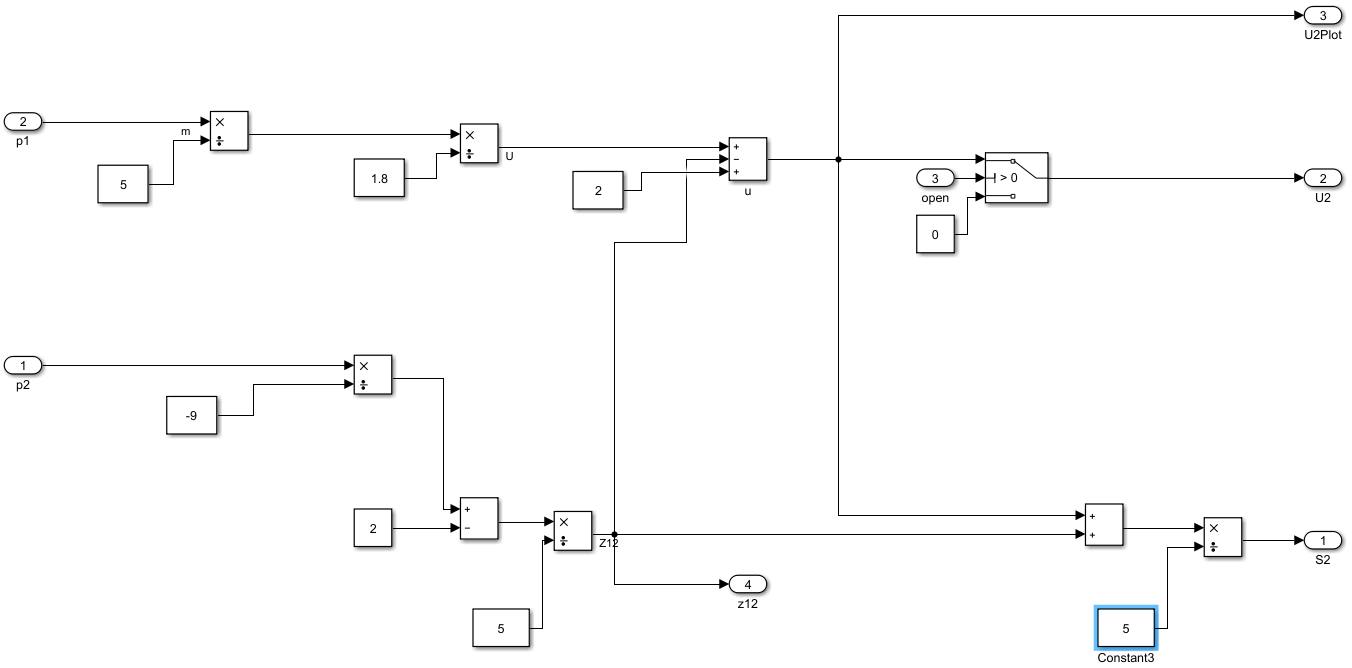


Рисунок 5 - Соответствующая схема решающего органа первого уровня

# 3.3 Синтез решающих органов первого уровня

В локальных решающих органах для нахождения управляющего воздействия ищется экстремум локального Лагранжиана. Верхний уровень реализует поиск неопределенных множителей Лагранжиана p1 и p2, которые обеспечивают согласование локальных подсистем, модифицируя их локальные цели. Поиск осуществляется методом наискорейшего спуска при учете выполнения условия:

где – допустимая величина отклонения оценки выхода подсистемы и реального выхода, – оценка выхода подсистем, получаемая с первого уровня системы управления.

Если условие не выполняется, то необходимо скорректировать значение :

где – величина шага. Знак перед определяет направление градиентного спуска и зависит от знака , если принимает положительное значение, то знак плюс, если величина отрицательная, то знак минус.

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

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

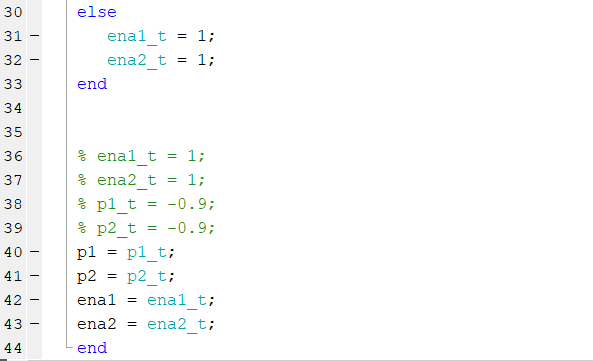


Рисунок 6 - Реализация решающего органа верхнего уровня

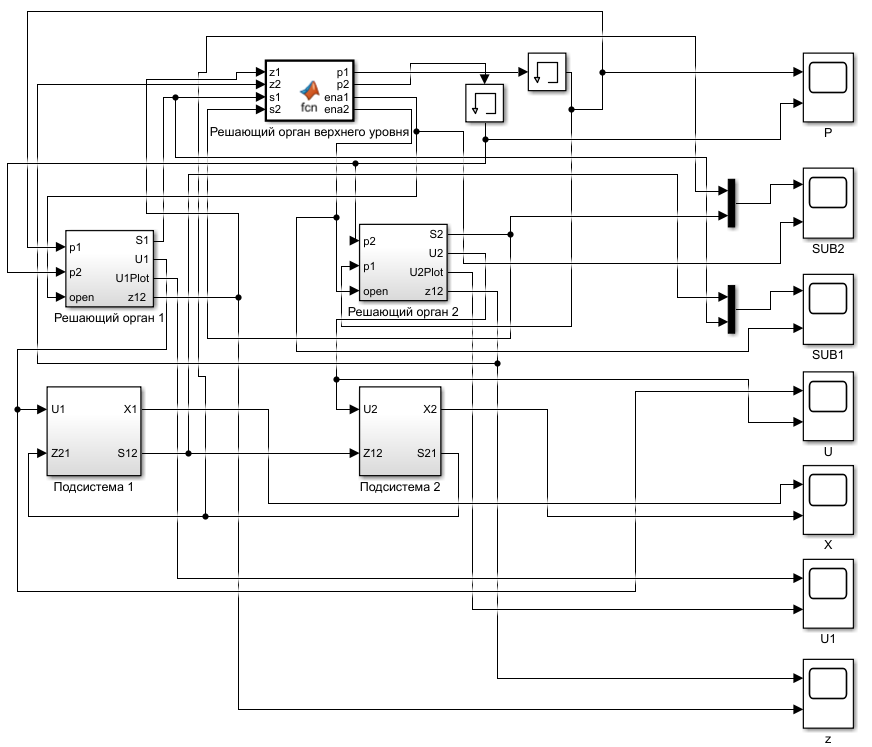


Рисунок 7 - Полная модель двухуровневой системы управления

# 3.4 Синтез решающих органов первого уровня

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 = 0.001, γ = 0.0025

Динамика изменения связующих переменных :

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 8 - Динамика изменения связующих переменных ρ при ε = 0.001, γ = 0.0025

Полученное решение:

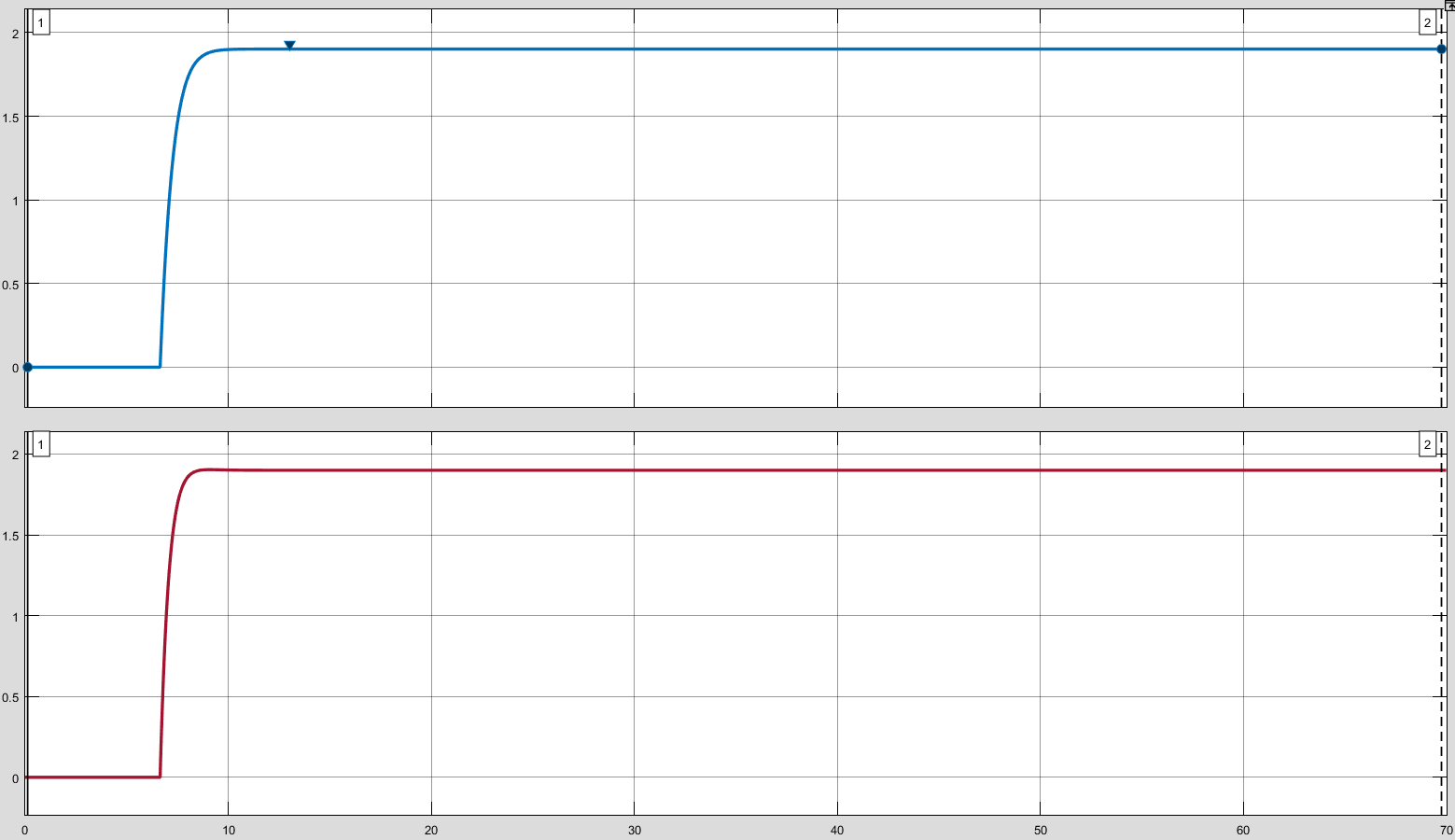


Рисунок 9 - Полученное решение при ε = 0.001, γ = 0.0025

ε = 0.001, γ = 0.075

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 10 - Динамика изменения связующих переменных ρ при ε = 0.001, γ = 0.075

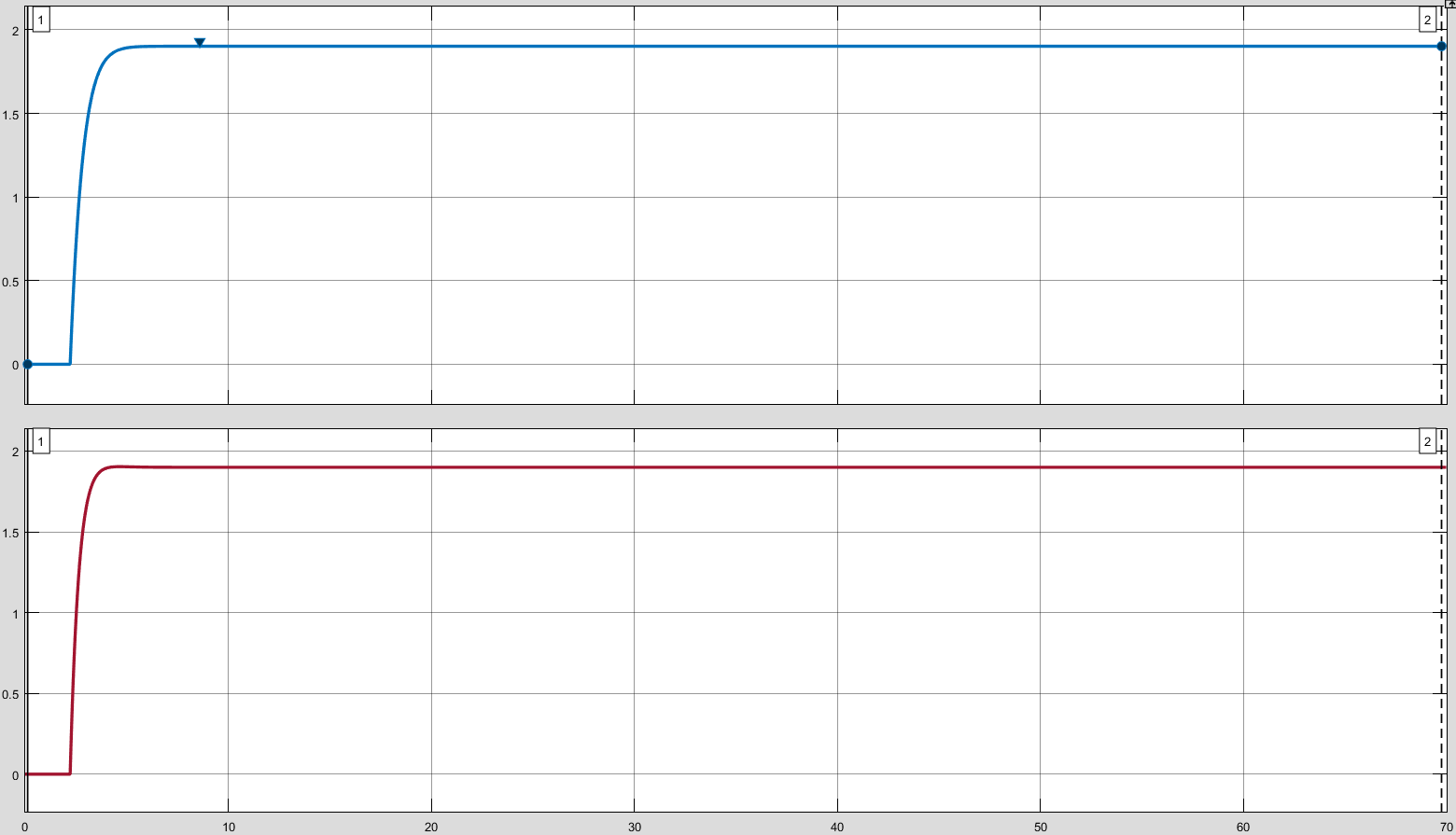


Рисунок 11 - Полученное решение при ε = 0.001, γ = 0.075

# Выводы

Переход к многоуровневой системе управления позволил устранить необходимость введения компромиссных решений на этапе проектирования. Задача поиска компромисса и согласования работы подсистем в этом случае решается верхним уровнем. За счет этого стало возможным создать два независимых решающих органа, каждый из которых обеспечивает достижение локальной цели при учете согласующих переменных, вычисляемых координатором.

К недостаткам данного подхода можно отнести существенное усложнение структуры системы и продолжительный процесс поиска решения координатором (около 35.9 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 (0.121 секунды во втором рассмотренном случае) и более быстрого переходного процесса.