Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

Отчет по лабораторной работе №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 | \_\_\_\_\_\_\_\_ | Клюев А.М. |
|  | (подпись) |  |
| Руководитель | \_\_\_\_\_\_\_\_ | Нестеров С. А. |
|  | (подпись) |  |
|  |  | «\_\_»\_\_\_\_\_\_ 2021г. |

г. Санкт-Петербург

2021г.

# **Исходные данные**:

Объект первого порядка:

Целевые функции:

# Задание

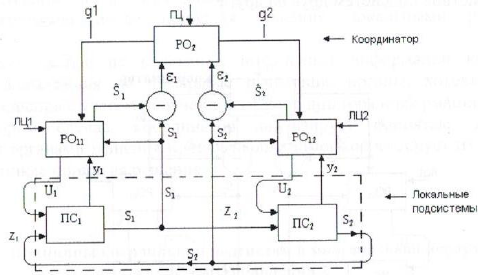
Реализовать двухуровневую иерархическую систему управления. Для координации подсистем использовать принцип согласования взаимодействий путем модификации целей с нулевой суммой.

# 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.

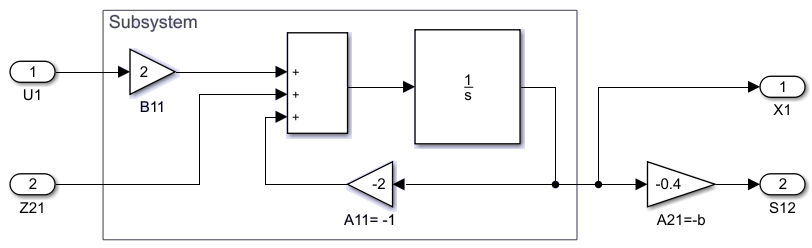
Координация по принципу согласования взаимодействий относится к типу координаций после принятия решений решающими органами локальных подсистем.



*Рис. 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 работе 4 результаты синтеза локального регулятора. В этом случае подсистемы будут иметь структуру:



*Рис. 1. Структурная схема первой подсистемы с локальным регулятором.*

Далее определим формальную постановку задачи.

**Глобальная целевая функция**

Локальные цели:

С учётом весовых коэффициентов

C минимумом в точке {1.7 , 1.7}

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.

*Листинг 1. Вычисление частных производных локальных Лагранжианов.*

w=0.3;

syms z1 z2 u1 u2 f1 f2 ;

f1 = w\*((z1+u1-1)^2+(5\*z1-1)^2);

f2 = (1-w)\*((15/2\*z2+2)^2+(z2+u2-2)^2);

syms s1 s2 m1 m2 p1 p2;

syms L1 L2;

L1 = f1 + m1\*(s1-z1-u1) + p1\*z1 +2/15\*p2\*s1;%L1 = f1 + m1\*(z1-s1+u1) + p1\*z1 +2/15\*p2\*s1;

L2 = f2 + m2\*(s2-z2-u2) + p2\*z2 - p1/5\*s2;%L2 = f2 + m2\*(z2-s2+u2) + p2\*z2 - p1/5\*s2;

display('Лагранжиан 1')

diff(L1,u1)

diff(L1,z1)

diff(L1,s1)

diff(L1,m1)

display('Лагранжиан 2')

diff(L2,u2)

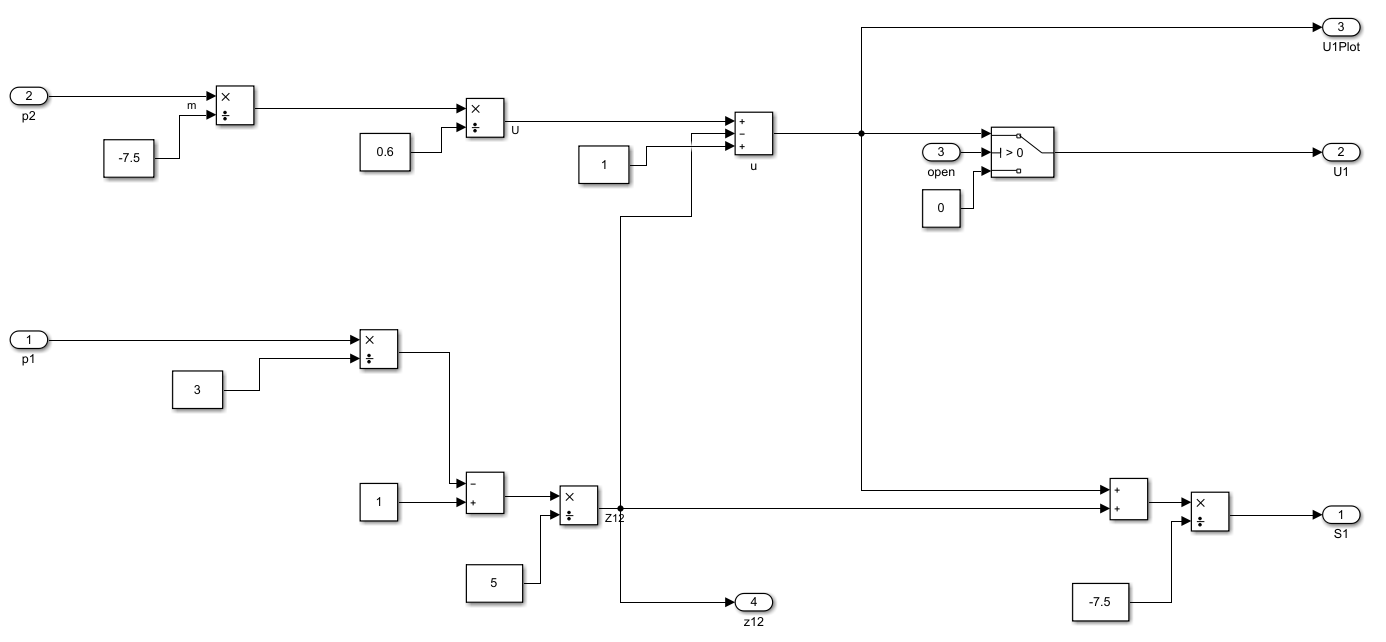
diff(L2,z2)

diff(L2,s2)

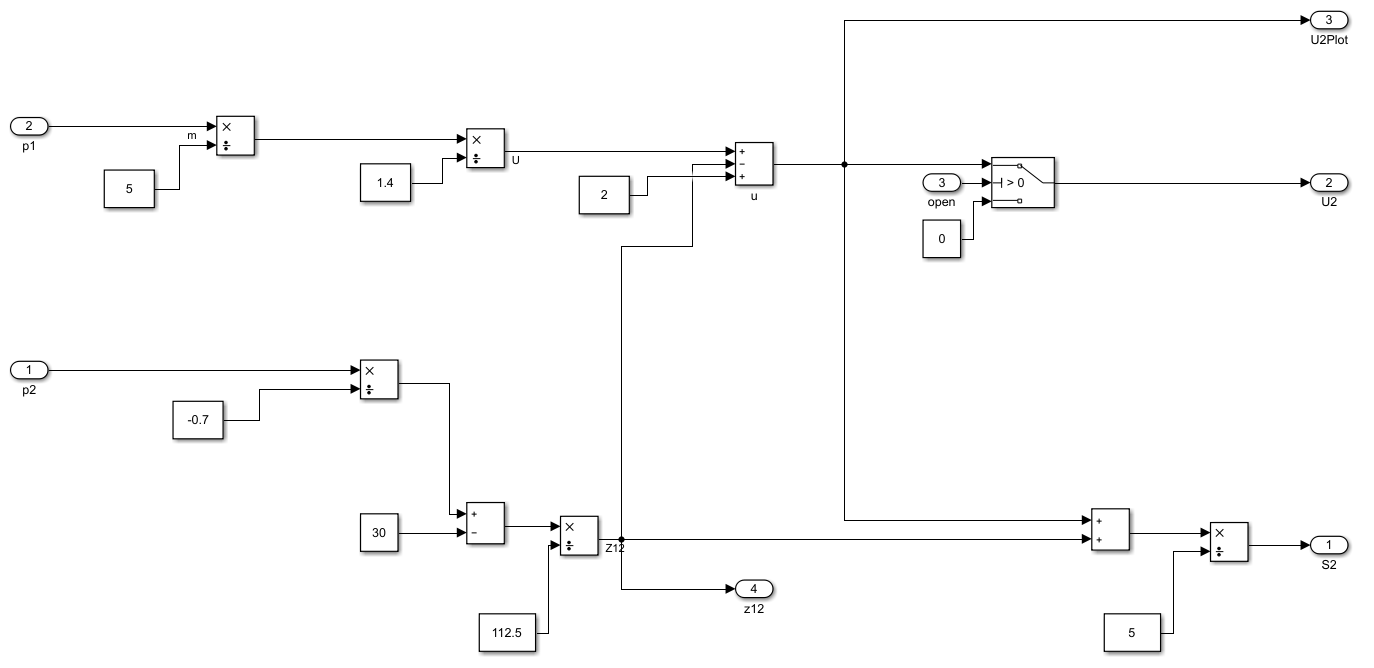
diff(L2,m2)

**Первая подсистема**

Соответствующая схема решающего органа первого уровня:



**Вторая подсистема**



Соответствующая схема решающего органа первого уровня.

**3.3. Синтез решающего органа верхнего 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.

*Листинг 3. Реализация решающего органа верхнего уровня.*

function [p1, p2, ena1, ena2] = fcn(z1, z2, s1, s2)

persistent p1\_t;

persistent p2\_t;

persistent ena1\_t;

persistent ena2\_t;

eps = 0.005; % Величина отклонения оценки от реального значения

step = 0.025; % Шаг изменения множителей p

% Инициализация

if(isempty(p1\_t))

p1\_t =-1.0;%4;%-5;% 1.5;

p2\_t =-1;%-4.0;%5;%-5;% -1.5;

ena1\_t = 0;%0

ena2\_t = 0;%0

p1 = p1\_t;

p2 = p2\_t;

ena1 = ena1\_t;

ena2 = ena2\_t;

return;

end

% Коррекция множителя p1

if(abs(p2\_t\*z2-p2\_t\*s1+p1\_t\*z1-p1\_t\*s2) > eps)%(2\*abs((p2\_t\*z2-p1\_t\*s1+p1\_t\*z1-p2\_t\*s2)/(abs(p1\_t)+abs(p2\_t))) > eps)%(abs((z1-s2)) > eps || abs((z2-s1)) > eps)

% Знак перед step завистит от знака s2

%p1\_t = p1\_t+step\*(z1-(0.2)\*s2);

p1\_t = p1\_t+step\*(z1-s2);

ena1\_t = 0;

%p2\_t = p2\_t+step\*(z2-(-2/15)\*s1);

p2\_t = p2\_t+step\*(z2-s1);

ena2\_t = 0;

else

ena1\_t = 1;

ena2\_t = 1;

end

p1 = p1\_t;

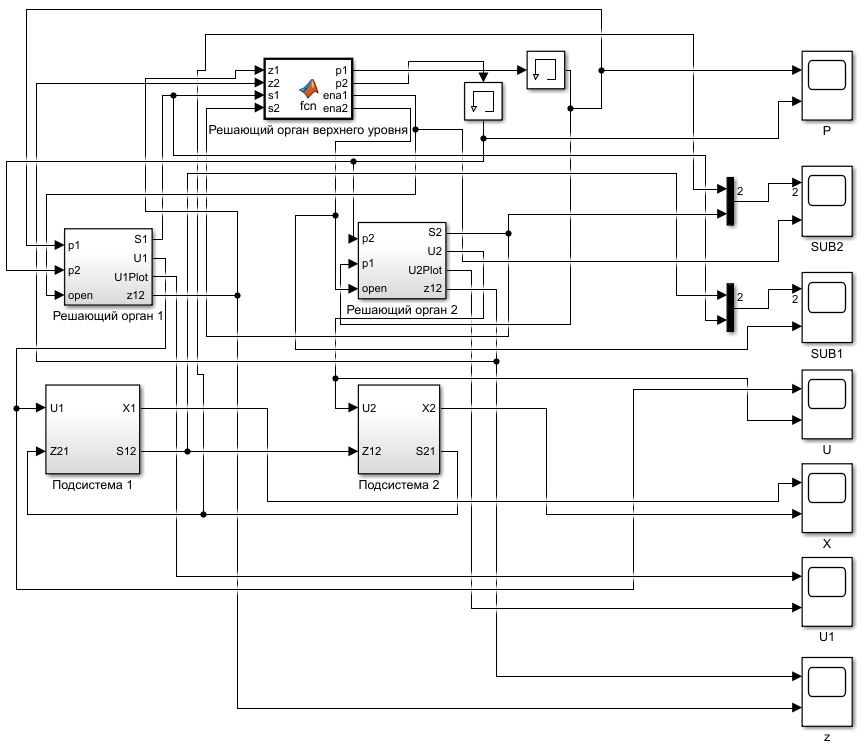
p2 = p2\_t;

ena1 = ena1\_t;

ena2 = ena2\_t;

end

Полная модель двухуровневой системы управления имеет вид:

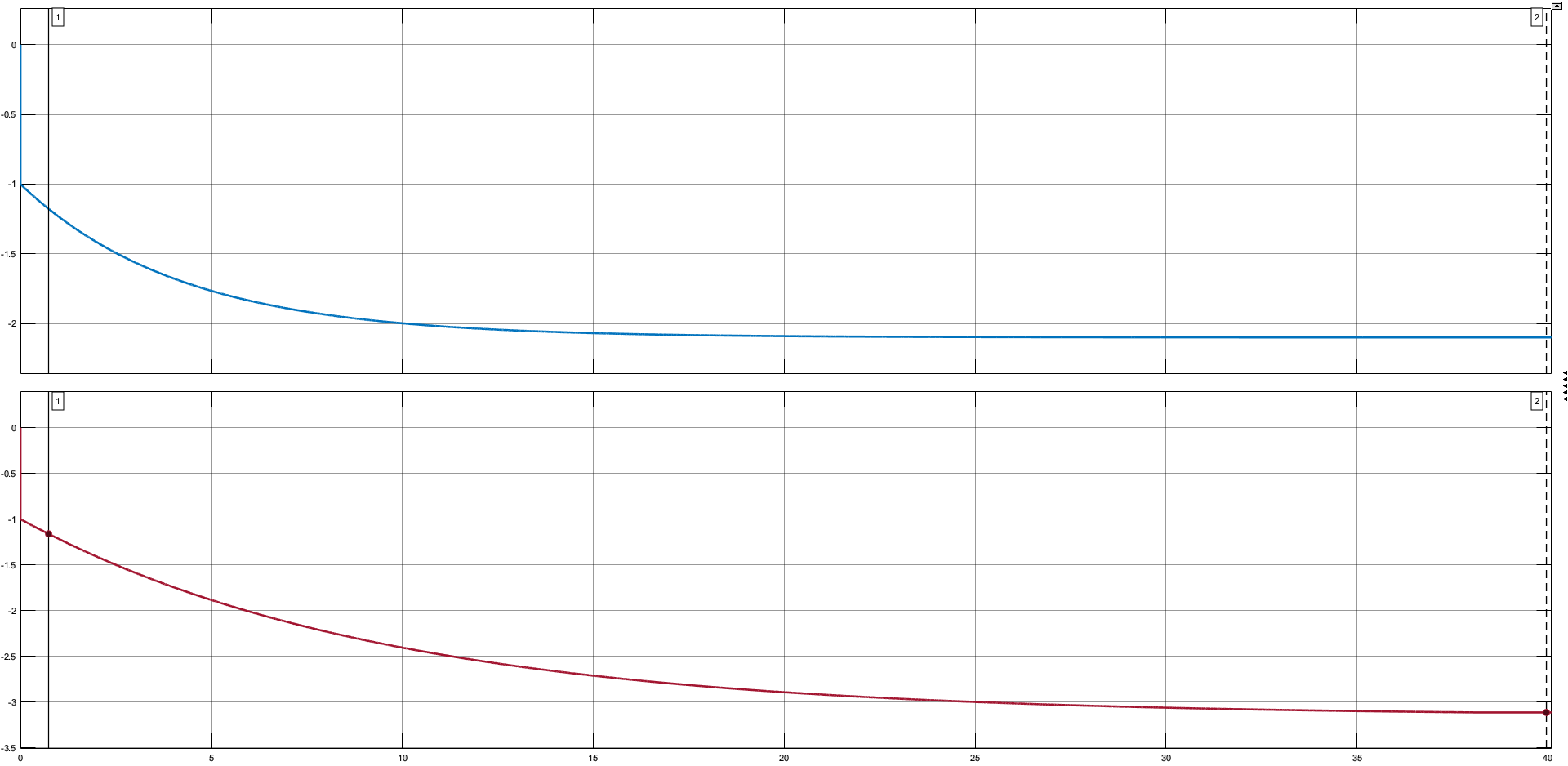


**3.4. Моделирование работы системы**

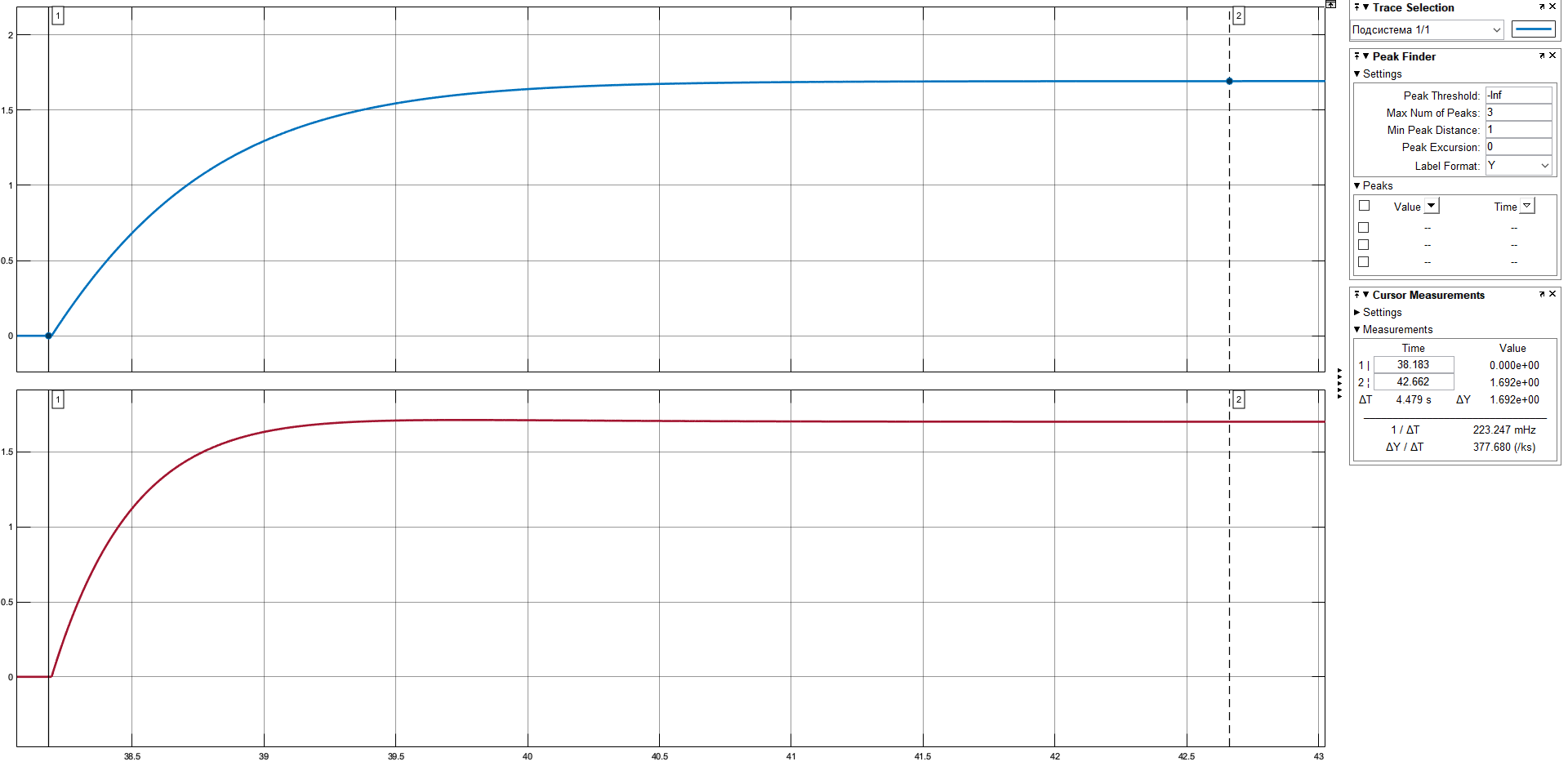
Перед началом моделирования требуется задать исходные данные: ε и γ. Величина шага спуска γ влияет на скорость сходимости решения, ε влияет как на отклонение решения от исходной глобальной цели, так и на скорость сходимости. Экспериментально были подобраны следующие значения:

ε = 0.005, γ = 0.0025

Динамика изменения связующих переменных :

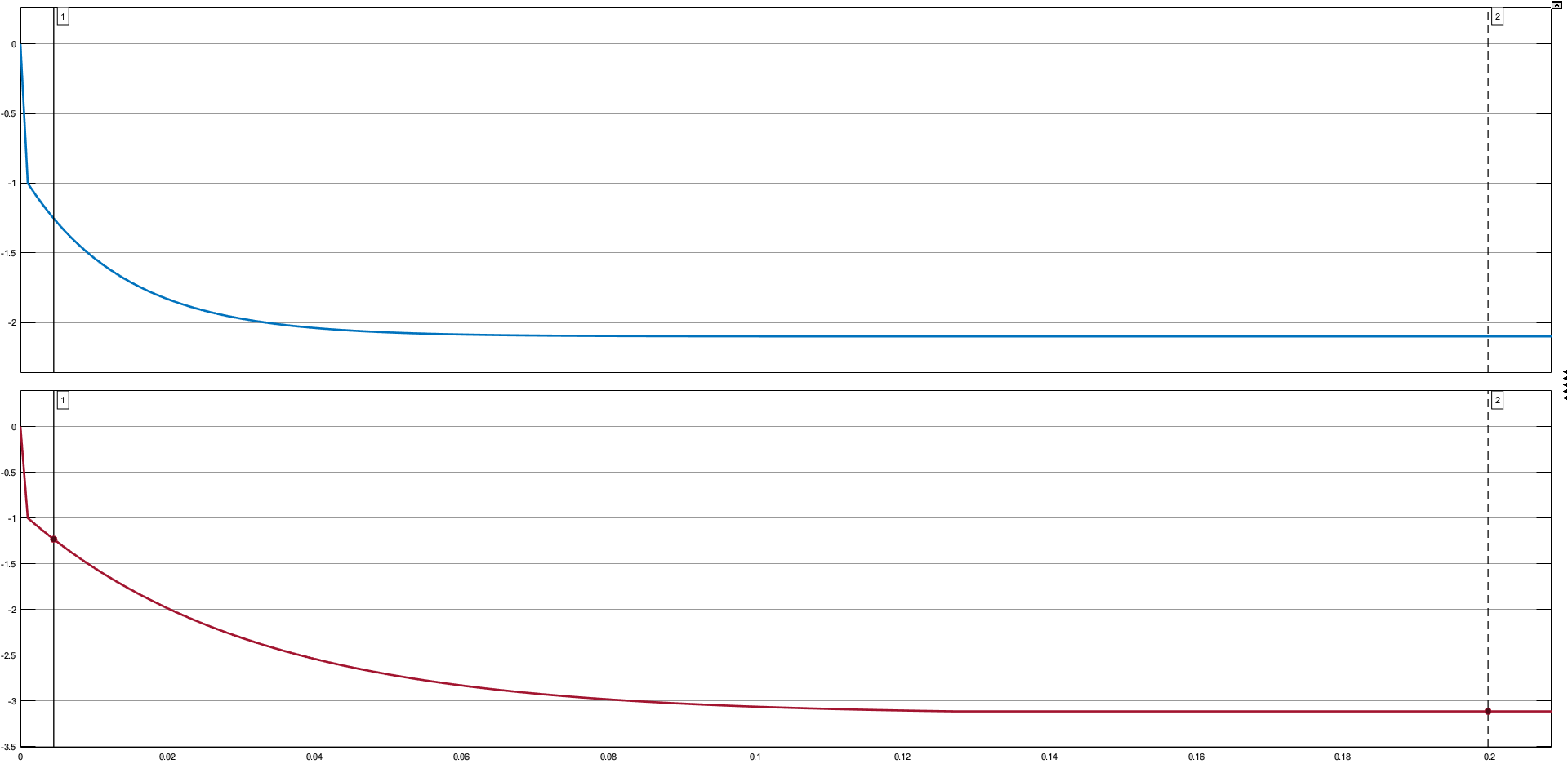


Полученное решение:

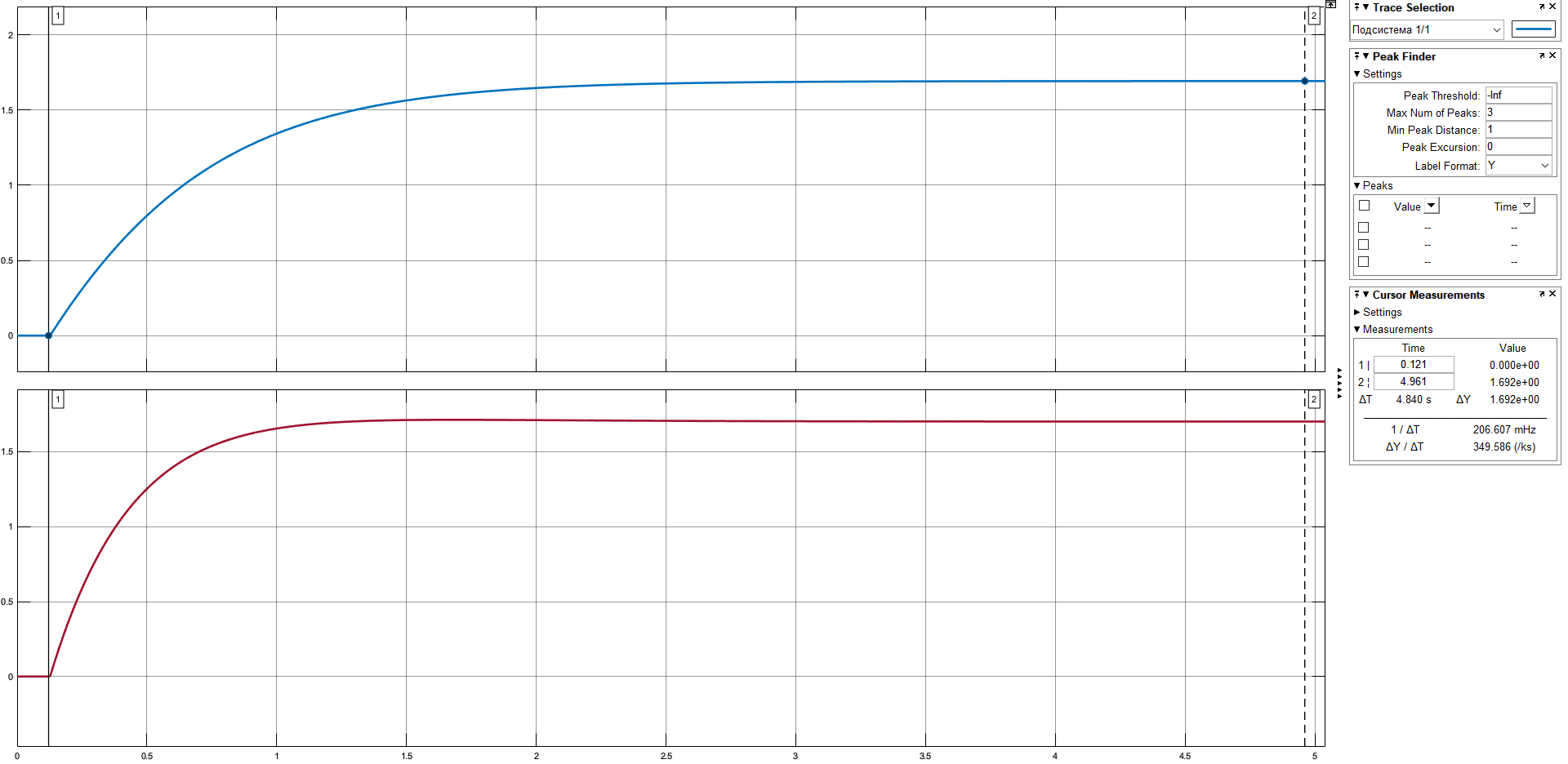


ε = 0.005, γ = 0.75

Динамика изменения связующих переменных :



Полученное решение:



**Вывод**

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 38.2 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 0.121 секунды во втором рассмотренном случае) и более быстрого переходного процесса.