Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

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

г. Санкт-Петербург

2021г.

# **Исходные данные**:

Объект первого порядка:

Целевые функции:

# Задание

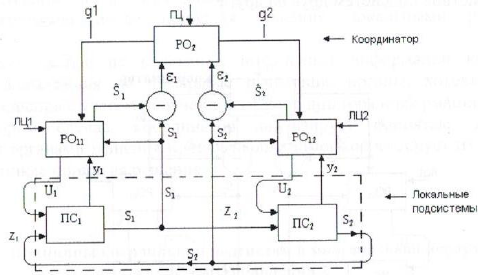
Реализовать двухуровневую иерархическую систему управления. Для координации подсистем использовать принцип прогнозирования взаимодействий путем модификации целей образов.

# 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.

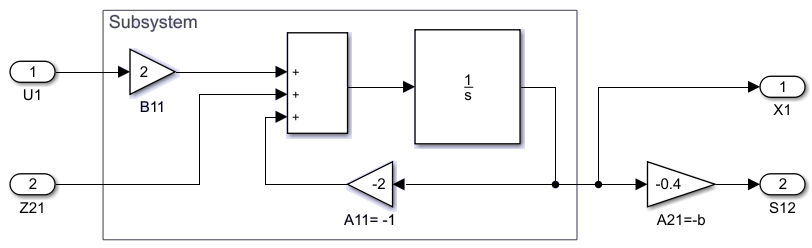
Координация по принципу прогнозирования взаимодействий относится к типу координаций до принятия решений решающими органами локальных подсистем.



*Рис. 1. Структурная схема многоуровневой системы управления по принципу прогнозирования 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:



*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 задаются координатором.

*Листинг 1. Вычисление частных производных локальных Лагранжианов.*

w=0.3;

syms z1 z2 u1 u2 f1 f2 s1 s2 m1 m2 p1 p2;

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

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

syms L1 L2;

L1 = f1 + m1\*(s1-z1-u1) + p1\*(z1 - 1/5\*s2

L2 = f2 + m2\*(s2-z2-u2) + p2\*(z2 +2/15\*s1

display('Лагранжиан 1')

diff(L1,u1)%\*5/3

diff(L1,z1)%\*5/3

diff(L1,m1)

diff(L1,p1)

display('Лагранжиан 2')

diff(L2,u2)%\*5/7

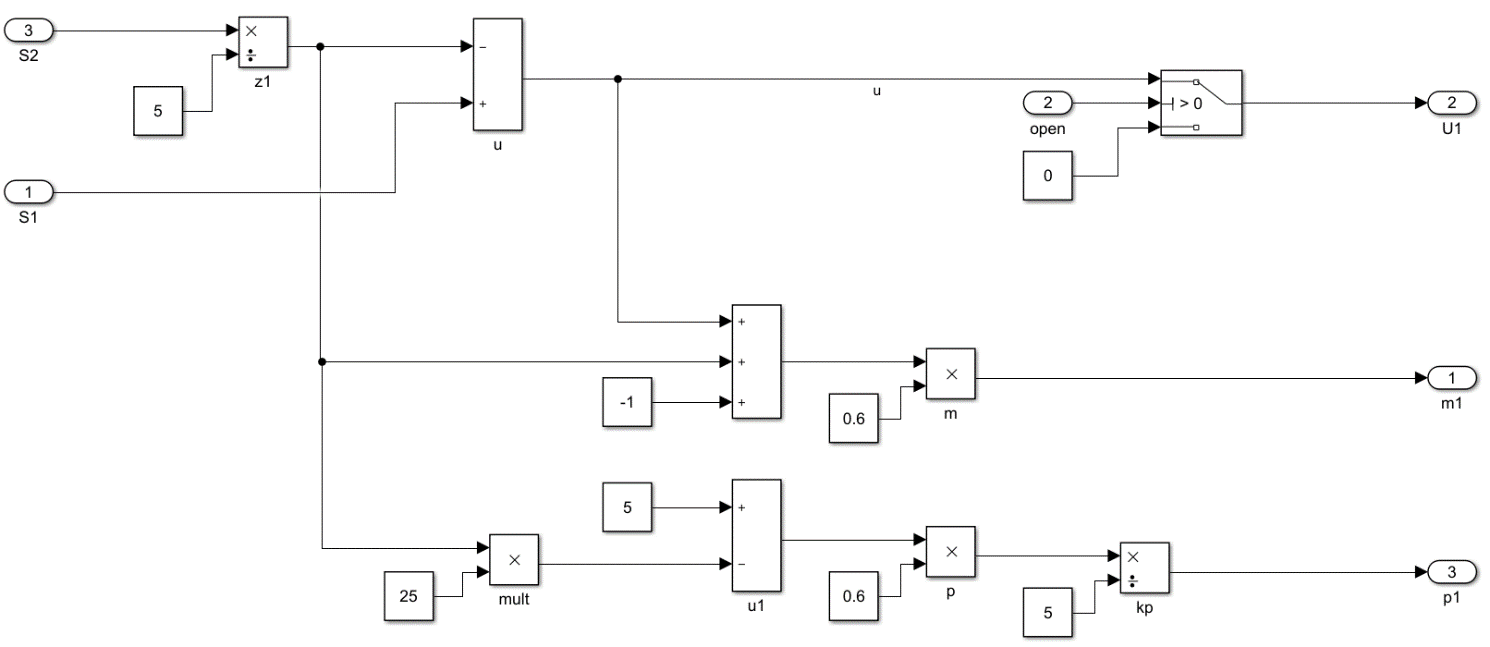
diff(L2,z2)%\*5/7

diff(L2,m2)

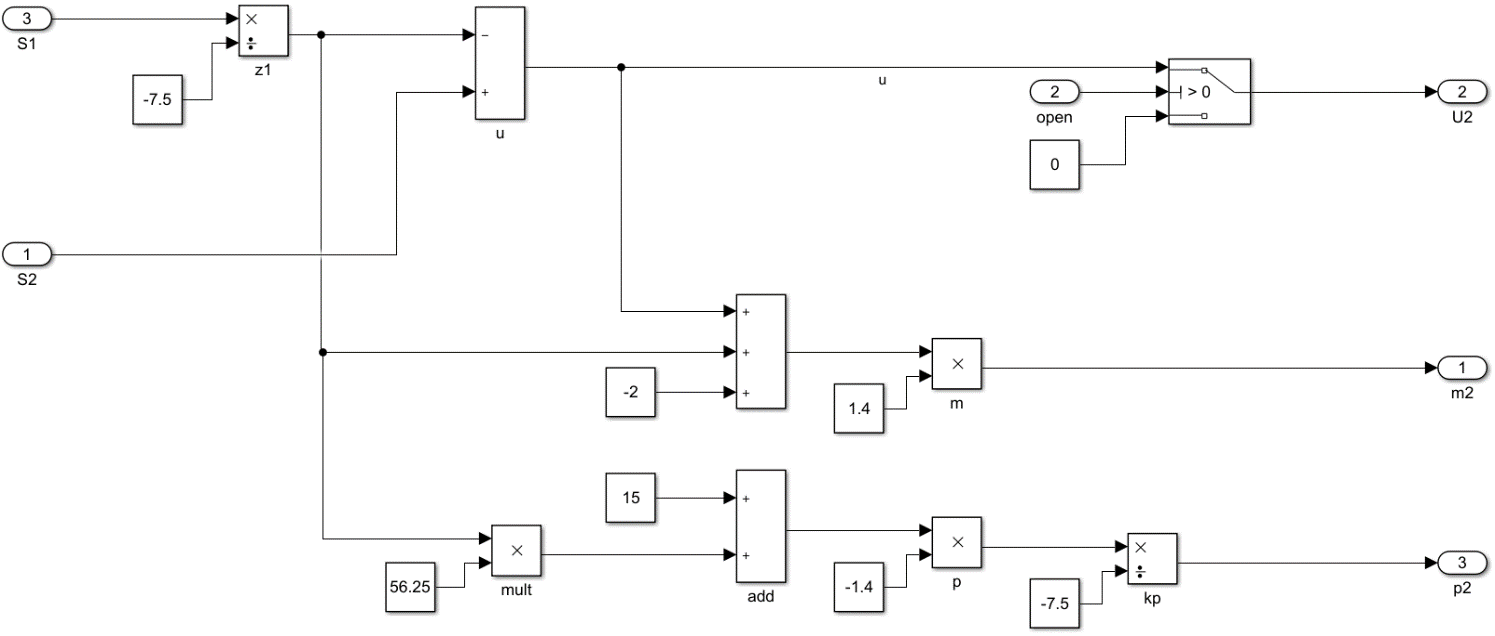
diff(L2,p2)

**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 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.

*Листинг 3. Реализация решающего органа верхнего уровня.*

function [s1, s2, ena1, ena2] = fcn(p1, p2, m1, m2)

persistent ds1\_t;

persistent ds2\_t;

persistent s1\_t;

persistent s2\_t;

persistent ena1\_t;

persistent ena2\_t;

eps = 0.02; % Величина отклонения оценки от реального значения

step = 0.001; % Шаг изменения множителей p

% Инициализация

if(isempty(s1\_t))

s1\_t = 1.;%-12.5;

s2\_t = 1.;%12.5;

ds1\_t = 0;

ds2\_t = 0;

ena1\_t = 0;

ena2\_t = 0;

s1 = s1\_t;

s2 = s2\_t;

ena1 = ena1\_t;

ena2 = ena2\_t;

return;

end

if(abs((m1-p2)) > eps || abs((m2-p1)) > eps)

s1\_t = s1\_t-step\*(m1-p2);%+

ena1\_t = 0;

s2\_t = s2\_t-step\*(m2-p1);%-

ena2\_t = 0;

else

ena1\_t = 1;

ena2\_t = 1;

end

s1 = s1\_t;

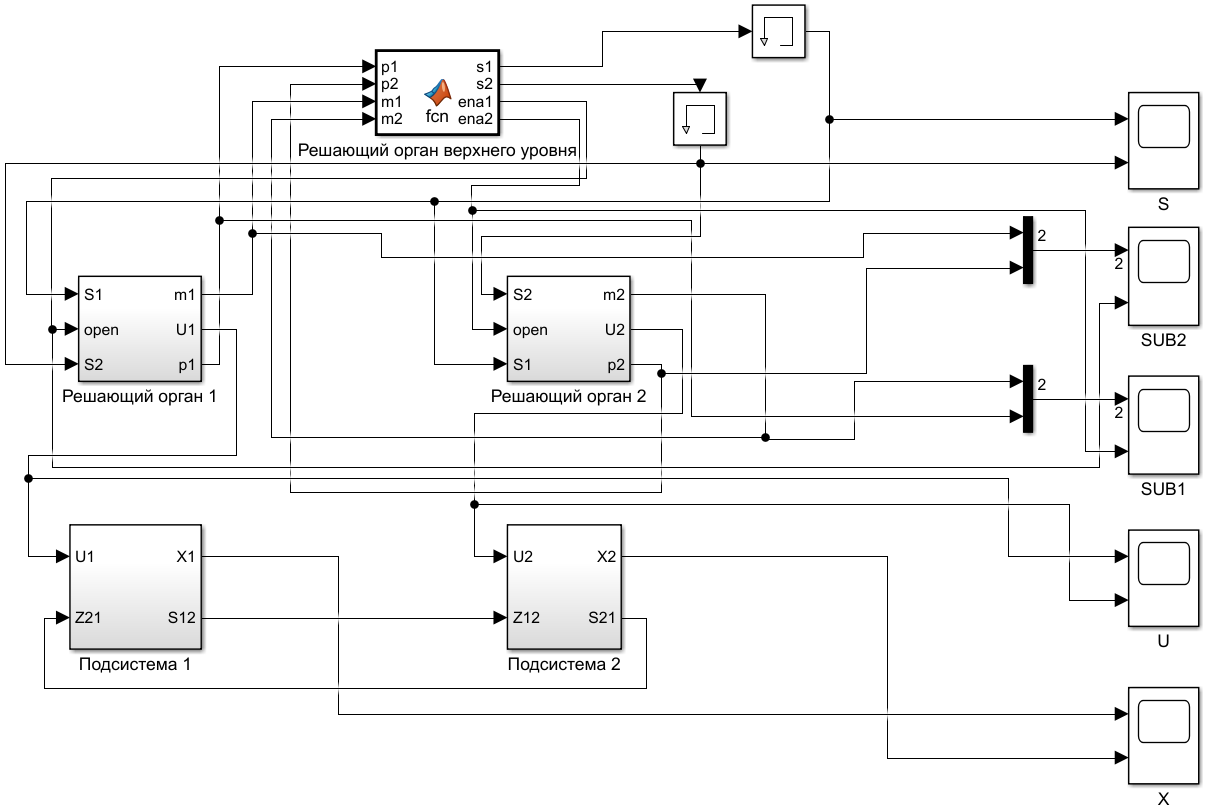
s2 = s2\_t;

ena1 = ena1\_t;

ena2 = ena2\_t;

end

Полная модель двухуровневой системы управления имеет вид:

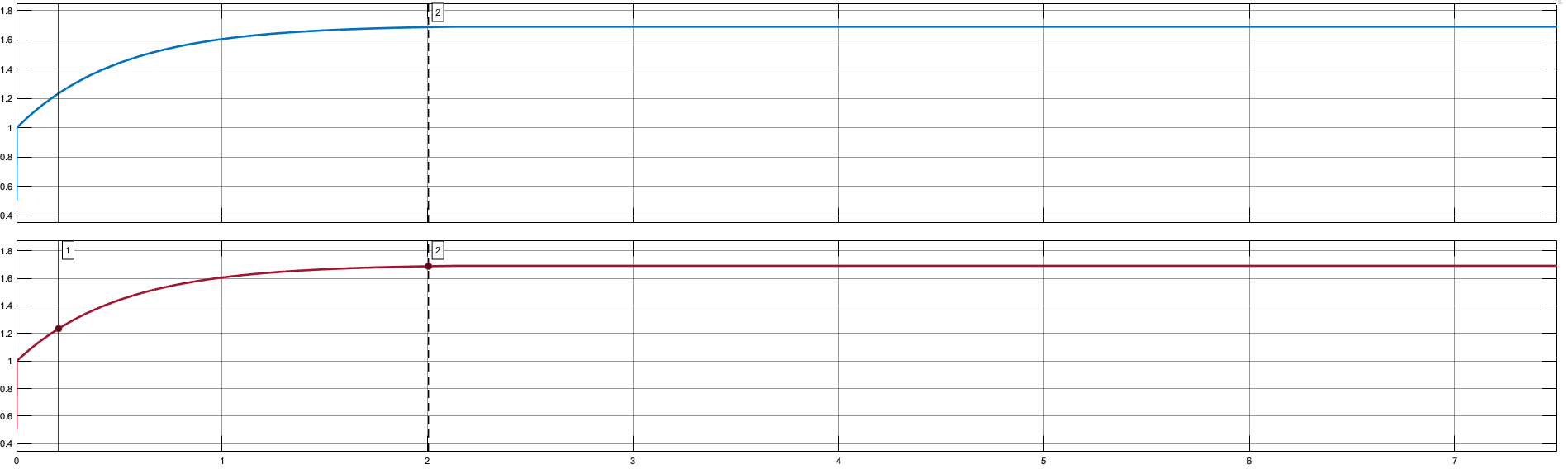


**3.4. Моделирование работы системы**

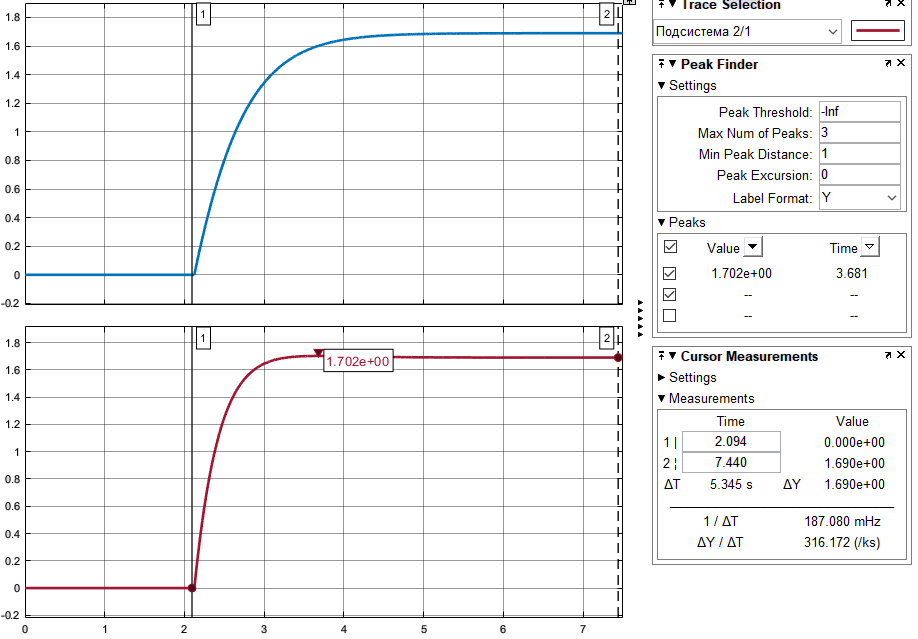
Перед началом моделирования требуется задать исходные данные: ε и γ. Величина шага спуска γ влияет на скорость сходимости решения, ε влияет как на отклонение решения от исходной глобальной цели, так и на скорость сходимости. Экспериментально были подобраны следующие значения:

ε = 0.02, γ = 0.001

Динамика изменения связующих переменных :

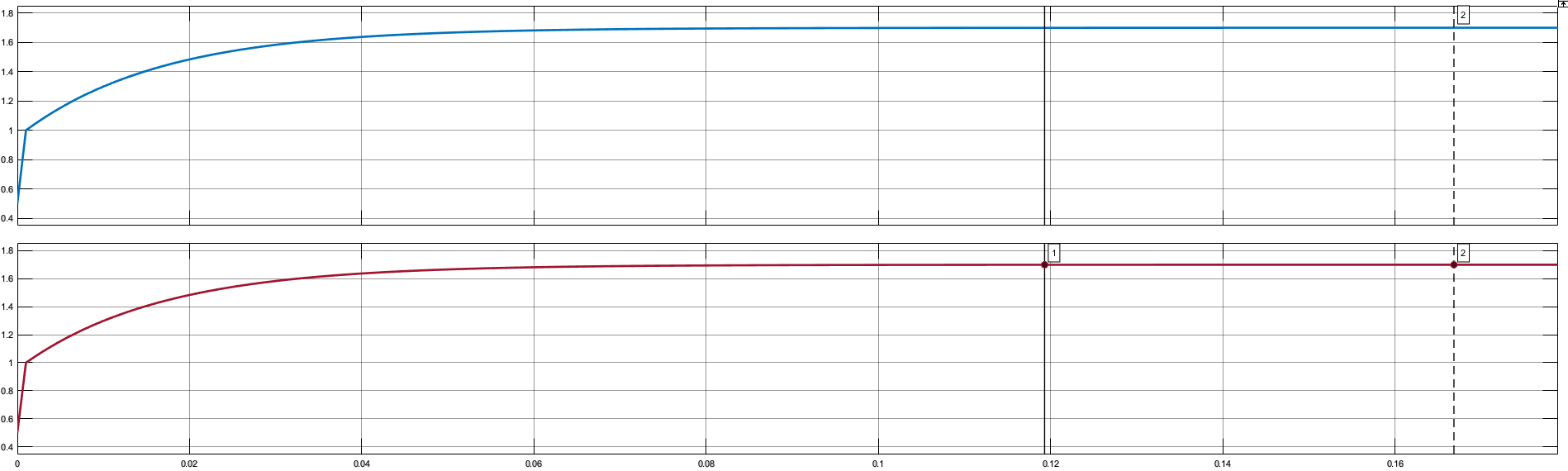


Полученное решение:

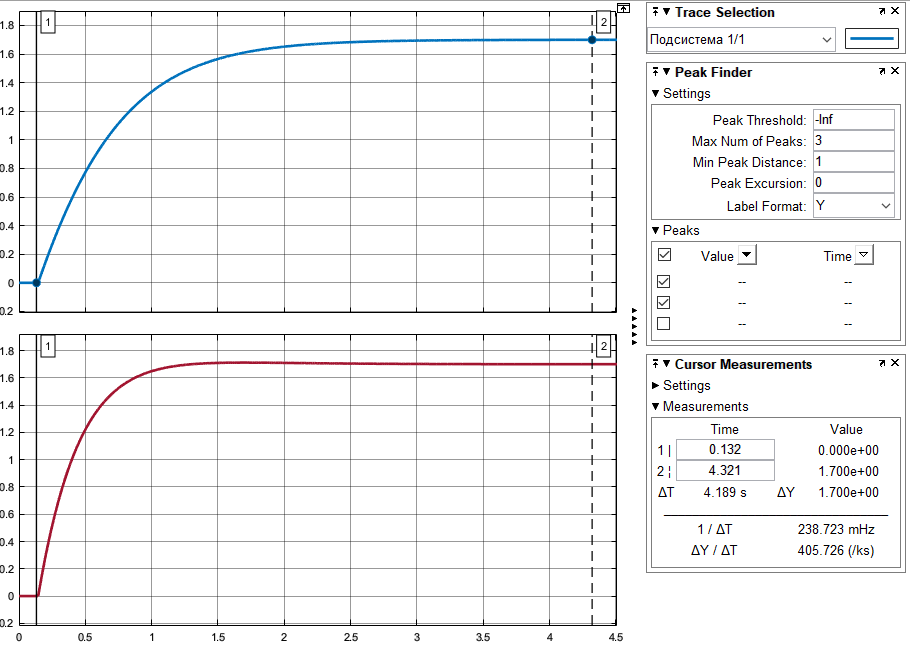


ε = 0.0002, γ = 0.03

Динамика изменения связующих переменных :



Полученное решение:



**Вывод**

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 2.1 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.