

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра САУ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 1
по дисциплине «Нелинейное и адаптивное управление в технических
системах»

ТЕМА: СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ С
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПЕРВОГО
ПОРЯДКА

Вариант 1

Студент гр. 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Нгуен Зуи Хань

Санкт-Петербург

2024

Цель работы: овладение навыками исследования адаптивной системы, исследование эффективности адаптивного управления при изменении параметров уравнений его настроек и исследование возможностей адаптивного управления по стабилизации объекта управления.

Ход работы

Построим и исследуем моделированием систему, сравним ее динамику с эталонной моделью, коэффициенты моделей: $a_0 = -0.5, b_0 = 1, a_M = -5, b_M = 5$. Схема системы представлена на рисунке 1.

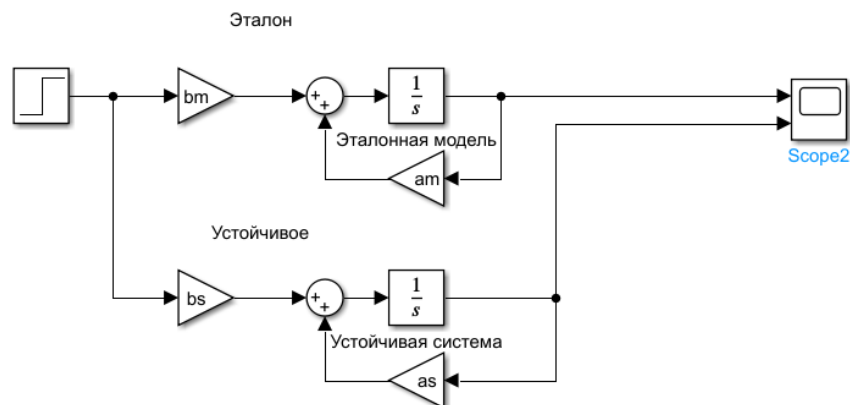


Рисунок 1 - Схема системы

Сравнение динамики можно осуществить, сравнив графики переходных процессов (см. рис. 2).

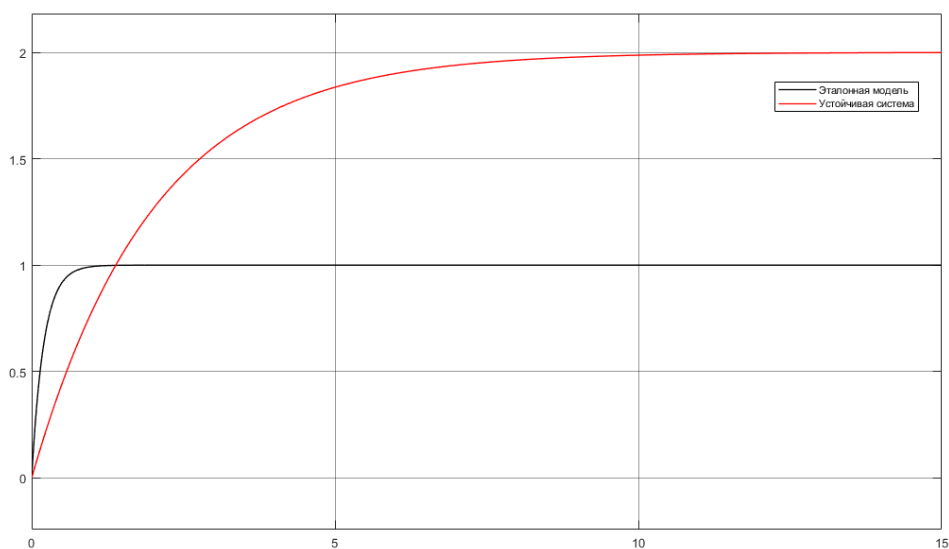


Рисунок 2 - График переходных процессов систем

Из сравнения графиков переходного процесса можно сделать вывод, что динамика устойчивой системы примерно в 10 раз хуже динамики эталонной модели, а установившееся значение в два раза больше.

Найдем значения k_A^* и k_B^* :

$$k_A^* = b_0^{-1}(a_M - a_0) = -4.5$$

$$k_B^* = b_0^{-1}(b_M - b_0) = 4$$

Построим адаптивное управление с настройками $p=2; \gamma_A = \gamma_B = 1$. Модель системы с адаптивным управлением представлена на рисунке 3.

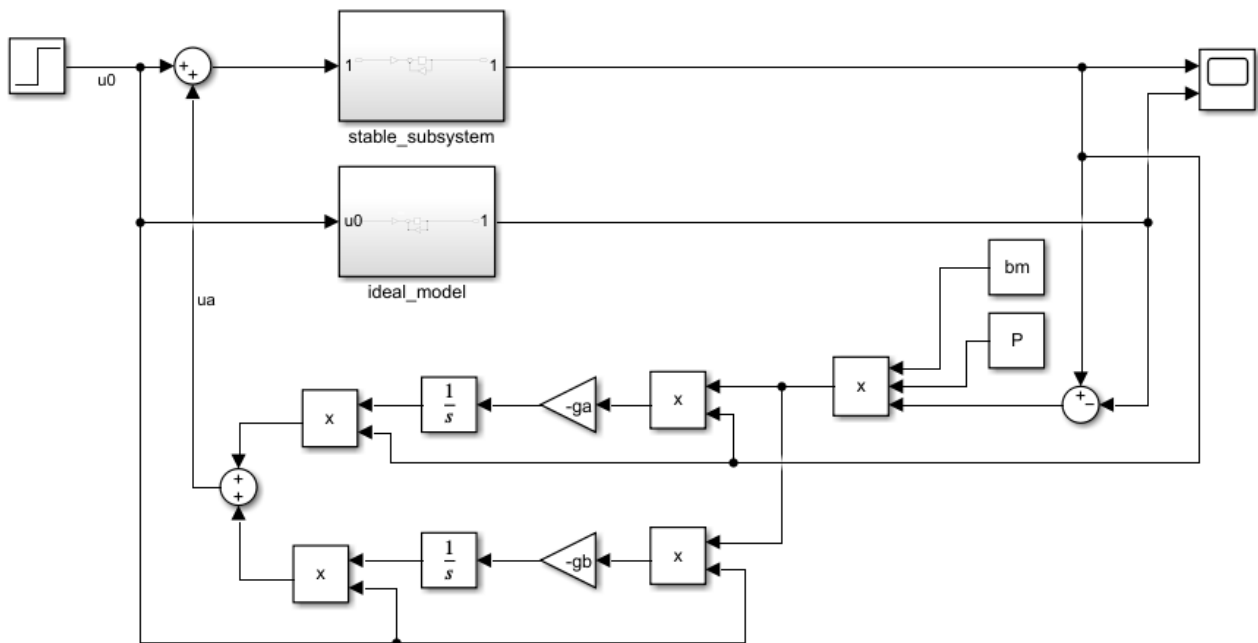


Рисунок 3 - Модель системы с адаптивным управлением

Блоки *stable_subsystem* и *ideal_model* представляют собой устойчивую систему – объект управления и идеальную систему – эталонная модель соответственно. Структура обеих систем одинаковая и представлена на рисунке 4.

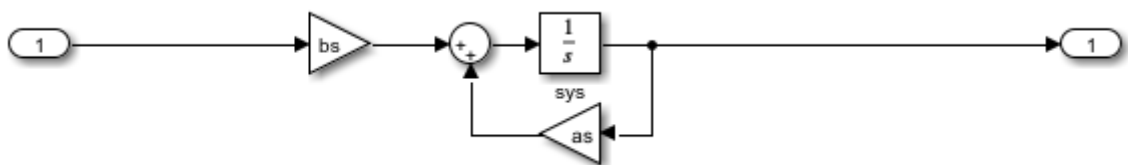


Рисунок 4 - Структура ОУ и эталонной модели.

Промоделировав данную систему, получим график переходного процесса (см. рис. 5). По графику видно, что такой способ управления позволил улучшить динамику объекта управления, уменьшить перерегулирования и установить установившееся значение в нужную величину.

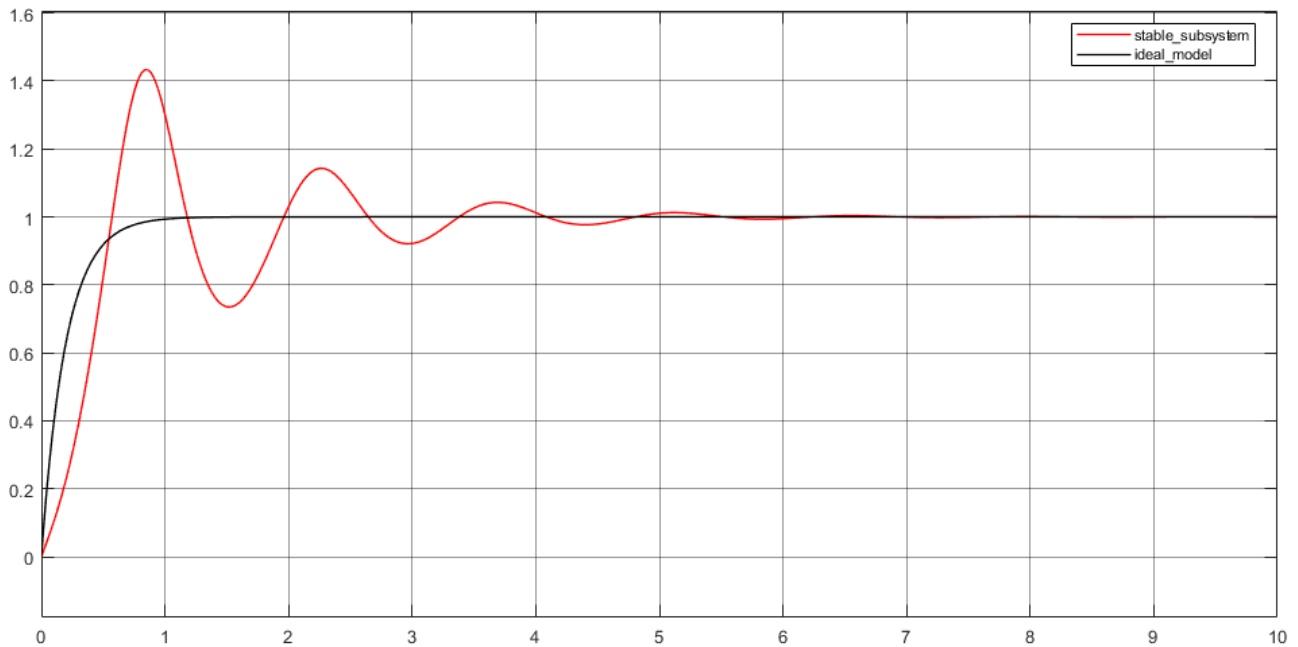


Рисунок 5 - Переходный процесс системы с адаптивным управлением

Путем подбора коэффициентов γ_A, γ_B можно менять динамику объекта управления, что и продемонстрировано на рисунке 6.

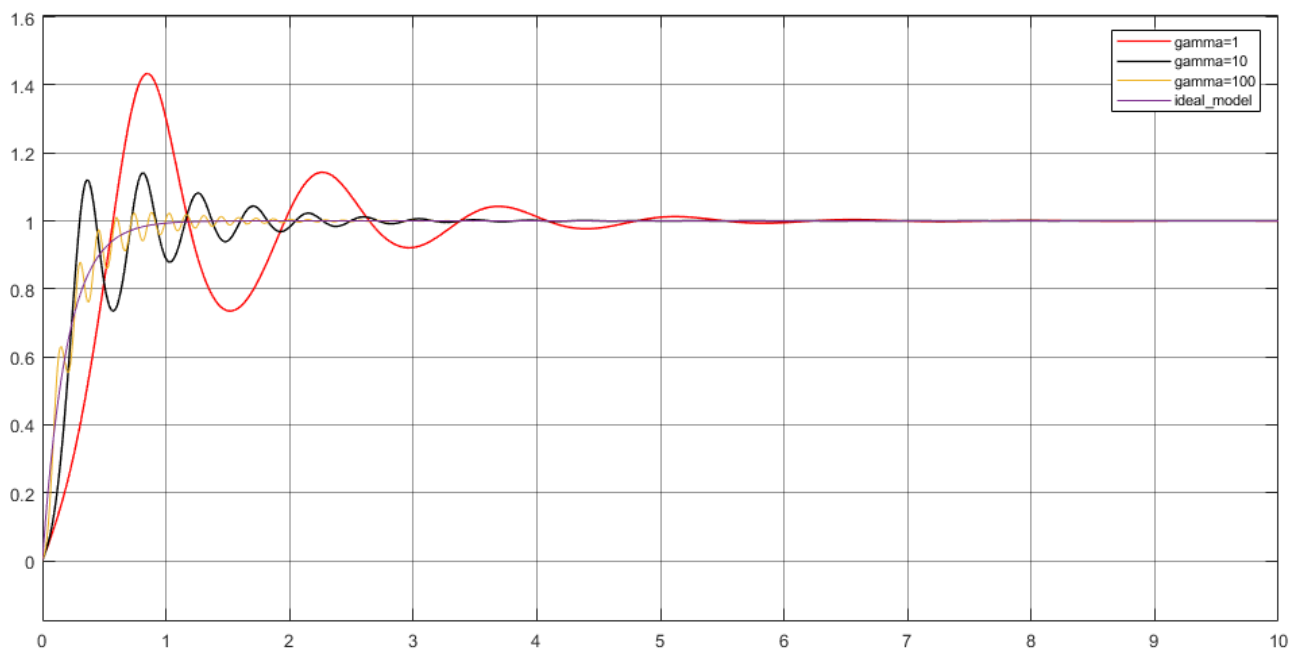


Рисунок 6 - Сравнение переходных процессов

На рисунке 6 можно увидеть четыре графика переходных процессов – эталонной модели и одинаковых ОУ с коэффициентами γ_A, γ_B равных соответственно 1, 10 и 100. Не сложно заметить, что от величины коэффициентов зависит степень приближения графика переходного процесса объекта управления к переходному процессу эталонной модели.

Сравним рассчитанные и полученные путем моделирования коэффициенты k_a и k_b . На рисунке 7 можно увидеть полученные путем моделирования коэффициенты. Они равны -1.21 и 0.71 соответственно. Коэффициент k_a получился меньше рассчитанного в 3.7 раза, а коэффициент k_b в 5.6 раза.

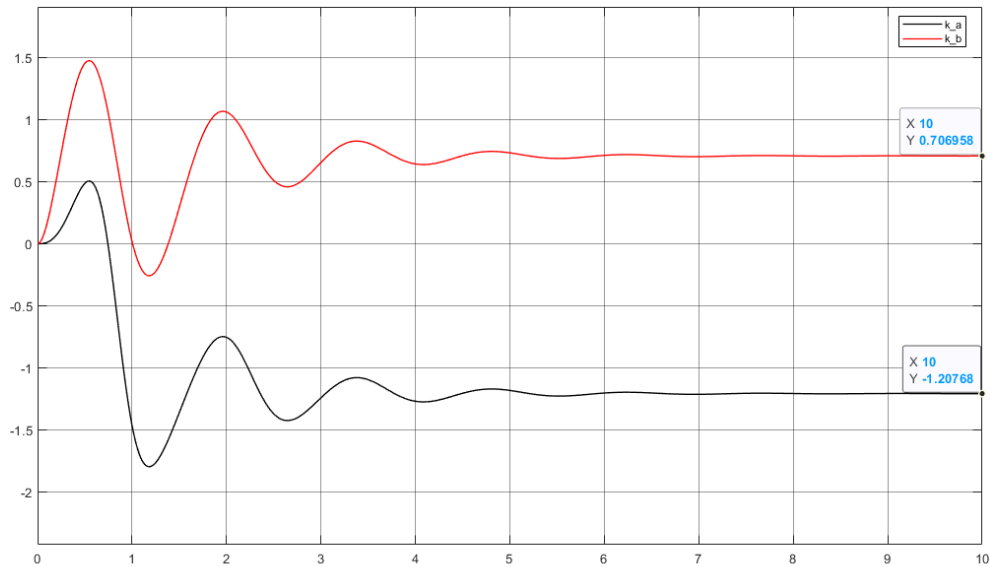


Рисунок 7 - Установившиеся значение коэффициентов.

Повторим эксперимент для объекта управления представляющего собой неустойчивую систему. Структура системы аналогична показанной на рисунке 1. Коэффициенты моделей: $a_0 = 0.5, b_0 = 1, a_M = -5, b_M = 5$. На рисунке 8 можно увидеть сравнение графиков переходных процессов эталонной и неустойчивой моделей.

Найдем значения k_A^* и k_B^* :

$$k_A^* = b_0^{-1}(a_M - a_0) = -5.5$$

$$k_B^* = b_0^{-1}(b_M - b_0) = 4$$

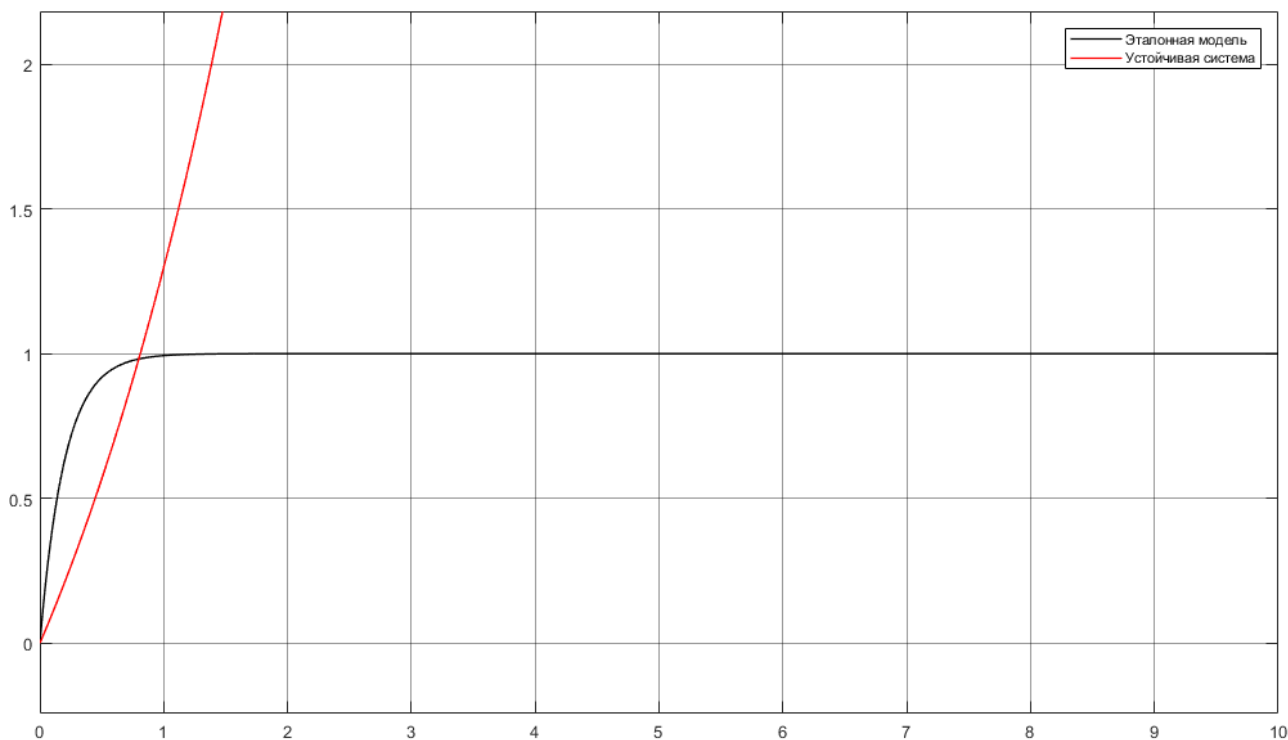


Рисунок 8 - Сравнение переходных процессов неустойчивой и эталонной моделей.

В следствие неустойчивости системы достижение целей управления не представляется возможным без специальных методов управления. По аналогии с предыдущим экспериментом построим адаптивное управление для неустойчивой системы. Структура его аналогична структуре, представленной на рисунке 3, начальные настройки следующие: $p = 2; \gamma_A = \gamma_B = 1$.

Промоделировав такую систему и сравнив графики переходных процессов (см. рис. 9 и рис. 5) можно сделать следующие выводы. Адаптивное управление с использованием эталонной модели позволяет одинаково хорошо подстроить управляющее воздействие для устойчивой и неустойчивой систем с целью увеличения соответствия переходных процессов ОУ эталонным моделям. Однако стоит отметить, что при одинаковых настройках адаптивного регулятора перерегулирование неустойчивой системы несколько большее чем устойчивой системы, что очевидно.

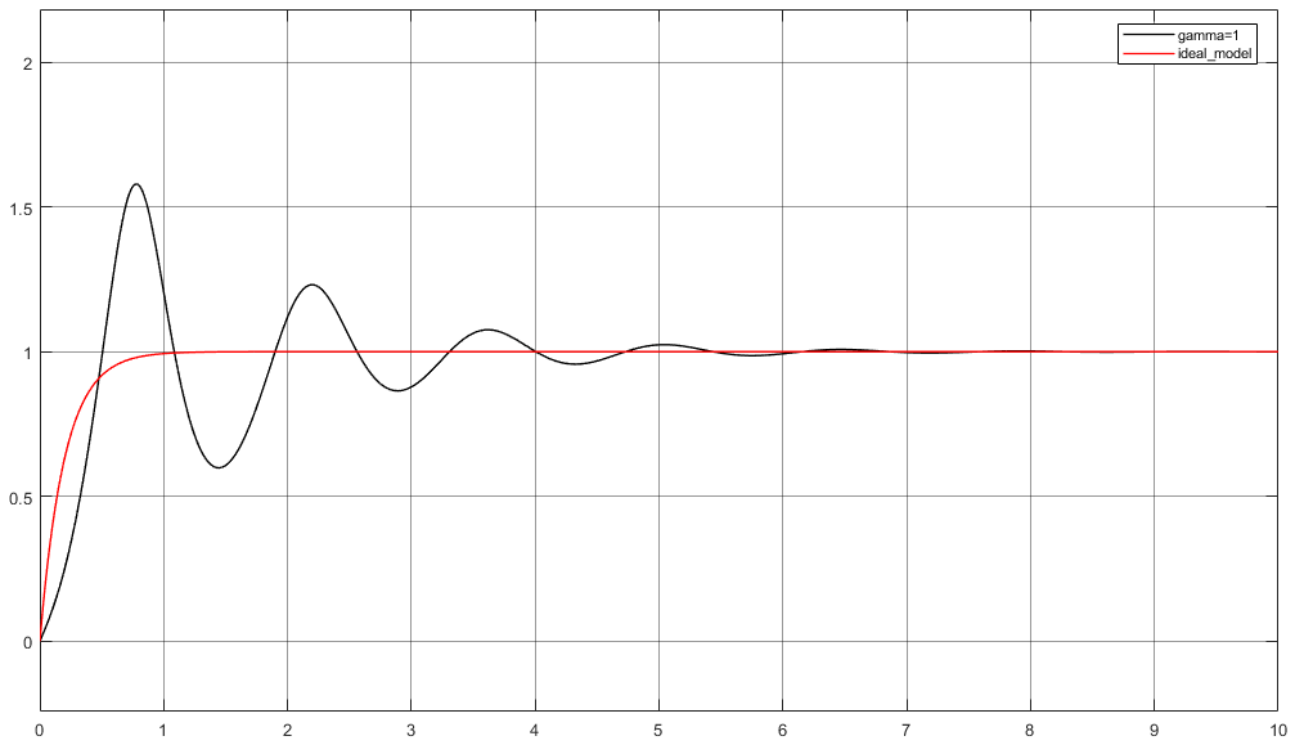


Рисунок 9 - Сравнение графиков переходного процесса неустойчивой системы с адаптивным управлением и эталонной модели

Произведем сравнение графиков переходного процесса при различных коэффициентах γ_A, γ_B равных соответственно 1, 10 и 100. Результаты моделирования можно увидеть на рисунке 10. Нетрудно заметить, что результаты схожи с аналогичным экспериментом с устойчивой системой, с одной лишь разницей в величине перерегулирования – у неустойчивой системы перерегулирование больше.

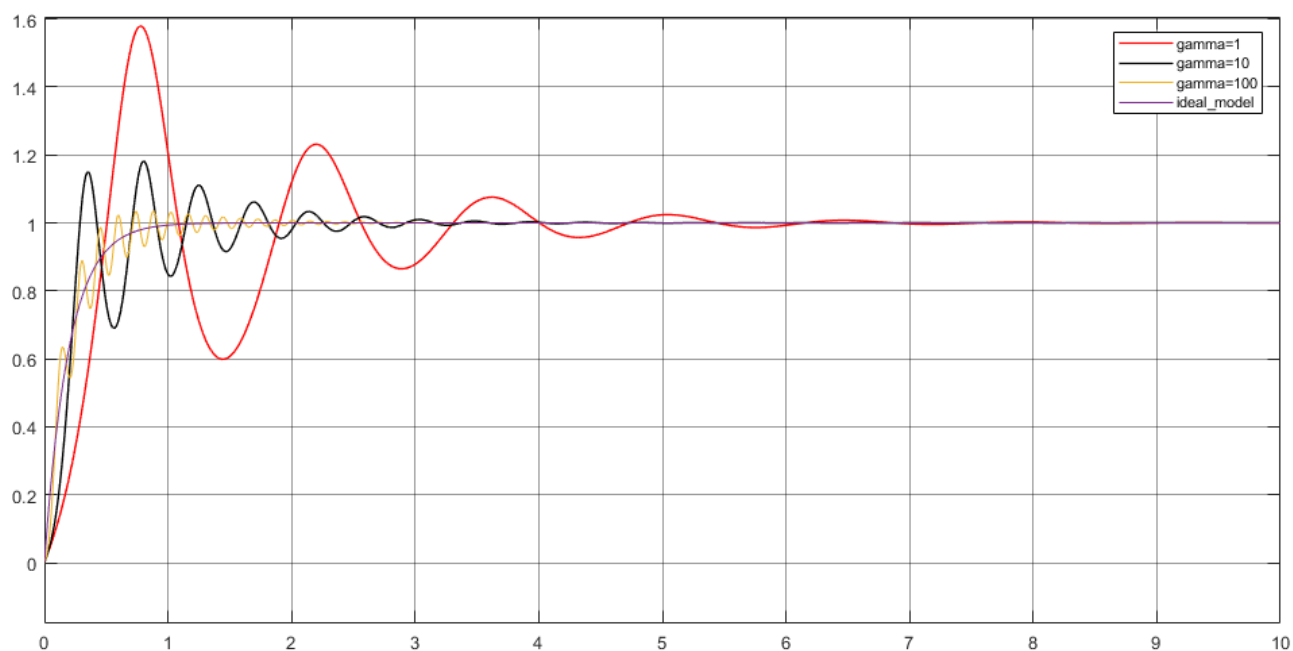


Рисунок 10 - Сравнение переходных процессов неустойчивой системы.

Сравним рассчитанные и полученные путем моделирования коэффициенты k_a и k_b . На рисунке 11 можно увидеть полученные путем моделирования коэффициенты. Они равны -2.11 и 0.61 соответственно. Коэффициент k_a получился меньше рассчитанного в 2.6 раза, а коэффициент k_b в 6.5 раз.

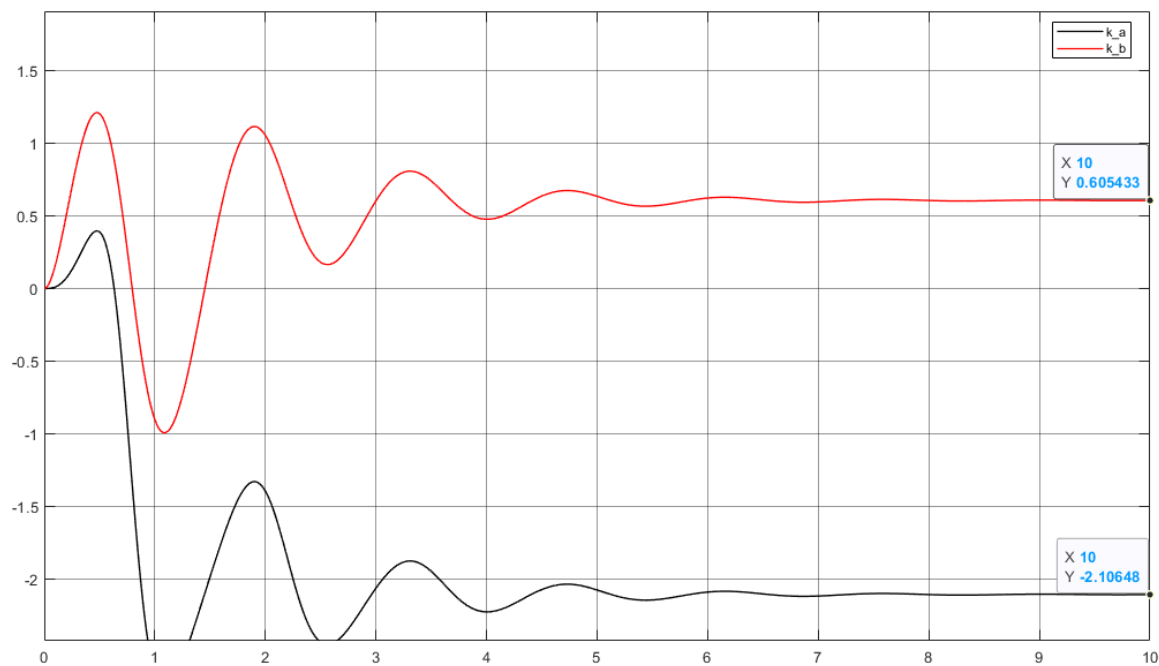


Рисунок 11 - Установившиеся коэффициенты.

Вывод

В данной лабораторной работе путем моделирования были изучены устойчивая и неустойчивая системы с одинаковыми коэффициентами. Было проведено сравнение их переходных процессов с переходным процессом эталонной модели.

С целью приближения динамики изучаемых систем к динамике эталонной модели было построено адаптивное управление и изучено влияние коэффициентов γ_A, γ_B на степень приближения динамики системы к желаемой динамике.

Было доказано, что посредством адаптивного управления с эталонной моделью можно приблизиться к желаемой динамике достаточно близко и с устойчивой и с неустойчивой системой в качестве объекта управления, что говорит о том, что применение данного метода управления оправдано при наличии неопределенности параметров объекта управления.

Рассчитанные коэффициенты k_a и k_b в несколько раз отличаются от полученных при моделировании.