

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем управления и информатики

Группа P4235

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

**по курсу: «Адаптивное и робастное управление нелинейными
системами»**

Принцип построения систем адаптивного и робастного управления
возмущенными объектами

Вариант №2

Авторы работы:

Антонов Е.С.,
Артемов К.А.

Преподаватель:

Герасимов Д.Н.

«08» сентября 2017 г.

Работа выполнена с оценкой _____

Дата защиты «__» _____ 2017 г.

Санкт-Петербург
2017 г.

1 Цель работы

Освоение принципов построения систем адаптивного и робастного управления на примере задачи слежения выхода скалярного объекта за эталонным сигналом.

2 Теоретические сведения

Рассматриваемый объект управления:

$$\dot{x} = \theta x + u + \delta, \quad (1)$$

где x — переменная состояния объекта, u — сигнал управления, θ — неизвестный постоянный параметр, δ — ограниченное внешнее возмущение, удовлетворяющее неравенству $|\delta(t)| \leq \bar{\delta}$.

Возмущающее воздействие $\delta(t)$ имеет вид:

$$\delta(t) = (1+t)^{-\frac{1}{8}} \left[1 - \theta(1+t)^{-\frac{1}{4}} - \frac{3}{8}(1+t)^{-\frac{5}{4}} \right]. \quad (2)$$

Цель управления заключается построении такого закона управления, чтобы обеспечивалось неравенство :

$$|x_m(t) - x(t)| = |\varepsilon(t)| \leq \bar{\Delta}, \forall t \geq T, \quad (3)$$

где $\varepsilon = x_m - x$ — ошибка управления, x_m — эталонный сигнал, являющийся выходом динамической модели вида (т.н. эталонной модели)

$$\dot{x}_m = -\lambda x_m + \lambda g, \quad (4)$$

где g — сигнал задания, λ — параметр, задающий желаемое время переходного процесса.

Для решение поставленной задачи используется настраиваемый регулятор:

$$u = -\hat{\theta}x - \lambda x + \lambda g \quad (5)$$

совместно с тремя анализируемыми алгоритма адаптации:

а) Алгоритм адаптации (АА), использованный для невозмущенного ОУ:

$$\dot{\hat{\theta}} = -\gamma x \varepsilon, \quad (6)$$

б) Модификация АА из п.1:

$$\dot{\hat{\theta}} = -\gamma x \varepsilon, \quad (7)$$

в) АА из п.1 с обратной связью по величине настраиваемого параметра:

$$\dot{\hat{\theta}} = -\sigma \hat{\theta} - \gamma x \varepsilon. \quad (8)$$

3 Исходные данные

Варианту №2 соответствует следующий набор исходных данных:

$$\theta = 2, \quad \lambda = 2, \quad g(t) = \cos 4t. \quad (9)$$

4 Результаты экспериментов

См. рисунки 1–11 и подписи к ним.

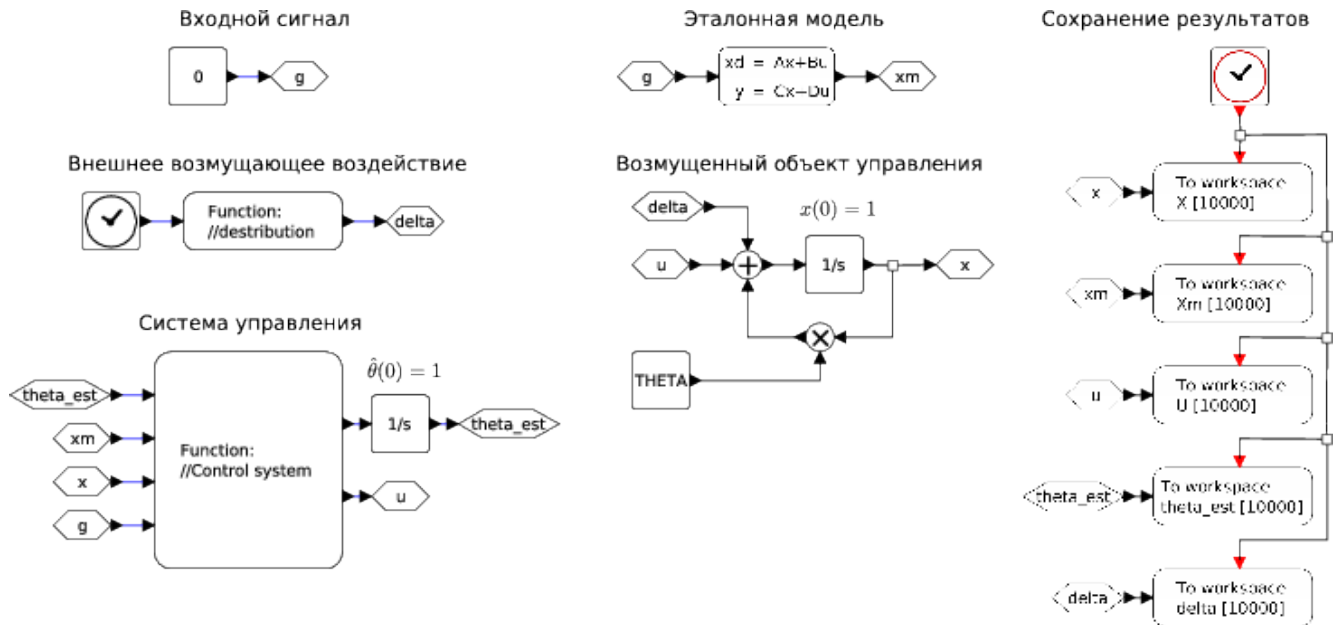


Рисунок 1 – Схема моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора из п.1 в условиях действия на ОУ возмущения 2

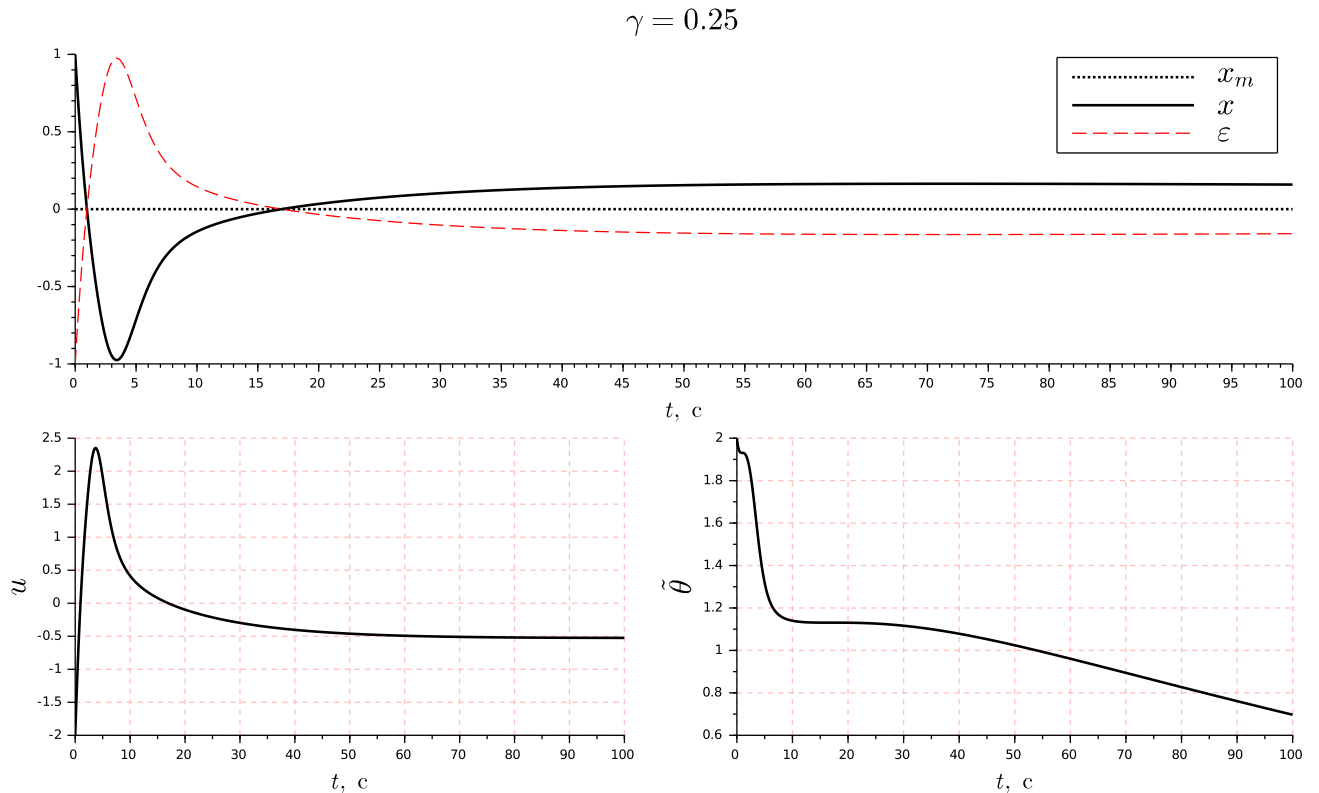


Рисунок 2 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.1

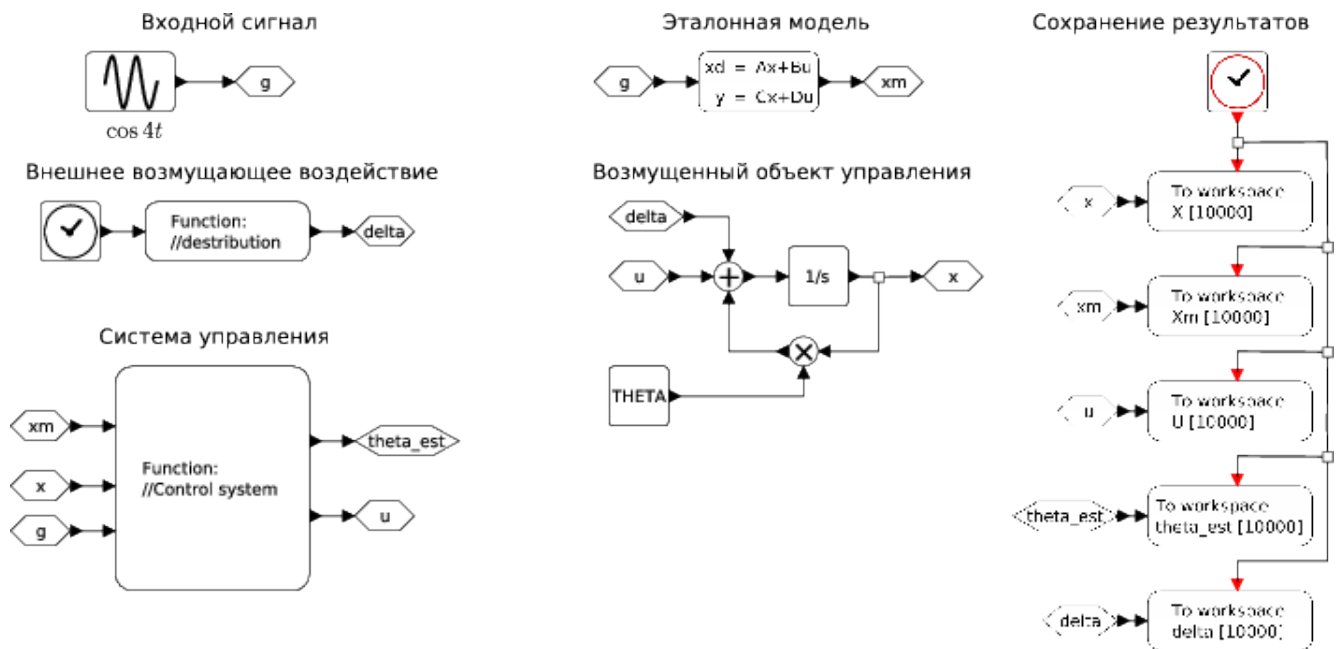


Рисунок 3 – Схема моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора из п.2 в условиях действия на ОУ возмущения 2

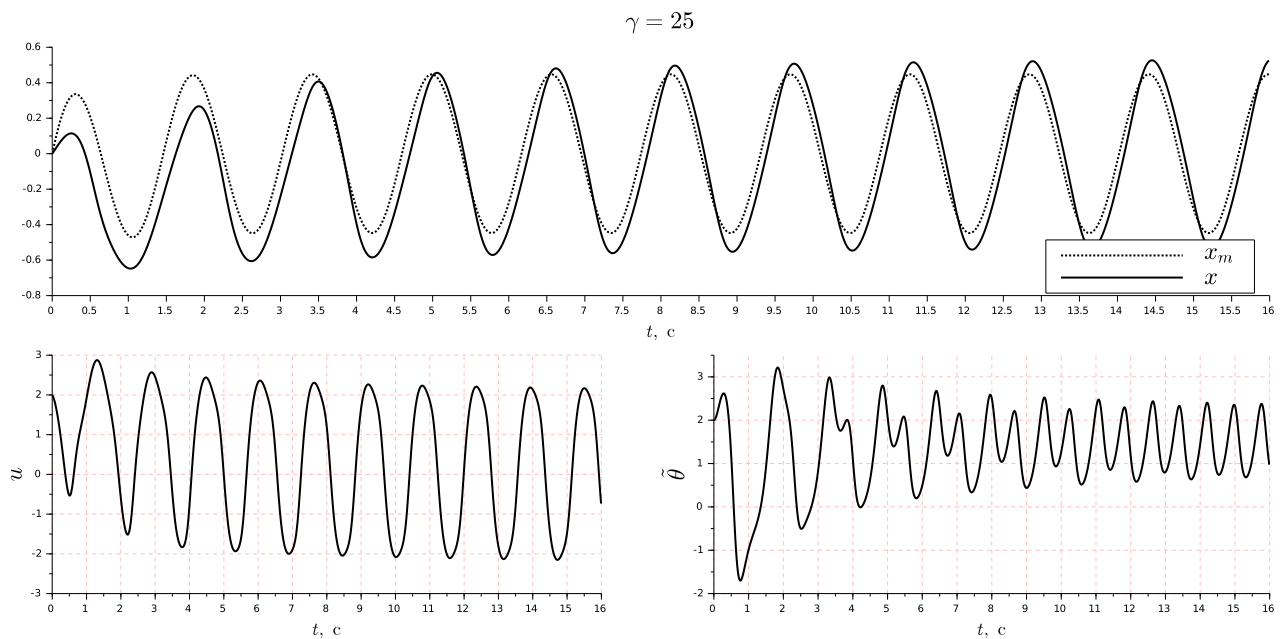


Рисунок 4 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.2

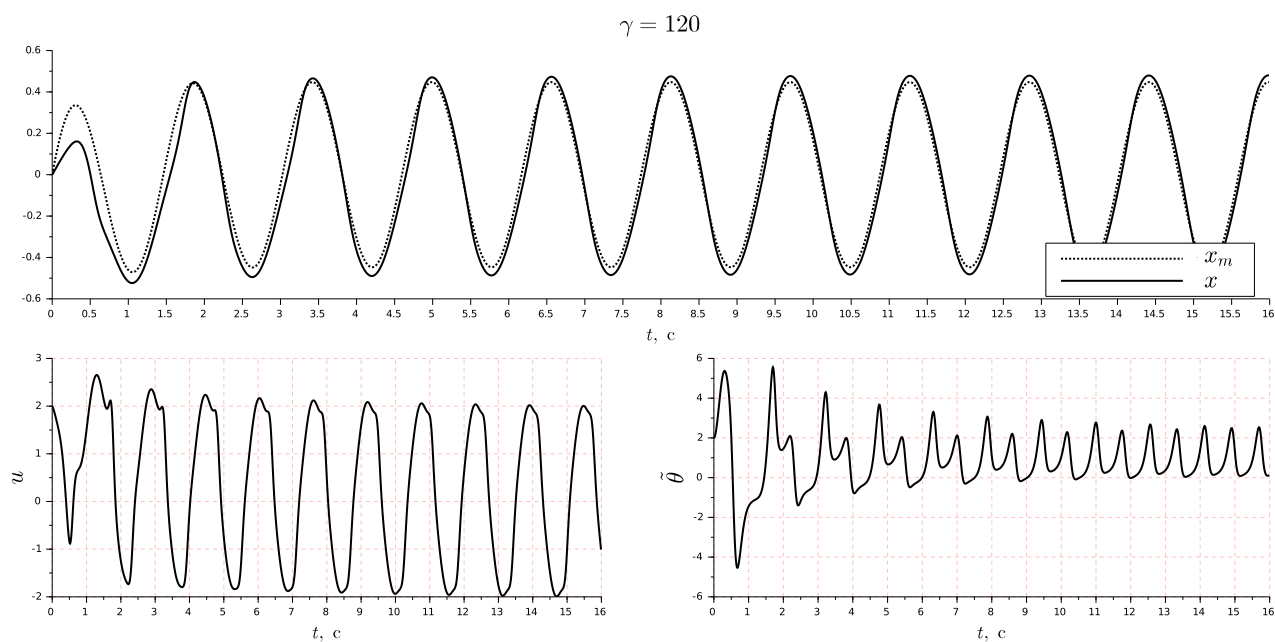


Рисунок 5 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.2

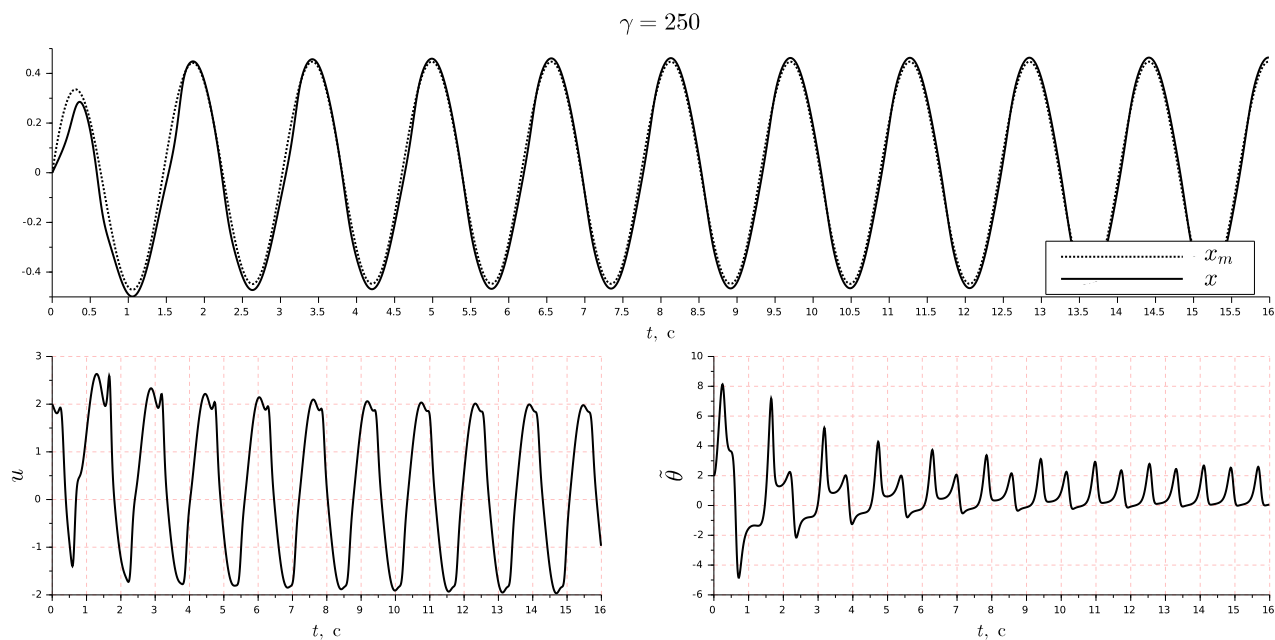


Рисунок 6 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.2

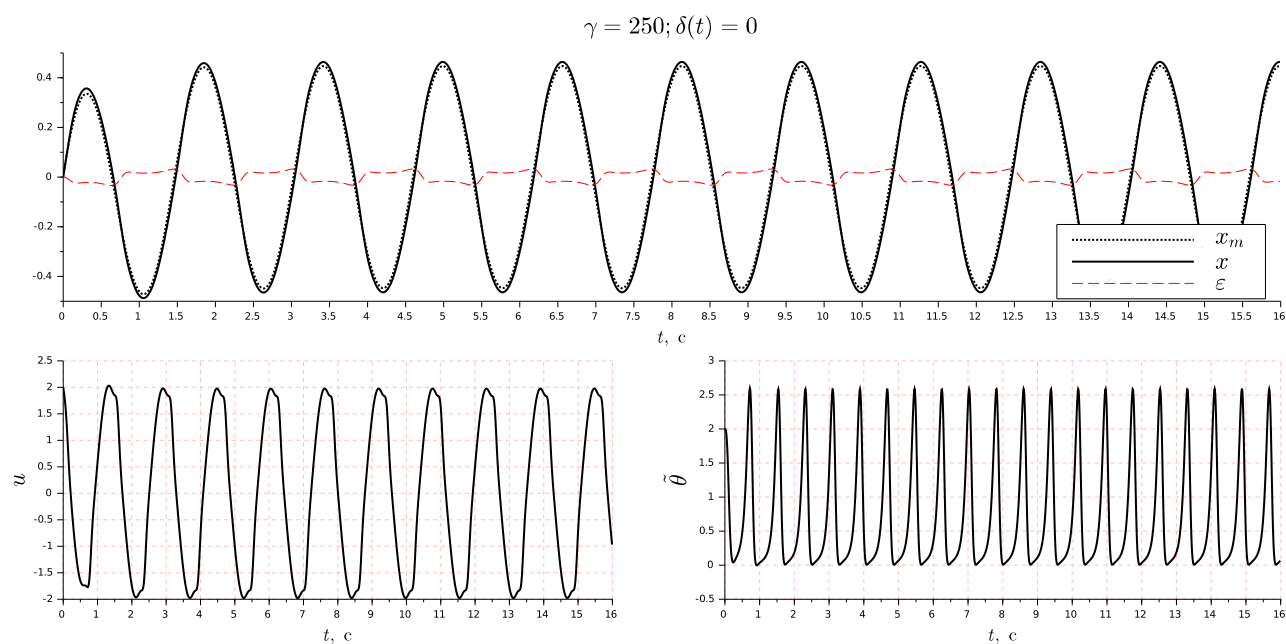


Рисунок 7 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.2 при отсутствии возмущения

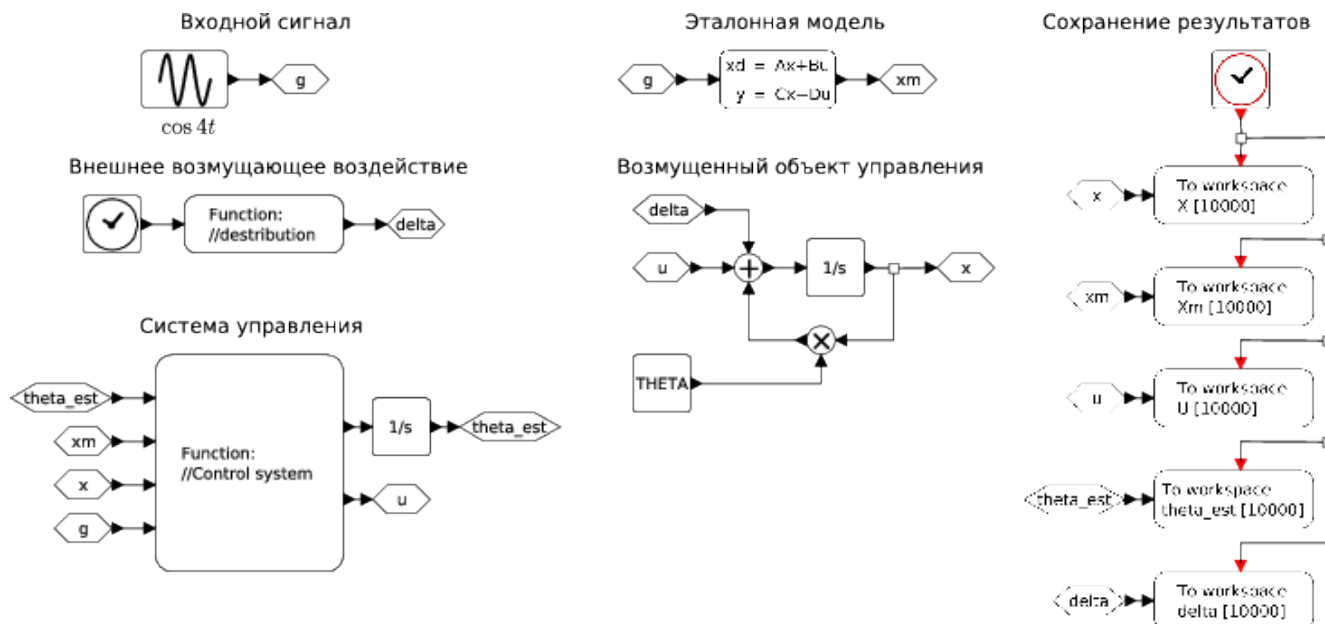


Рисунок 8 – Схема моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора из п.3 в условиях действия на ОУ возмущения 2

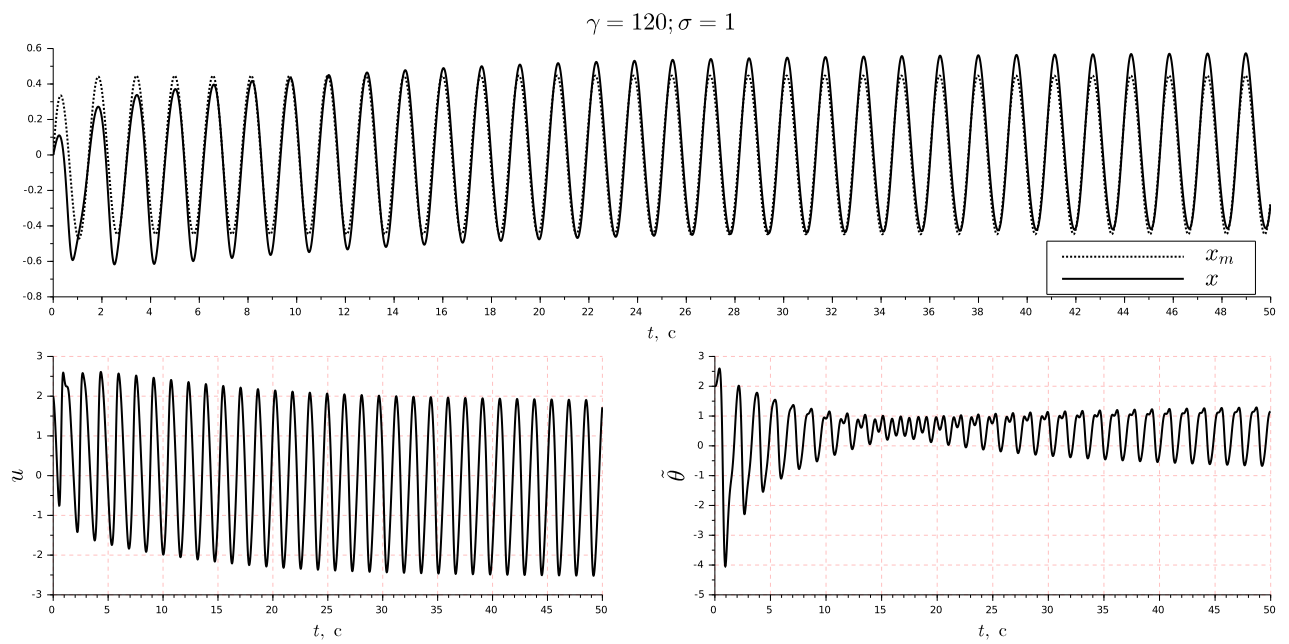


Рисунок 9 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.3

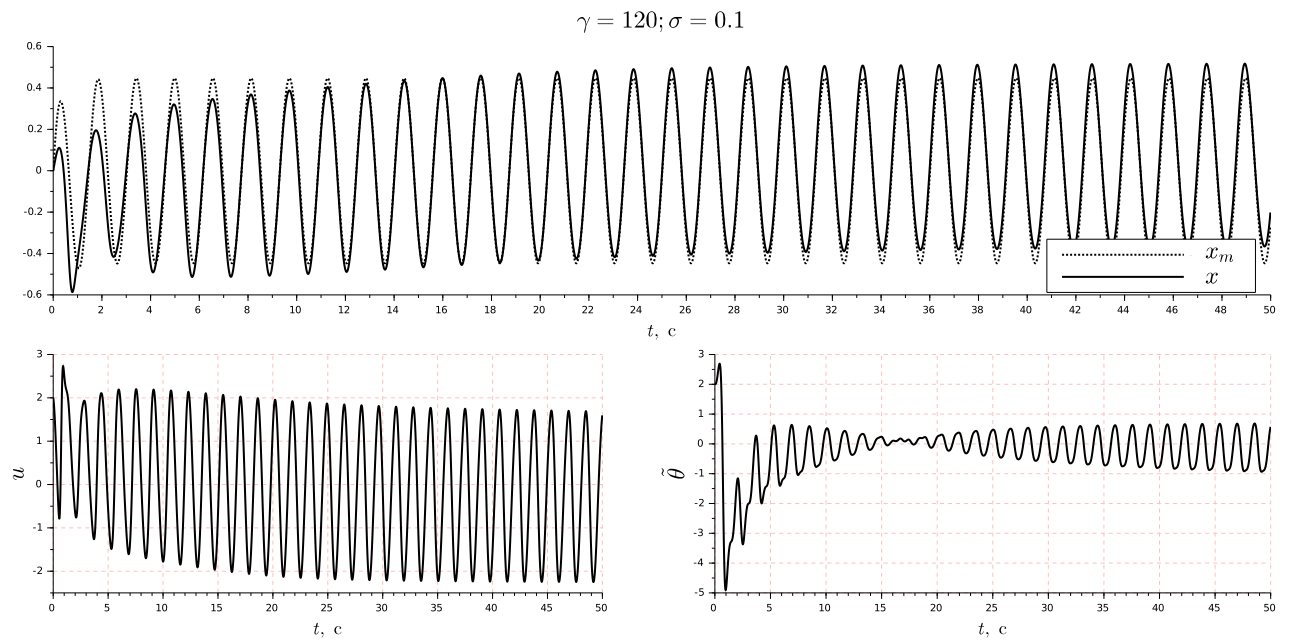


Рисунок 10 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.3

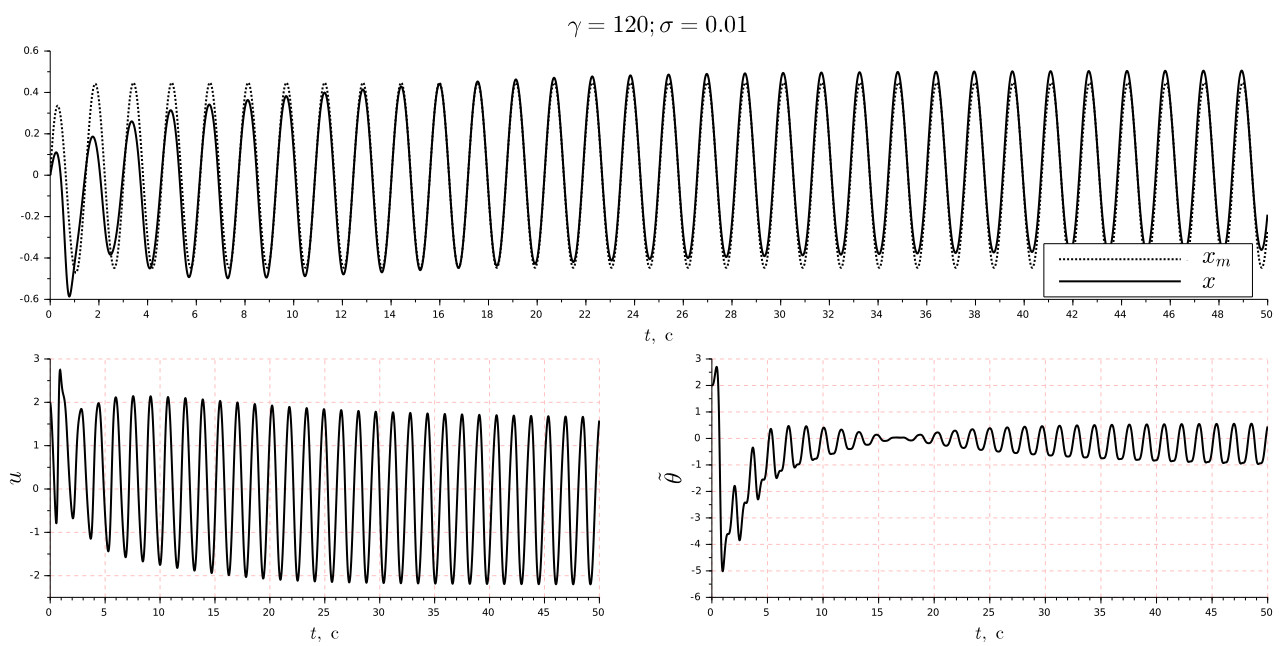


Рисунок 11 – Результаты моделирования процесса управления с помощью настраиваемого регулятора с АА из п.3

5 Выводы по работе

В результате проделанной работы экспериментальным путем было установлено, что

- настраиваемый регулятор с АА (6) обеспечивает устойчивость замкнутой системы, но в общем случае не обеспечивает ограниченности оценки параметра при наличии ограниченного внешнего возмущения 2;
- настраиваемый регулятор с АА (7) добавляет системе свойства робастности по отношению к внешнему воздействию, но увеличивает амплитуду управляющего воздействия до x^2 и не позволяет избавиться от ненулевой установившейся ошибки даже при отсутствии внешнего возмущения. Увеличение значения коэффициента адаптации увеличивает скорость (время) сходимости оценки $\hat{\theta}$ к истинному значению параметра θ ОУ и точность системы, но увеличивает амплитуду управляющего сигнала;
- настраиваемый регулятор с АА (8) обеспечивает устойчивость замкнутой системы и является робастным по отношению к внешнему возмущению. В то же время позволяет парировать недостатки робастного алгоритма управления. Так, при отсутствии внешнего возмущения точность системы может быть увеличена за счет уменьшения коэффициента σ .