

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

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

Факультет систем управления и робототехники

**Отчет по лабораторной работе №1
по дисциплине "Адаптивное и робастное
управление"
Вариант 4**

Выполнил: студенты гр. R34353

**Симонов Р. А.
Золотарев Д. В.**

Преподаватель: *Герасимов Д. Н.*

Санкт-Петербург, 2023-2024

Содержание

1	Цель работы	2
2	Ход работы	2
2.1	Постановка задачи	2
2.2	Построение неадаптивной системы управления	2
2.3	Построение адаптивной системы управления	4
2.4	Выводы	10

1 Цель работы

Построить неадаптивные и адаптивные системы управления, провести моделирование полученных систем, сравнить качество переходного процесса

2 Ход работы

2.1 Постановка задачи

Рассмотрим объект

$$\dot{x} = \theta x + u$$

где x - выход объекта (совпадает с переменной состояния), u - сигнал управления, θ - неизвестный постоянный параметр. Хотим компенсировать неопределенности θ и обеспечить выполнение следующего целевого равенства:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (x_m(t) - x(t)) = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t) = 0 \quad (1)$$

где $\varepsilon = x_m - x$ - ошибка управления, x_m - эталонный сигнал, являющийся выходом динамической модели (эталонной модели):

$$\dot{x}_m = -\lambda x_m + \lambda g$$

где g - кусочно-непрерывный ограниченный сигнал задания, $\lambda > 0$ параметр, задающий время переходного процесса.

2.2 Построение неадаптивной системы управления

Предположим, что параметр θ известен, тогда управление может быть легко найдено, как:

$$u = -\theta x - \lambda x + \lambda g \quad (2)$$

Проведем моделирование полученной замкнутой системы в условиях скачкообразного трехкратного увеличения параметра θ , получим следующие графики:

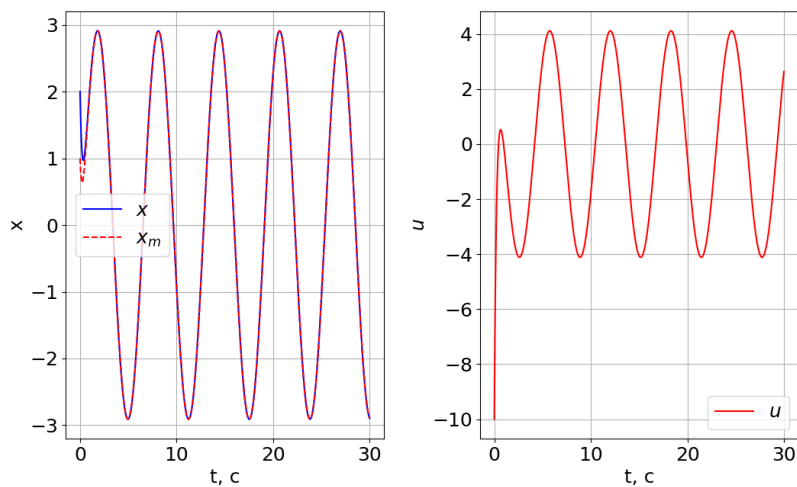


Рис. 1. График переходного процесса и управляющего воздействия для неадаптивной системы

Как можно видеть, замкнутая система идеально следит за сигналом. Попробуем теперь промоделировать таким образом, чтобы регулятор не знал об изменении параметра θ (то есть регулятор считает, что θ - известная константа)

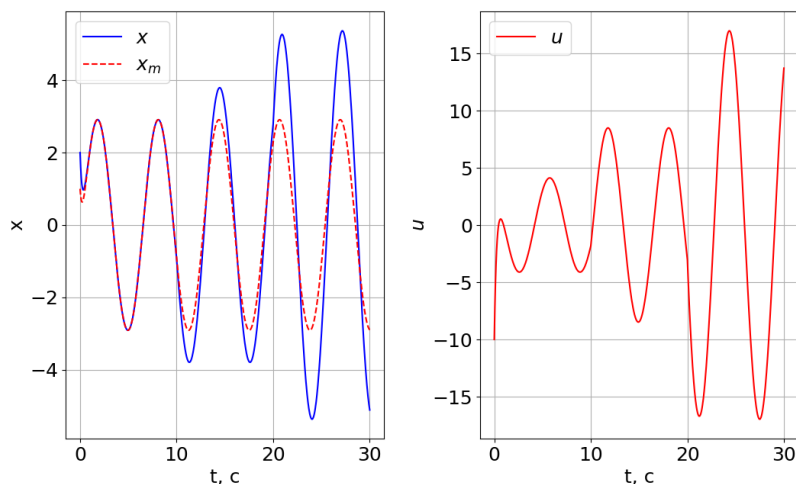


Рис. 2. График переходного процесса и управляющего воздействия для неадаптивной системы, при константном параметре θ при расчете управления

До изменения параметра θ система идеально следила за эталонным сигналом, но после изменения, логичным образом, наблюдаем как система совершенно не справляется с задачей.

2.3 Построение адаптивной системы управления

Пусть теперь, как в исходной постановке задачи, параметр θ неизвестен. Тогда для реализуемости закона управления (2) заменим величину θ на ее оценку $\hat{\theta}$:

$$u = -\hat{\theta}x - \lambda x + \lambda g \quad (3)$$

Если оценка $\hat{\theta}$ такая что, $\dot{\hat{\theta}} = -\gamma x \varepsilon$, где γ - коэффициентом адаптации, то по методу функций Ляпунова можно показать, что целевое равенство (1) будет выполнено.

Проведем моделирование полученной замкнутой системы при различных значениях параметра γ , получим следующие графики:

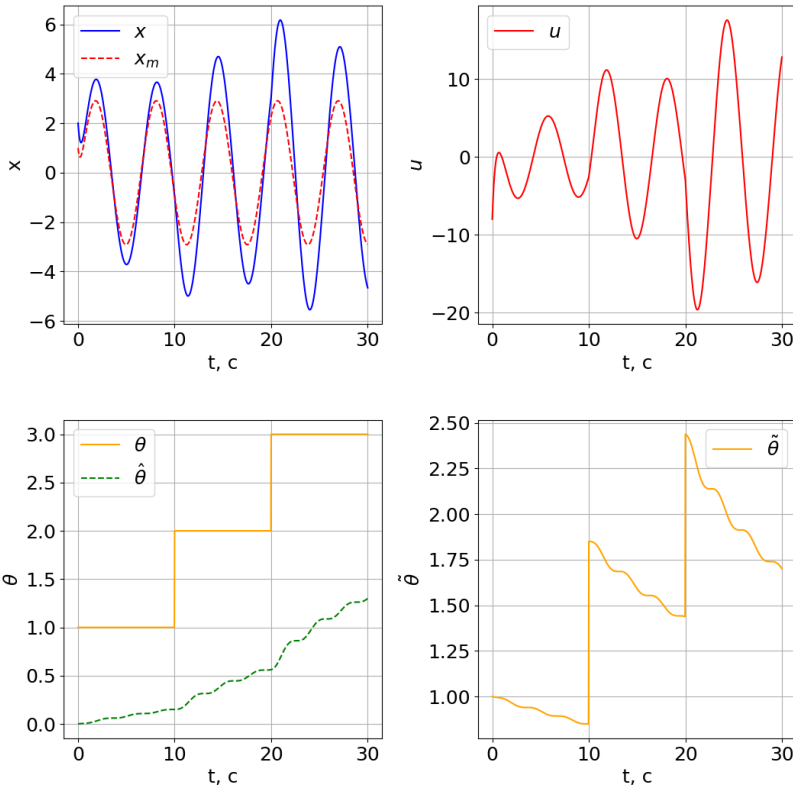


Рис. 3. График переходного процесса и управляющего воздействия, а также графика параметра θ и его оценки $\hat{\theta}$ для адаптивной системы с параметром $\gamma = 0.01$

Как можно видеть, при маленьком коэффициенте адаптации, система не успевает дать правильную оценку параметру, так как изменение реального параметра происходит быстрее. Но при этом, целевое равенство (1) выполняется.

Рассмотрим результаты моделирования при других параметрах γ :

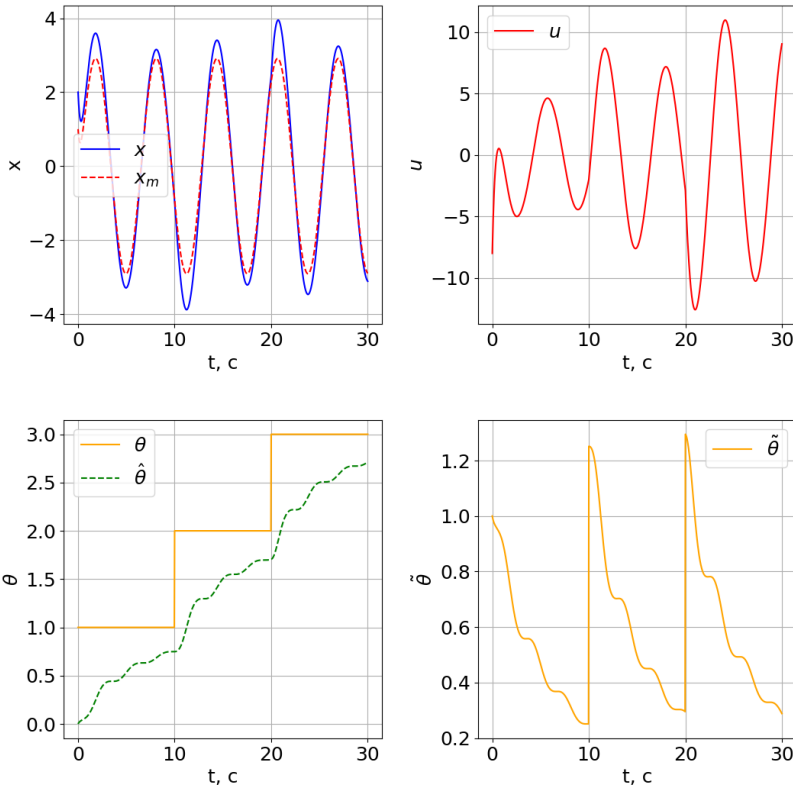


Рис. 4. График переходного процесса и управляющего воздействия, а также графика параметра θ и его оценки $\hat{\theta}$ для адаптивной системы с параметром $\gamma = 0.1$

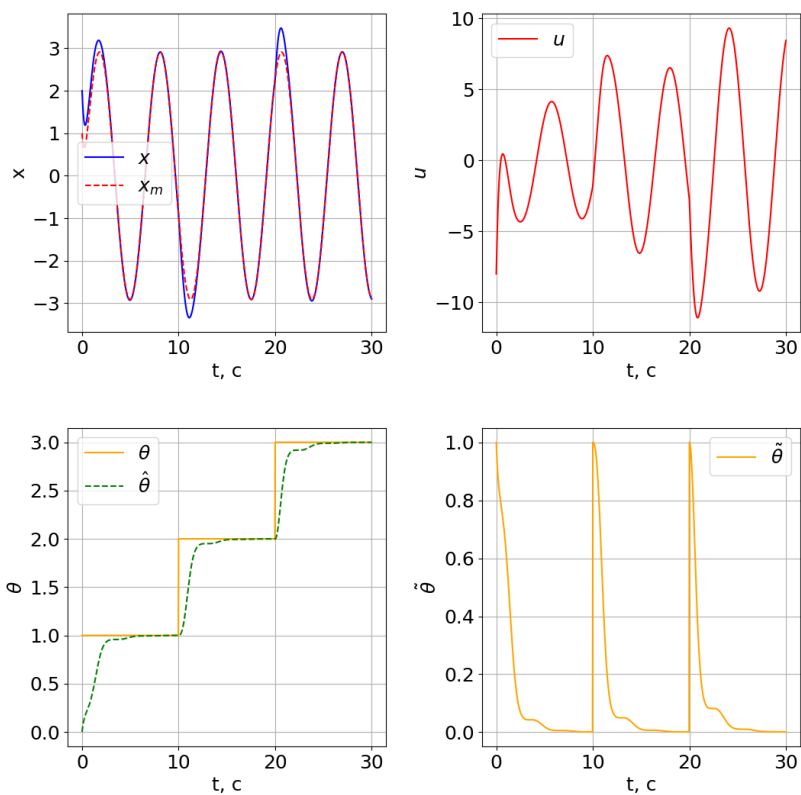


Рис. 5. График переходного процесса и управляющего воздействия, а также графика параметра θ и его оценки $\hat{\theta}$ для адаптивной системы с параметром $\gamma = 0.5$

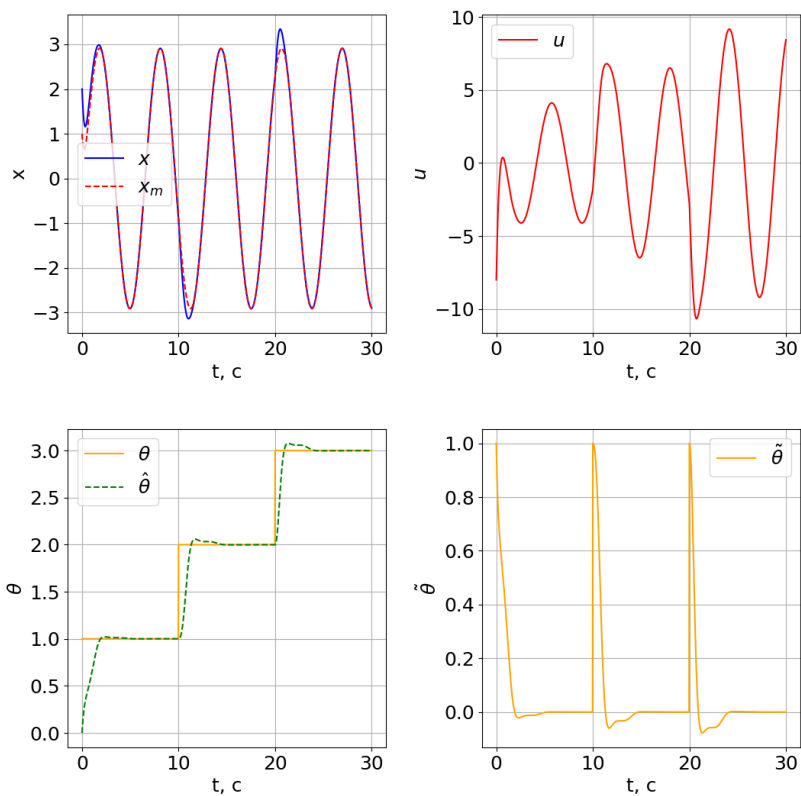


Рис. 6. График переходного процесса и управляющего воздействия, а также графика параметра θ и его оценки $\hat{\theta}$ для адаптивной системы с параметром $\gamma = 1.0$

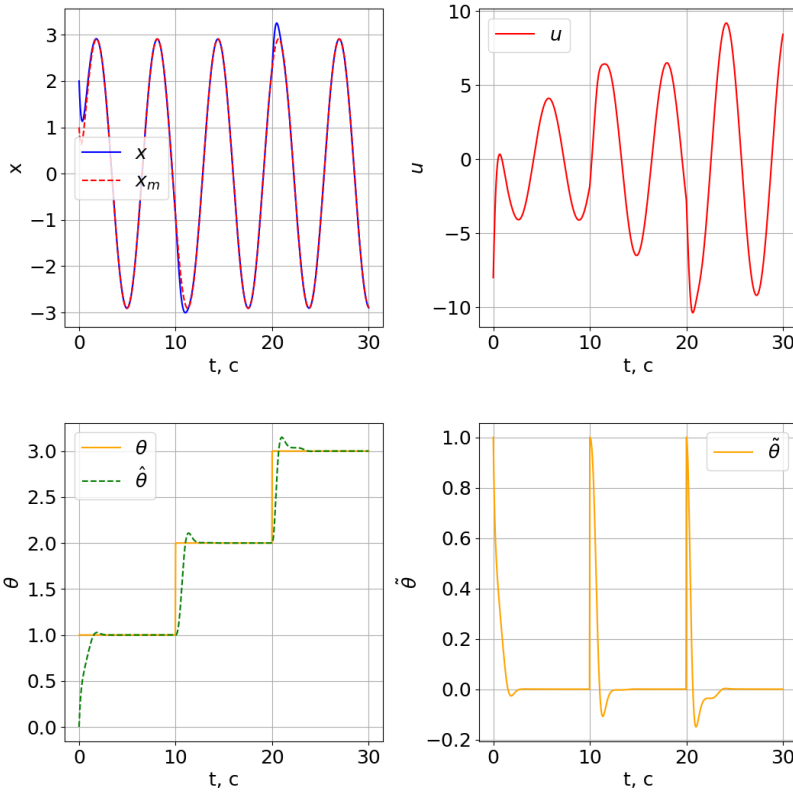


Рис. 7. График переходного процесса и управляющего воздействия, а также графика параметра θ и его оценки $\hat{\theta}$ для адаптивной системы с параметром $\gamma = 1.5$

Можно заметить, что чем больше параметр γ , тем быстрее алгоритм адаптации сводит ошибку $\tilde{\theta}$ к нулю, и значит тем быстрее система адаптируется к скачкообразным изменениям параметра θ .

2.4 Выводы

В результате проделанной работы, были синтезированы неадаптивные и адаптивные системы управления. При известных параметрах, неадаптивный алгоритм идеально справляется с задачей, однако, такая ситуация в реально жизни встречается крайне редко. Кроме того, если неадаптивный алгоритм будет знать только первоначальное значение параметров, то при малейшем его изменении целевая задача не будет выполняться.

С другой стороны, адаптивный регулятор показывает хорошие результаты сходимости выхода объекта к выходу эталонной модели, несмотря на отсутствие информации о реальных значениях параметров объекта. Также было установлено, что чем больше коэффициент адаптации, тем быстрее ошибка между реальными значениями параметров и их оценками сводится к нулю.