

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

**ОТЧЕТ**  
**по практической работе №4**  
**по дисциплине «Модельно-ориентированное проектирование**  
**систем управления»**  
**ТЕМА: Модальное управление с использованием наблюдателей**  
**состояния. Синтез наблюдающего устройства**

Студент гр. 9492

\_\_\_\_\_

Викторов А.Д.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Игнатович Ю.В.

Санкт-Петербург

2024

## Задание к практической работе

1. Изучить представленный материал и методические примеры лекции 4.
2. Построить наблюдатель полного порядка для следящей системы с выбранным типом двигателя постоянного тока (по вариантам).
3. В качестве выхода системы использовать скалярный сигнал с датчика положения привода.
4. При построении наблюдателя ввести невязку по параметрам наблюдателя и ОУ в виде разницы между параметрами и начальными условиями.
5. Выполнить исследование процесса наблюдения.
6. Сделать выводы.
7. Составить краткий отчет по работе.

## Ход работы

Для получения математической модели ДПТ в нотации пространства состояния и для последующего синтеза модального регулятора с наблюдателем состояния был использован код, представленный в листинге 1.

*Листинг 1 – Код скрипта*

```
clear, close all, clc
%% initial system
%СЛ-121 Вариант 9
Pn = 77; %Номинальная мощность, Вт
wn = 315; % Номинальная скорость вращения, рад/с
Un = 110; % Номинальное напряжение, В
In = 1.07; % Номинальный ток якоря, А
Mn = 0.245; % Номинальный момент, Н*м
Jd = 10^-4 * 1.67; % Момент инерции двигателя, кг*м^2
R = 8.5; % Сопротивление якоря, Ом
La = 10^-3 * 58; % Индуктивность якоря, Гн
Jn=2*Jd; % Приведенный момент инерции на валу двигателя
km=Mn/In % Коэффициент между током и моментом
ke=(Un-R*In)/wn; % Коэффициент противо-ЭДС
Te=La/R; % Постоянная времени якорной цепи
k1=1/R;
k2=km/Jn; % k1, k2 вспомогательные коэффициенты
ku=20; % Коэффициент усиления усилителя
%% continuous system
[Ad,Bd,Cd,Dd]=linmod('DPT_model_practice_3');
%% получение описания в ПС для дискретной модели
SYS=ss(Ad,Bd,Cd,Dd); % получение описания в ПС для дискретной модели
%% Вычисление полюсов системы по стандартному полиному
[p, b] = butterworth(3,2,0.05); % n = 3, poly_type = 3, tgel = 0.05, butterworth.m
```

```
%% коэффициенты модального регулятора и нормирующий коэффициент
Kd = place(SYS.A,SYS.B,p) % к-ты дискретного модального регулятора
%% расчет наблюдателя
[pn, b] = butterworth(3,2,0.01); % n = 3, poly_type = 3, tgel = 0.05, butterworth.m
l=place(SYS.A', SYS.C', pn);
L = l'; % коэффициенты наблюдателя
```

На рисунке 1 представлена модель ДПТ с совмещенным регулятором с наблюдателем.

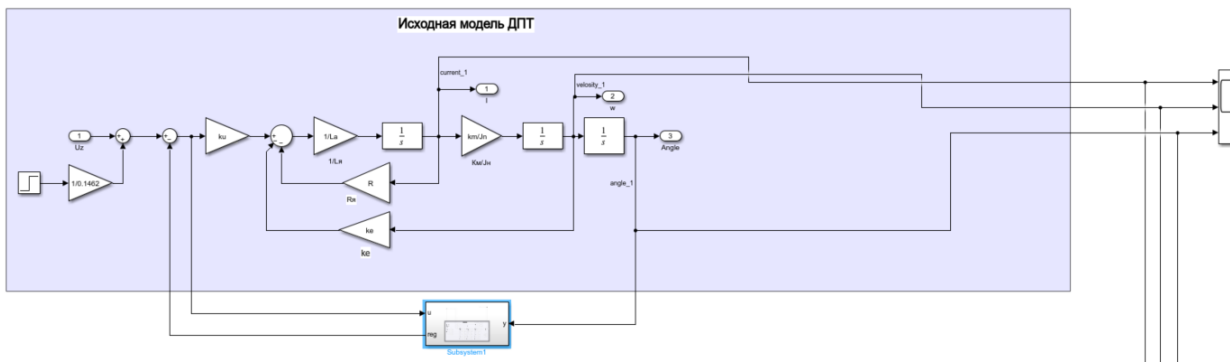


Figure 1 - Модель ДПТ с регулятором и наблюдателем

На рисунке 2 представлена схема совмещенного с наблюдателем регулятора.

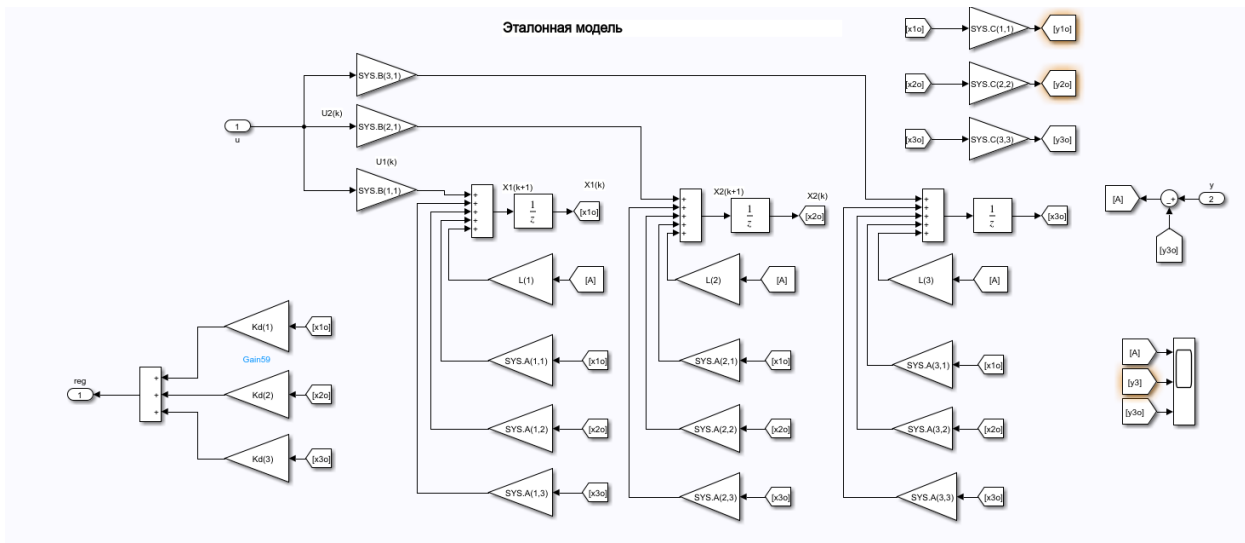


Figure 2 - Схема совместного регулятора и наблюдателя

Такая система обеспечивает достаточное качество регулирования, даже при несовпадении начальных условий или/и параметров эталонной системы и ОУ. Для доказательства этого тезиса приведены графики на рисунках 3, 4, с невязкой и без нее соответственно.

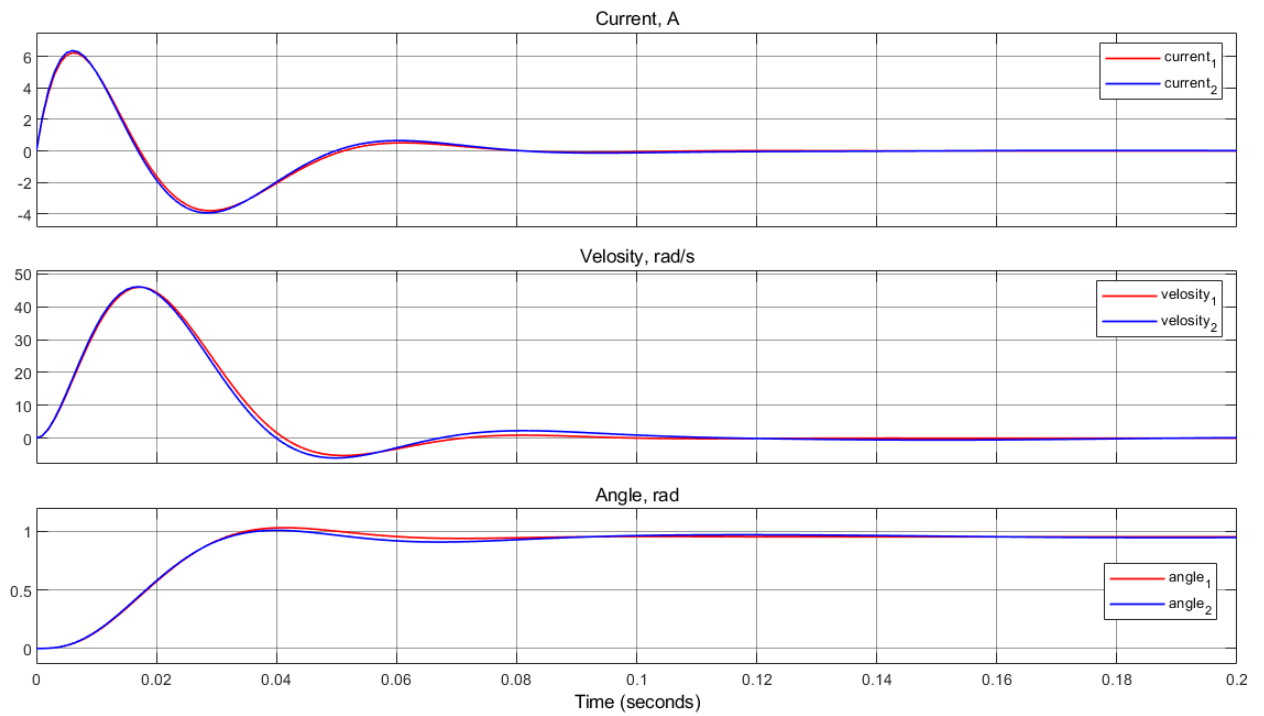


Figure 3 - Графики переходных процессов исходной и измененной систем с невязкой

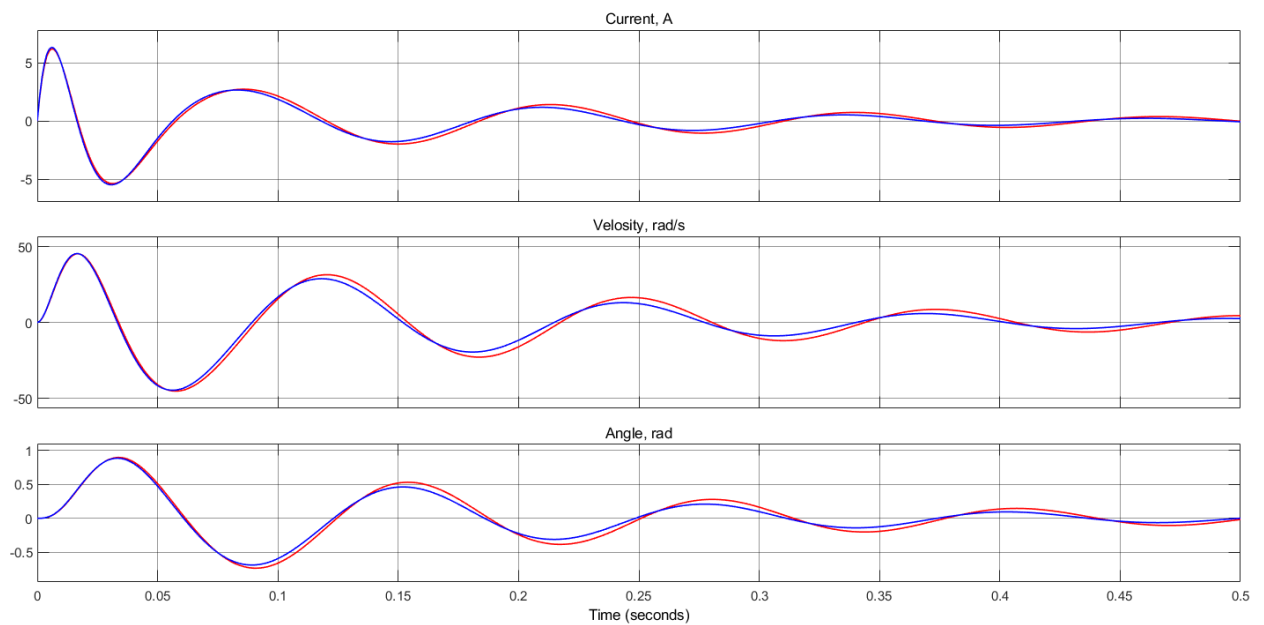


Figure 4 - Графики переходных процессов исходной и измененной систем без невязки

Можно заметить, что невязка увеличивает качество восстановления оценки переменных состояния, что влечет за собой улучшение качества регулирования. На рисунке 5 представлен график переходных процессов по невязке. Видно, что благодаря отрицательной обратной связи ошибка оценки стремится к нулю.

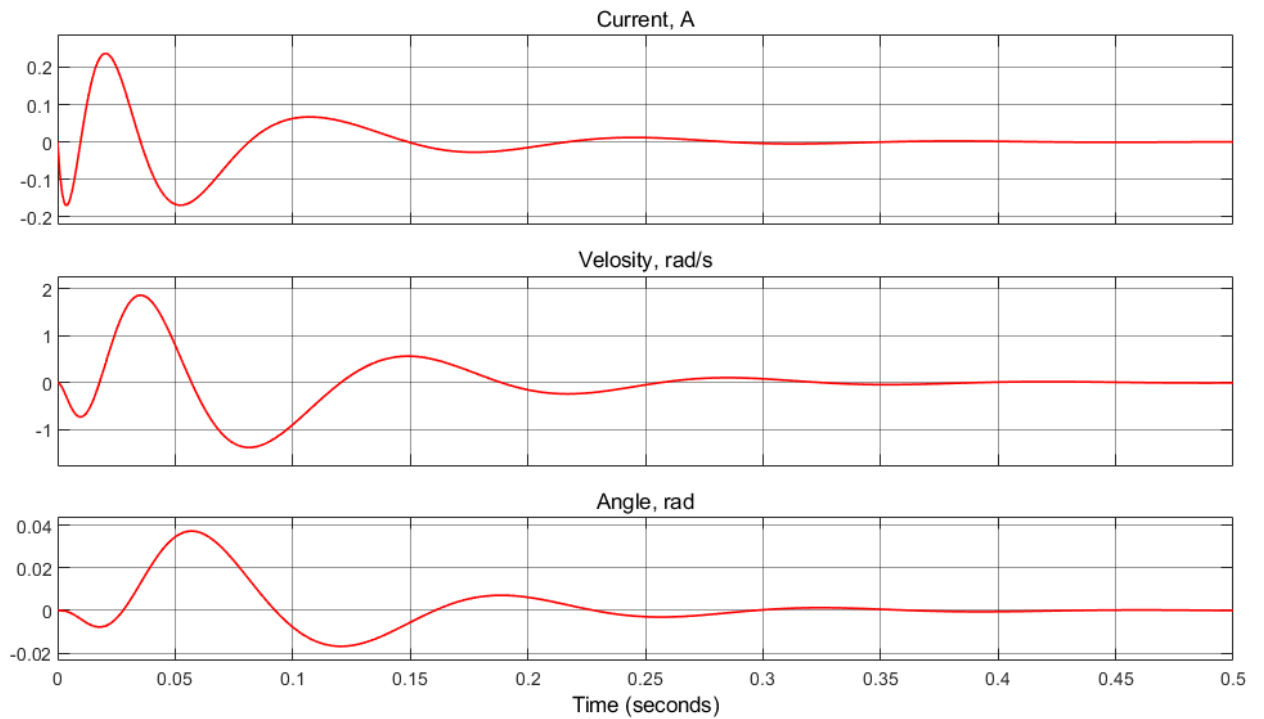


Figure 5 - Разница между оценкой и реальным значением переменных состояния

## Вывод

В ходе выполнения данной практической работы был синтезирован совмещенный с наблюдателем полного порядка модальный регулятор. Данный совмещенный регулятор позволяет, не имея точных параметров системы производить оценку переменных состояния, при этом измеряя только выход системы – единственную переменную состояния.

Было доказано, что обратная связь по ошибке оценок состояния положительно влияет на качество регулирования.