

ДЗ №4.1. Построить структурную схему по дифференциальному уравнению двигателя постоянного тока (ДПТ).

Аналитическое решение

№4.1

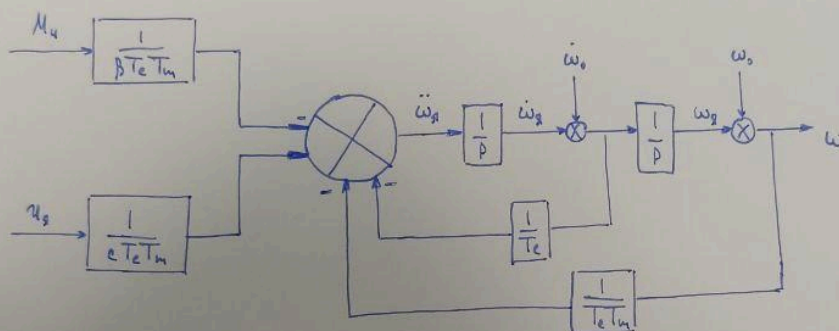
$$T_e T_m \ddot{\omega}_d + T_m \dot{\omega}_d + \omega_d = \frac{1}{c} u_d - \frac{1}{\beta} M_d \quad (*)$$

И.У: $\omega_d(0) = \omega_0$ $\dot{\omega}_d(0) = \dot{\omega}_0$

Выразим старшую производную: $T_e T_m \ddot{\omega}_d = \frac{1}{c} u_d - \frac{1}{\beta} M_d - T_m \dot{\omega}_d - \omega_d$

$$\ddot{\omega}_d = \frac{1}{c T_e T_m} u_d - \frac{1}{\beta T_e T_m} M_d - \frac{1}{T_e} \dot{\omega}_d - \frac{1}{T_e T_m} \omega_d$$

Структурная схема:



Найдём передаточную функцию $W(p)$

Применим преобразование Лапласа к (*):

$$T_e T_m p^2 \omega(p) + T_m p \omega(p) + \omega(p) = \frac{1}{c} u(p) - \frac{1}{\beta} M(p)$$

$$\omega(p) (T_e T_m p^2 + T_m p + 1) = \frac{1}{c} u(p) - \frac{1}{\beta} M(p)$$

$$\omega(p) = \underbrace{\frac{1}{c} \cdot \frac{1}{T_e T_m p^2 + T_m p + 1}}_{W_1(p)} u(p) - \underbrace{\frac{1}{\beta} \cdot \frac{1}{T_e T_m p^2 + T_m p + 1}}_{W_2(p)} M(p)$$

По принципу суперпозиции: $W(p) = W_1(p) + W_2(p) = \frac{\frac{1}{c} - \frac{1}{\beta}}{T_e T_m p^2 + T_m p + 1}$

Код программы по построению передаточных функций в Matlab:

```
clear all;
close all;

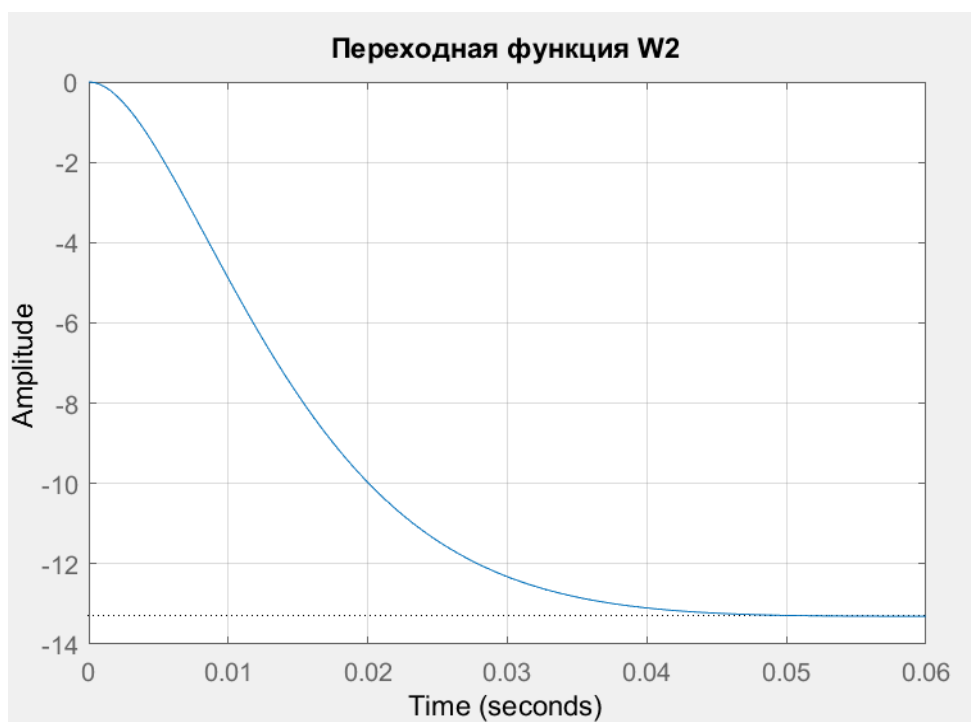
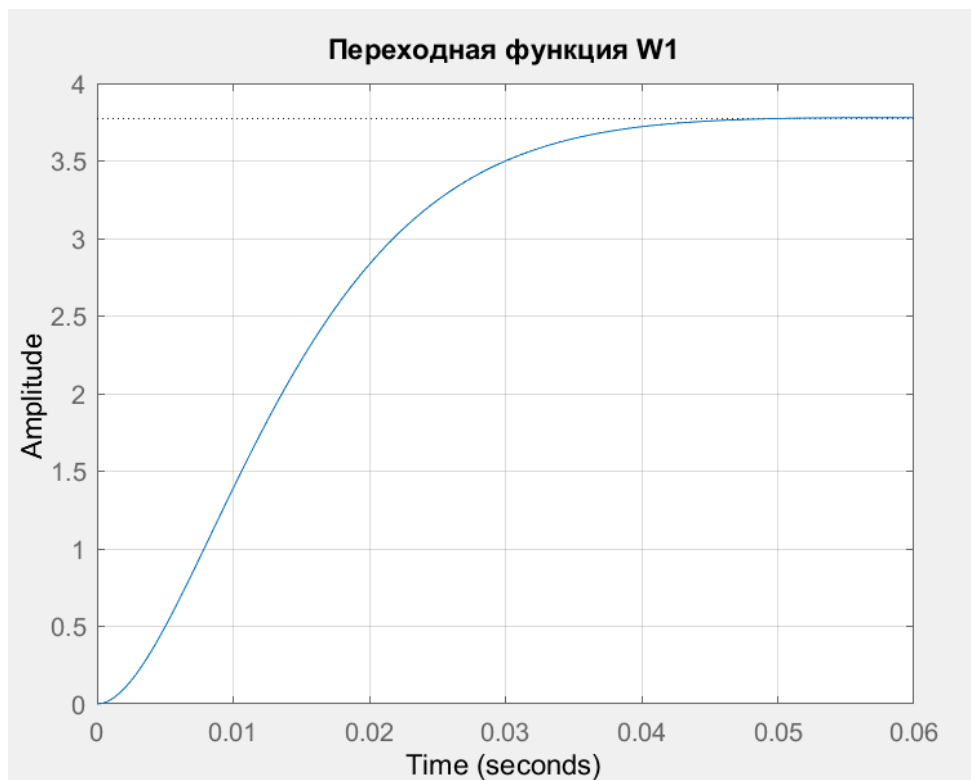
%Параметры
Tm = 0.0146;
Cm = 0.265;
Ce = 0.265;
L = 0.0042;
R = 0.933;
Te = L/R;
beta = Cm*Ce/R;
U = 270;
M = 2.0461;

% передаточная функция 1
W1 = tf(1/Ce, [Te*Tm Tm 1]);
figure(1);
step(W1);
grid on;
title("Переходная функция W1");

%Передаточная функция 2
W2 = tf(-1/beta, [Te*Tm Tm 1]);
figure(2);
step(W2);
grid on;
title("Переходная функция W2")

%Суперпозиция передаточных функций
W = W1 + W2;
figure(3);
step(W);
grid on;
title("Переходная функция W");
```

Графики передаточных функций:



Суперпозиция передаточных функций W1 и W2:

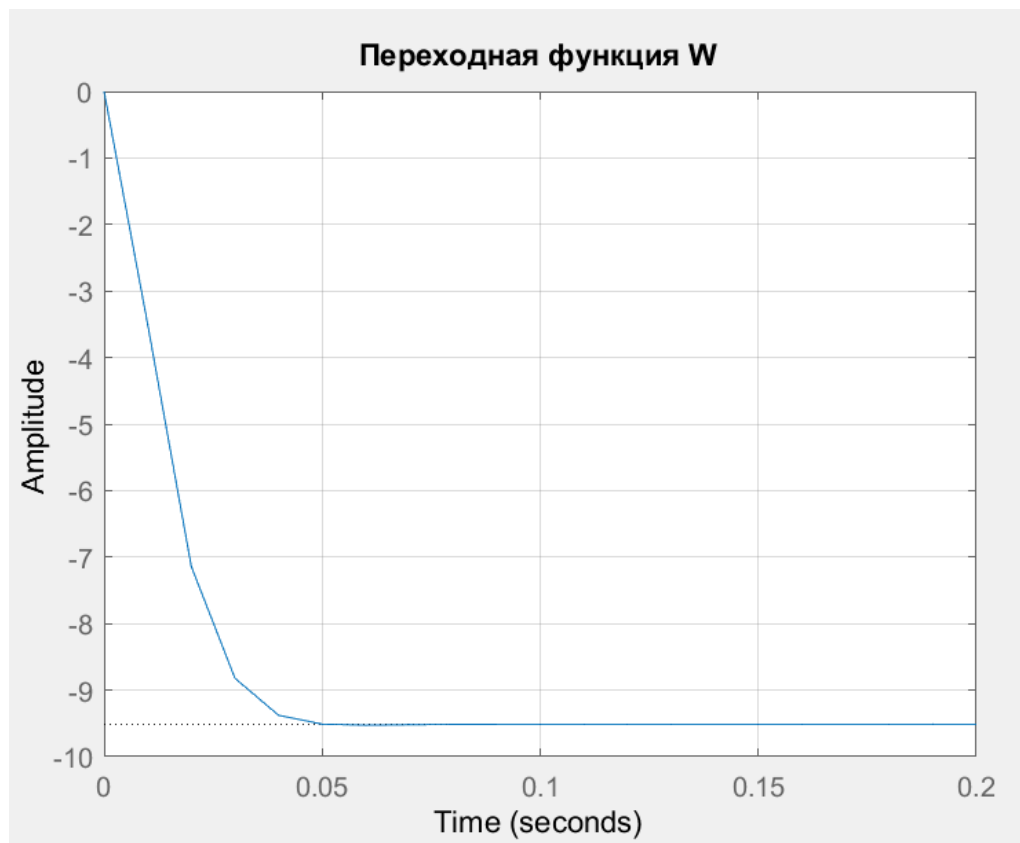
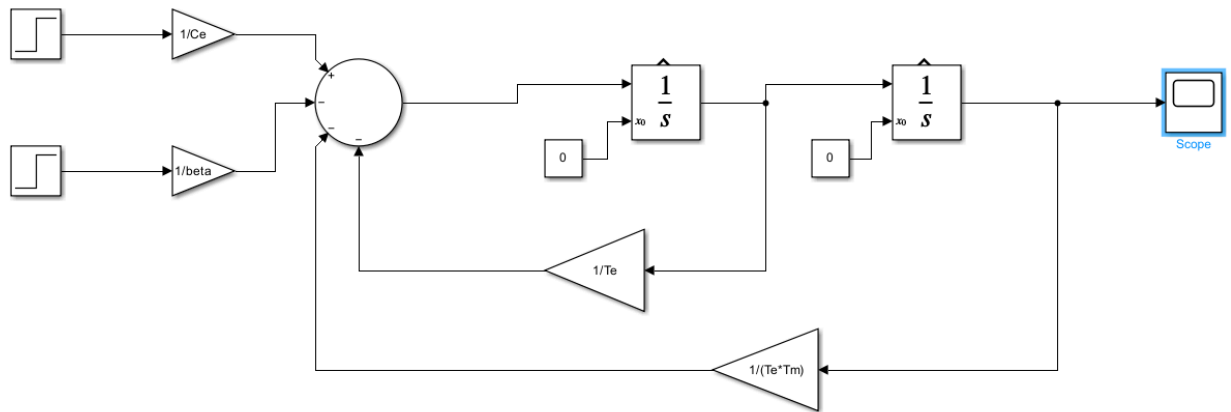
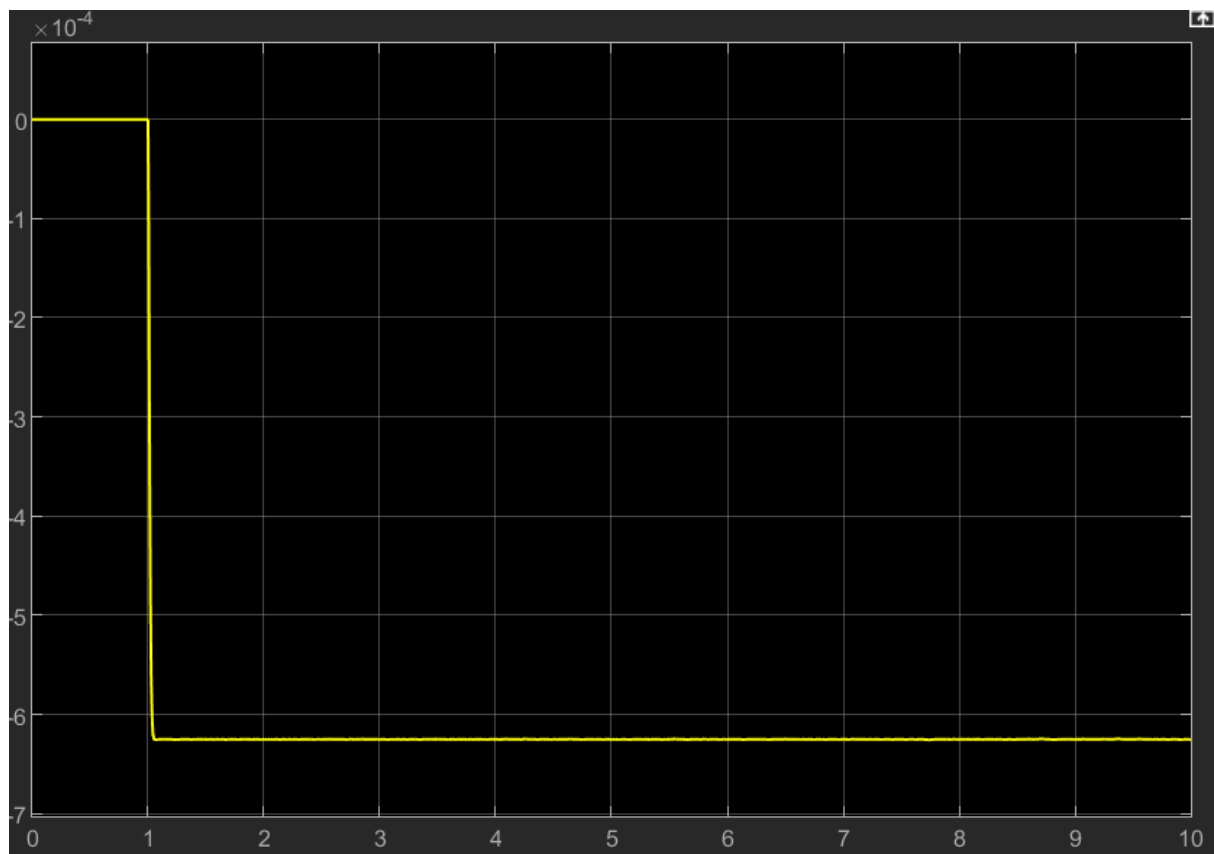


Схема в Simulink:



График, полученный в Simulink:



Вывод: по результатам моделирования, видно что графики, полученные путем построения в Simulink и численными методами совпадают