

Задание №1

Цель работы: Основы моделирования и управления динамическими системами.

Программное обеспечение:

Matlab.

Пример выполнения работы:

Рассмотрим задачу моделирования и управления на примере двигателя постоянного тока.

Уравнения динамики двигателя постоянного тока:

$$\begin{aligned}\dot{\phi} &= \omega, \\ L \frac{dI}{dt} + RI &= U - E_b, \\ J\dot{\omega} &= M - M_{fr},\end{aligned}$$

где ϕ – угол поворота, ω – угловая скорость,

I – сила тока,

L – индуктивность,

R – сопротивление,

U – входное напряжение,

$E_b = k_e \omega$ – противо-ЭДС, k_e - константа

$J = J_d + J_m$ – приведенный момент инерции, J_d – момент инерции ротора, J_m – момент инерции нагрузки,

$M = k_m I$ – момент двигателя, k_m – константа (коэффициент передачи по току),

$M_{fr} = k_f \omega$ – сила трения, k_f – константа.

Передаточная функция по углу имеет вид:

$$W(s) = \frac{\phi}{U} = \frac{k_m/(L * J)}{s^3 + (L * k_f + R * J)/(L * J)s^2 + (R * k_f + k_m * k_e)/(L * J)s}$$

С учетом малых момента инерции и индуктивности передаточную функцию можно упростить:

$$W(s) = \frac{\phi}{U} \approx \frac{k_m}{(L * k_f + R * J)s^2 + (R * k_f + k_m * k_e)s}$$

Также модель можно представить в канонической форме:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases},$$

где $y = \phi$,

$u = U$,

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -(R * k_f + k_m * k_e)/(L * k_f + R * J) \end{bmatrix},$$

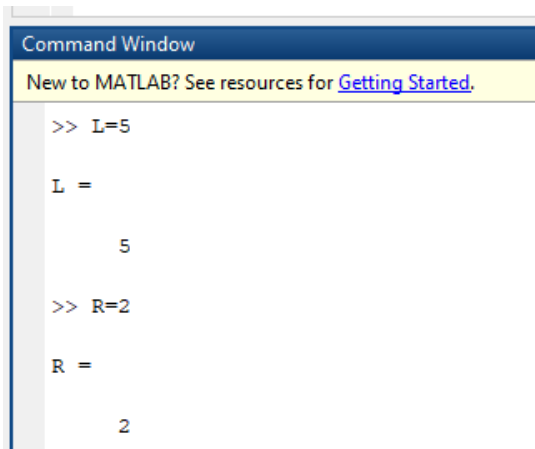
$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix},$$

$$C = [k_m/(L * k_f + R * J) \quad 0].$$

Пример моделирования для двигателя постоянного тока:

1. Запустите Matlab и введите все параметры двигателя (индуктивность, сопротивление, коэффициент противо-ЭДС, моменты инерции, коэффициент передачи по току, коэффициент силы трения).

Способ 1: Введите все параметры в командной строке основного окна программы



```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

>> L=5

L =

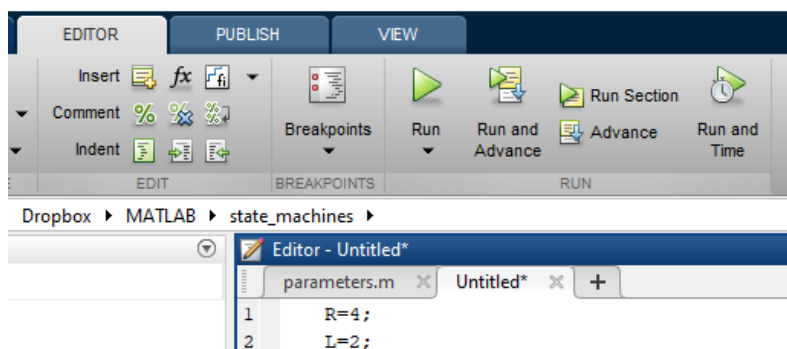
    5

>> R=2

R =

    2
```

Способ 2: На панели инструментов нажмите New script. В редакторе введите все коэффициенты и нажмите Run во вкладке EDITOR.



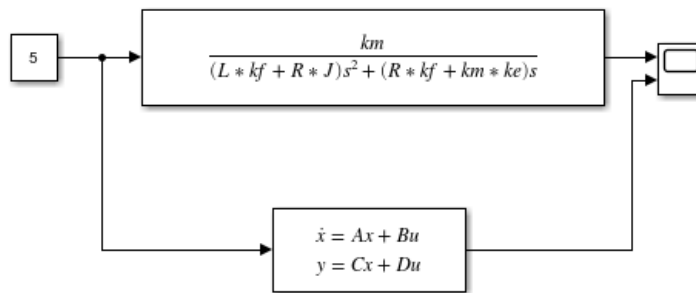
2. Откройте Simulink посредством ярлыка на панели инструментов и создайте новый файл, откройте Library browser.

3. Перетащите в рабочую область блок Transfer function из библиотеки Continuous. Дважды кликните на блок и введите коэффициенты передаточной функции (numerator – числитель, denominator - знаменатель).

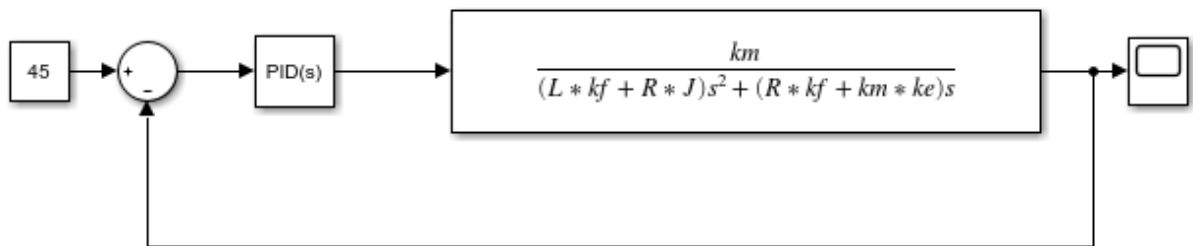
4. Подайте на вход модели двигателя постоянное напряжение (блок Constant) и снимет график координаты (Scope). Проведите моделирование для разных величин входного напряжения.

5. Повторите моделирование, но для модели вход-состояние выход. Для этого используйте блок State Space из библиотеки Continuous.

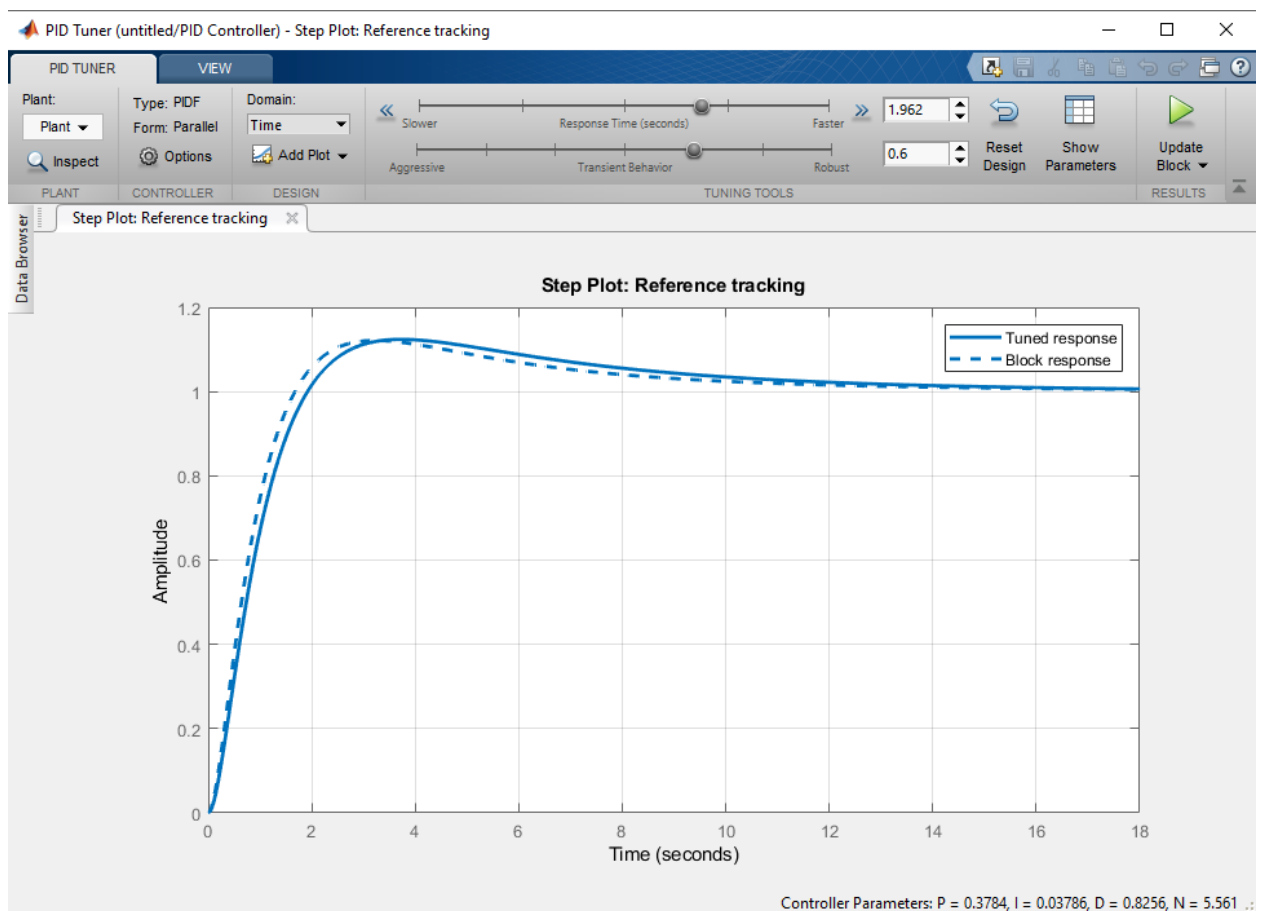
Результирующая модель примет вид



6. Постройте контур управления положением двигателя с использованием ПИД-регулятора:



7. Зайдите в настройки блока ПИД-регулятора. В настройках нажмите кнопку Tune и настройте коэффициенты регулятора, чтобы обеспечить перерегулирование не более 20% со временем переходного процесса не более 10 секунд.



8. Проведите моделирование при трех различных значениях желаемого угла поворота.

Содержание отчета:

- Титульный лист.
- Цель работы.
- Описание динамической системы для моделирования.
- Simulink- схемы передаточной функции моделируемого объекта в форме вход-состояние-выход, объекта с ПИД-регулятором
- Коэффициенты настройки ПИД-регулятора, полученное перерегулирование и время переходного процесса.
- Графики переходных процессов при постоянном входном воздействии и при использовании ПИД-регулятора.
- Вывод.