



Факультет Систем Управления и Робототехники

«Получение конструктивной постоянной двигателя»

Аннотация – В лабораторной работе мы изучили модель двигателя постоянного тока и построили графики зависимостей некоторых величин

Выполнили

Котуранова М.С.¹
Охрименко А. Д.²
Авраменко Е. А.³
Комарова О. И.⁴

¹408879, @mariyka_kot
409290, @eva0_duduka
408103, @kate_avr
408835, @O_olala

Проверил

Овчаров А.О.

Цель работы

Изучить внутреннее устройство и принцип работы электродвигателей постоянного тока на примере мотора EV3. Изучить математическую модель двигателя и конструктивные постоянные.

Теоретические вводные данные

В лабораторной работе рассматривается более полная модель двигателя постоянного тока по сравнению с первой лабораторной работой, а также вычисляются все константы, описывающие двигатель.

Так как новая модель учитывает ЭДС самоиндукции катушки, закон Ома принимает следующий вид(добавляется слагаемое в числителе):

$$I = \frac{U_{ctrl} + E_{stat} + E_{self}}{R}$$

Система уравнений, описывающих модель ненагруженного двигателя:

$$\begin{cases} \dot{\omega} = \frac{k_m}{J} I \\ \dot{I} = \frac{1}{L} U_{ctrl} - \frac{k_e}{L} \omega - \frac{R}{L} I. \end{cases}$$

Дифференциальное уравнение следующего вида:

$$\frac{L}{R} \ddot{\omega} + \dot{\omega} + \frac{k_m k_e}{JR} \omega = \frac{k_m}{JR} U_{ctrl}.$$

Домножим уравнение на полученную в прошлой работе электромеханическую постоянную времени $T_m = \frac{JR}{k_m k_e}$ и получим конечное уравнение

$$T_{\text{я}}T_m\ddot{\omega} + T_m\dot{\omega} + \omega = \frac{1}{k_e}U_{ctrl}$$

$$, T_{\text{я}} = \frac{L}{R}$$

Описание работы

Выполнение лабораторной работы можно разделить на следующие этапы:

1. Собираение экспериментальной конструкции с заблокированным двигателем, подключение к ноутбуку
2. Написание программы для двигателя и для графиков на питоне.
3. Получение данных
4. построение графиков зависимостей величин(с аппроксимацией).
5. Запуск программы на незаблокированном двигателе и снятие измерений.
6. построение графиков зависимостей величин(с аппроксимацией).
7. Создание схемы моделирования процесса разгона ненагруженного двигателя в Simulink.
8. Построение графика зависимости $\theta(t)$, описывающего разгон двигателя и сравнение его с графиком, полученным при помощи Simulink.
9. Обработка всех полученных данных и формирование отчёта о выполненной лабораторной работе.

Графики зависимостей

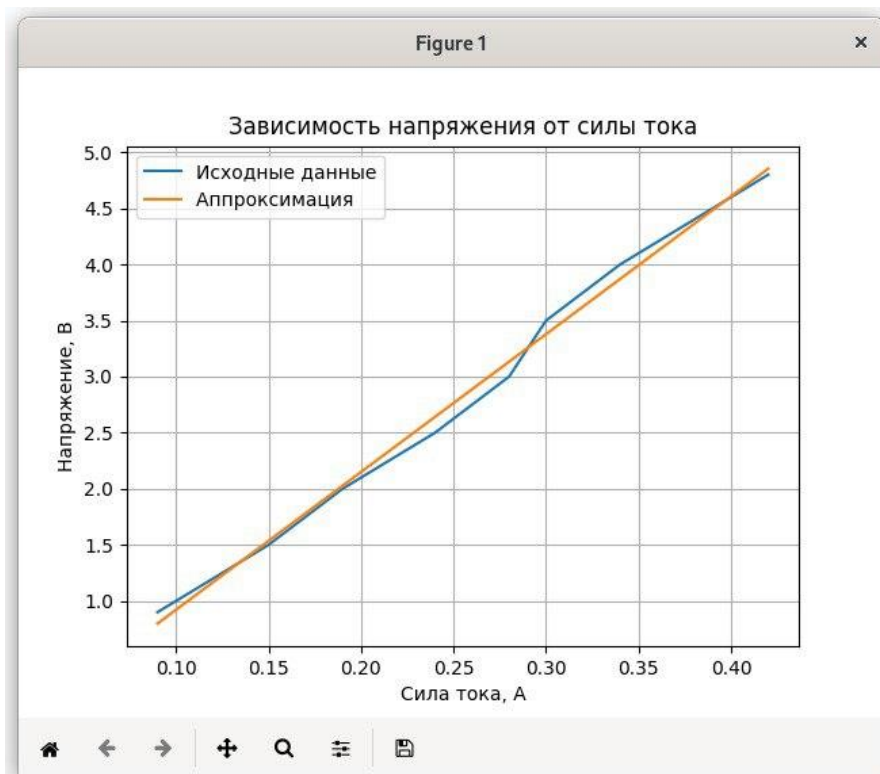


Рис. 1. График зависимости $U(I)$ при напряжении от 10 до 50%

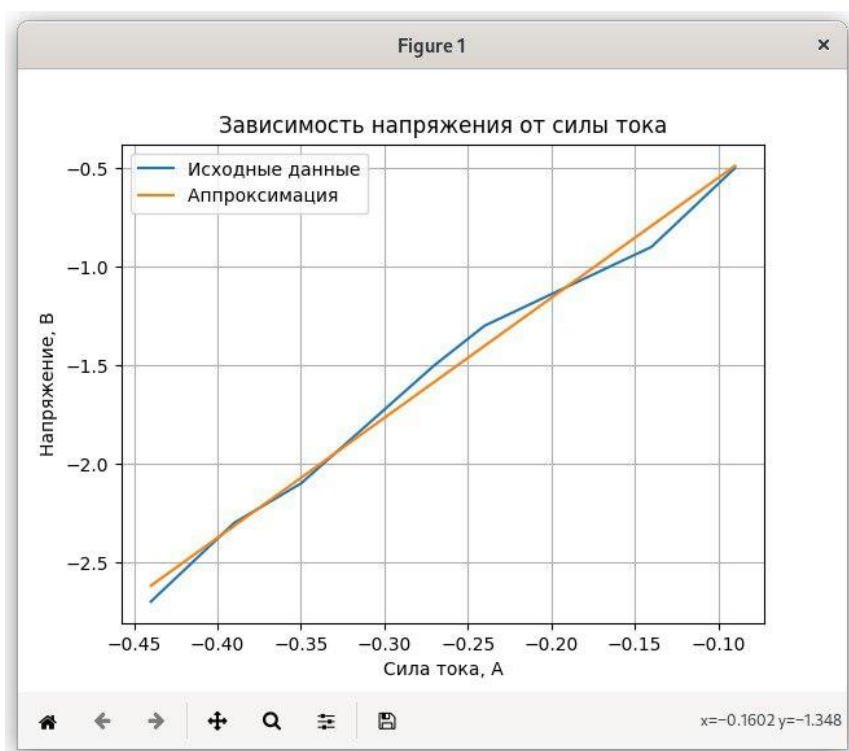


Рис. 2. График зависимости $U(I)$ при напряжении от -10 до -50%

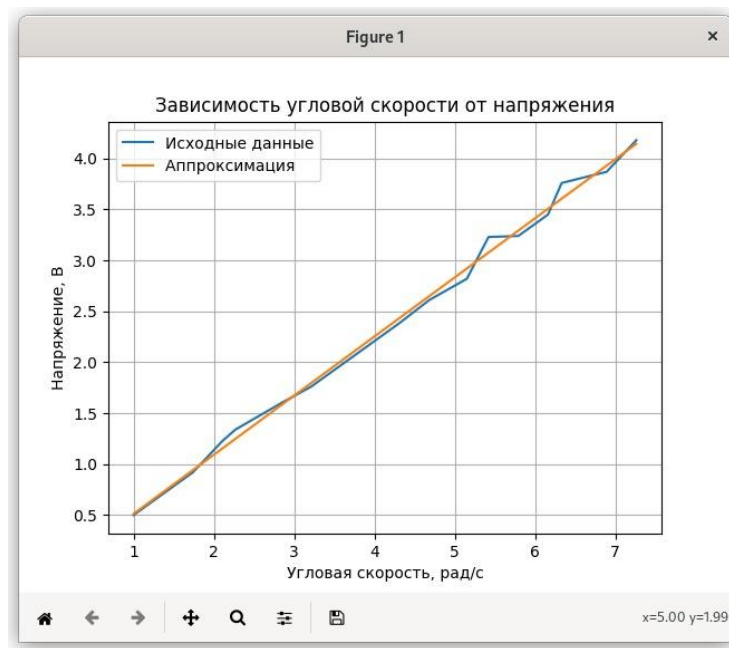


Рис. 3. График зависимости $U(\omega)$ при напряжении от 10 до 50%

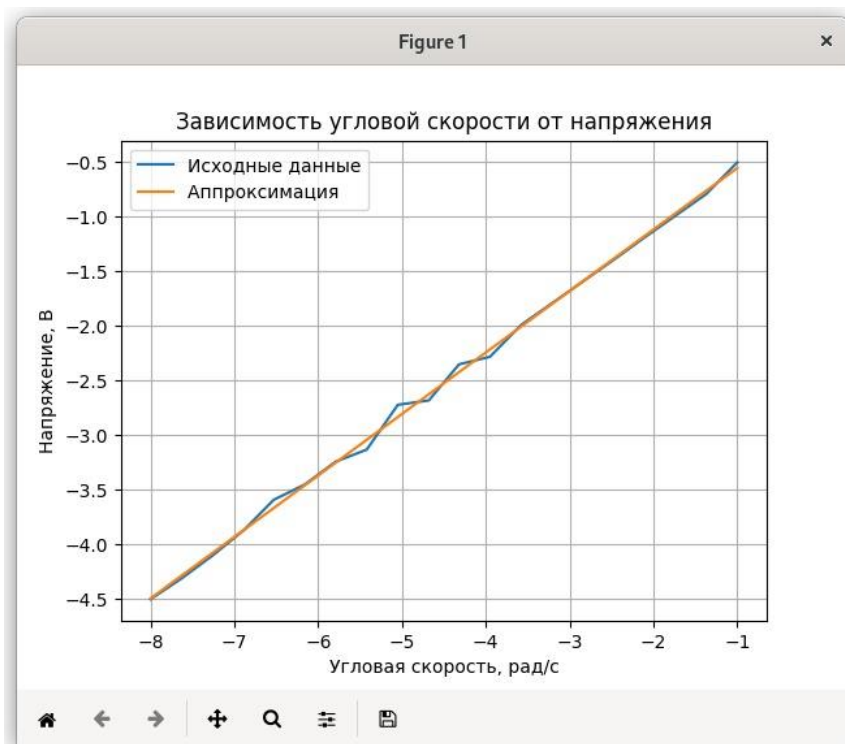


Рис. 4. График зависимости $U(\omega)$ при напряжении от -10 до -50%

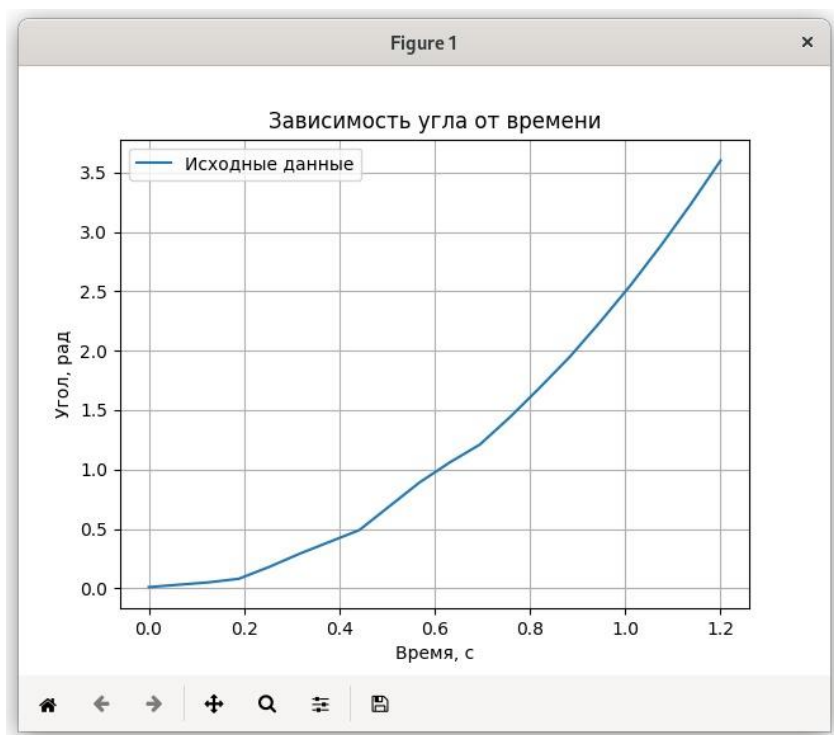


Рис 5. График зависимости $\theta(t)$ при напряжении 50%

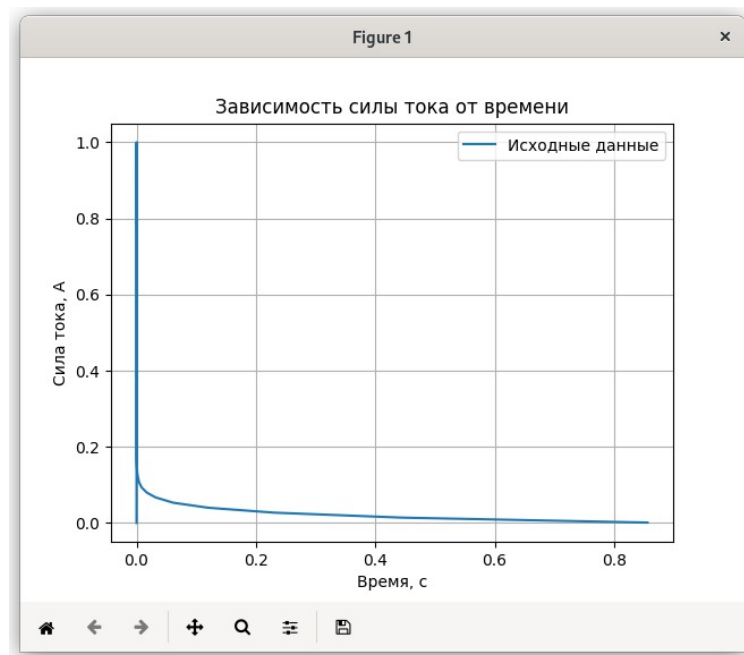


Рис. 6. График зависимости $I(t)$ при напряжении 50%

Результаты аппроксимации экспериментальных данных соответствующей функцией от времени в виде значений величин T_m и ω_{nls} сведены в таблицу 1. В четвертом ее столбце указаны результаты расчета величины Mst по значениям величин T_m и ω_{nls} из двух предшествующих столбцов

Таблица 1. Результаты измерений U, I при напряжении от 5% до 50%

Voltage, %	$U_{\text{изм.}}, \text{ В}$	$I_{\text{изм.}}, \text{ А}$
5	0.9	0.09
10	1,50	0,15
15	2,00	0,19

20	2,50	0,24
25	3,00	0,28
30	3,00	0,30
35	3,50	0,3
40	4,00	0,34
45	4,40	0,38
50	4,80	0,42

Таблица 2. Результаты измерений U , I при напряжении от -5% до -50%

Voltage, %	$U_{\text{изм.}}$, В	$I_{\text{изм.}}$, А
-10	-0,5	-0,09
-15	-0,9	-0,14
-20	-1,1	-0,19
-25	-1,3	-0,24

-30	-1,5	-0,27
-35	-1,8	-0,31
-40	-2,1	-0,35
-45	-2,3	-0,39
-50	-2,7	-0,44

Таблица 3. Используемые величины

J	0.0023
L	0.0047
R	7.0290
k_{e1}	0.5270
k_{e2}	0.5552
$k_e (k_m)$	0.5411

Код в PYTHON (графики)

```

1 import pandas as pd
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 |
5 data = pd.read_csv('U(I).csv', sep='\t', header=None)
6
7 # Извлечение данных из столбцов
8 U = data[0]
9 I = data[1]
10
11 degree = 1
12 coefficients = np.polyfit(I, U, degree)
13 polynomial = np.poly1d(coefficients)
14 U_appr = polynomial(I)
15
16 # Построение графика
17 plt.plot(I, U, linestyle='-', label='Исходные данные')
18 plt.plot(I, U_appr, label='Аппроксимация '.format(degree))
19 plt.title('Зависимость напряжения от силы тока')
20 plt.xlabel('Сила тока, А')
21 plt.ylabel('Напряжение, В')
22 plt.grid(True)
23 plt.legend()
24 plt.show()

```

Код в Python.

```

1  #!/usr/bin/env python3
2  f = open('lab1.csv', 'w')
3  import ev3dev2.motor as motor
4  import time
5
6  motor_a=motor.LargeMotor(motor.OUTPUT_A)
7  for voltage in range(10, 51, 5):
8      startTime=time.time()
9      while (True):
10         currentTime=time.time()-startTime
11         motor_pose=motor_a.position
12         motor_vel=motor_a.speed
13         motor_a.run_direct(duty_cycle_sp=voltage)
14
15         f.write('{} , {} , {} , {}\n'.format(voltage, currentTime, motor_vel, motor_pose))
16
17         if currentTime>3:
18             motor_a.run_direct(duty_cycle_sp=0)
19             break
20     time.sleep(1)

```

Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы №2 нами были достигнуты цели, которые были поставлены ранее. Мы изучили внутреннее устройство и функционирование электродвигателя, составили полную математическую модель работы незагруженного двигателя, включив в неё ЭДС самоиндукции катушки ротора. Также мы вычислили конструктивные постоянные для данного двигателя, которые пригодятся в дальнейших лабораторных работах.