

Всего за выполнение данной дополнительной лабораторной работы можно получить до 8 баллов, стоимость каждого пункта в баллах приведена в тексте работы. Первое задание обязательно к выполнению, остальные задания и пункты могут выполняться в любом порядке на ваше усмотрение.

Математическая модель:

При выполнении данной лабораторной работы в качестве математической модели двигателя используйте уравнение относительно угла

$$T\ddot{\theta} + \dot{\theta} = kU, \quad (1)$$

где θ , рад — угол поворота двигателя, U , В — напряжение, поданное на двигатель, и уравнение относительно скорости

$$T\dot{w} + w = kU, \quad (2)$$

где w , рад/с — угловая скорость двигателя.

Полезные ссылки:

- Документ с полезной информацией
- API для EV3

Задание 1. Определение параметров двигателя с помощью МНК (1 балл)

Снимите Step Response двигателя и, основываясь на этих данных, проведите аппроксимацию параметров T и k двигателя постоянного тока. В качестве математической модели используйте уравнение (1).

Задание 2. Астатизмы и регуляторы (1 балл за каждый пункт)

1) (1 балл) Используя П-регулятор, выполните слежение по углу поворота двигателя за

- постоянным сигналом,
- линейно возрастающим сигналом.

Используйте три различных значения коэффициента регулятора, сделайте выводы о его влиянии на величину ошибки регулирования. Для линейного сигнала аналитически посчитайте предполагаемую ошибку и сравните с реальной.

2) (1 балл) Используя ПИ-регулятор, выполните слежение по углу поворота двигателя за

- линейно возрастающим сигналом,

- квадратичным сигналом,
- кубическим сигналом.

Посчитайте предполагаемую ошибку и сравните с экспериментом. Приведите в отчете сравнительные графики ошибок для трех разных сигналов на одном рисунке.

3) (1 балл) Сделайте специальный регулятор для слежения по углу за сигналом вида

$$A_1 \cos(\omega t + \varphi_1).$$

Коэффициенты $A_1, A_2, \varphi_1, \varphi_2$ выберите различными.

Примечание: обратите внимание, что у двигателя есть предельная скорость, так что за некоторыми сигналами он сможет следить только ограниченное время.

Задание 3. Частотные характеристики (1 балл)

Получите экспериментально АЧХ и ФЧХ двигателя постоянного тока относительно скорости. Сравните их с теоретическими.

Примечание: частоту для реального двигателя следует брать не более 20 с^{-1} .

Задание 4. Критерий Найквиста (1 балл)

Используя П-регулятор, поверните двигатель на фиксированный угол. Найдите (аналитически и экспериментально) критическую задержку, при которой данная система становится неустойчивой. Сравните результаты. В отчете приведите графики поведения системы с задержкой до критического значения и после.

Задание 5. Вынужденное движение (1 балл за каждое входное воздействие)

Рассчитайте траекторию угла поворота двигателя и его угловой скорости при подаче на двигатель входных воздействий вида

- (1 балл) $A_1 \sin(\omega_1 t)$,
- (1 балл) $A_2 \cos(\omega_2 t) + A_3 \sin(\omega_3 t)$.

Коэффициенты A_1, A_2, A_3 , а также $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ выберите самостоятельно. Все коэффициенты для второго воздействия должны быть различными. Подайте такое же воздействие на реальный двигатель и сравните результат с расчетами.