



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

**«ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДСИСТЕМЫ
ФОРМИРОВАНИЯ ТЯГИ ДЛЯ МАЛЫХ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»**

Санкт-Петербург, 2017

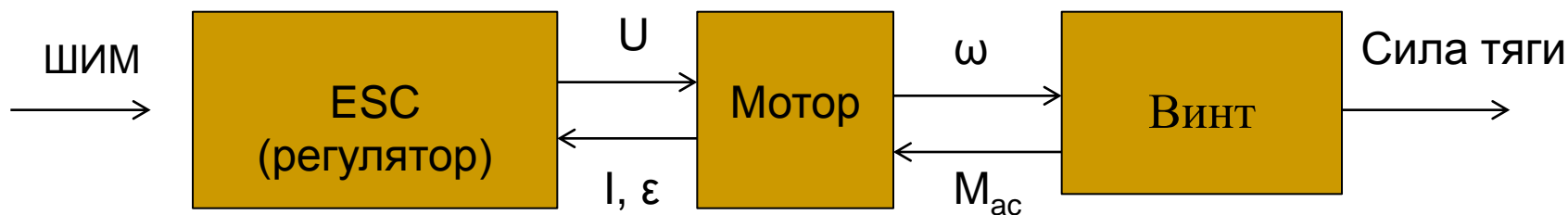
Филатов Д.М., Фридрих А.И., Девяткин А.В.

Цель работы – получение компьютерной модели подсистемы формирования тяги для БПЛА на базе DJI ARF450 kit.

Задачи, решаемые в данной работе:

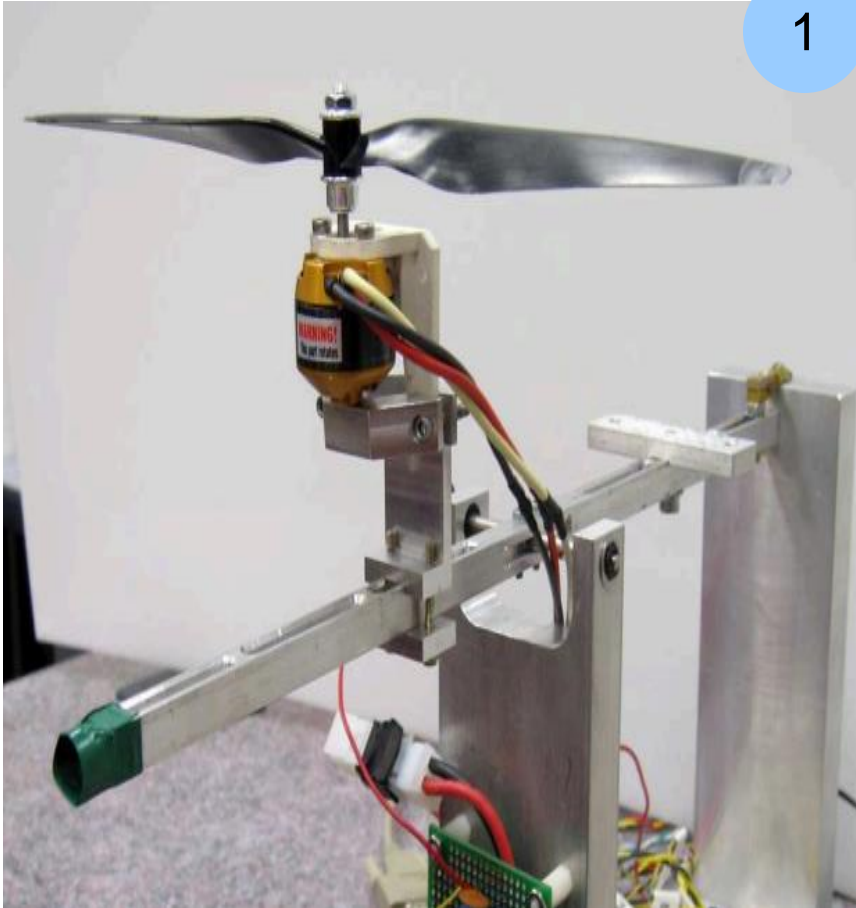
- Изучение существующих подходов для разработки математического описания процессов формирования силы тяги;
- Обзор существующих разработок в области проведения идентификации параметров подсистемы формирования тяги;
- Разработка стенда для идентификации параметров подсистемы формирования тяги;
- Идентификация параметров, моделирование и верификация модели подсистемы формирования тяги.

ПОДСИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ СИЛЫ ТЯГИ



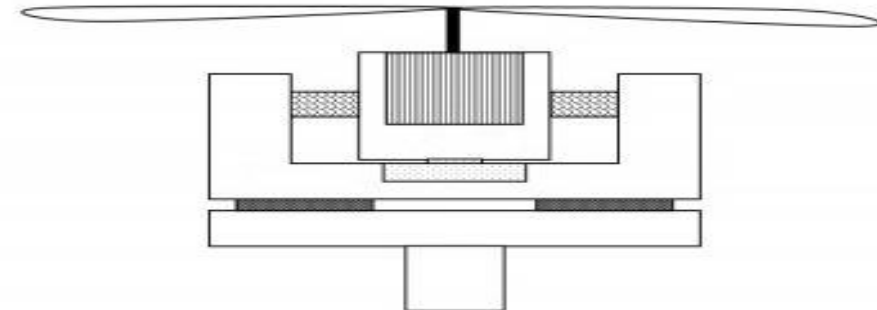
СТЕНДЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ

1



Стэнфордский университет

2



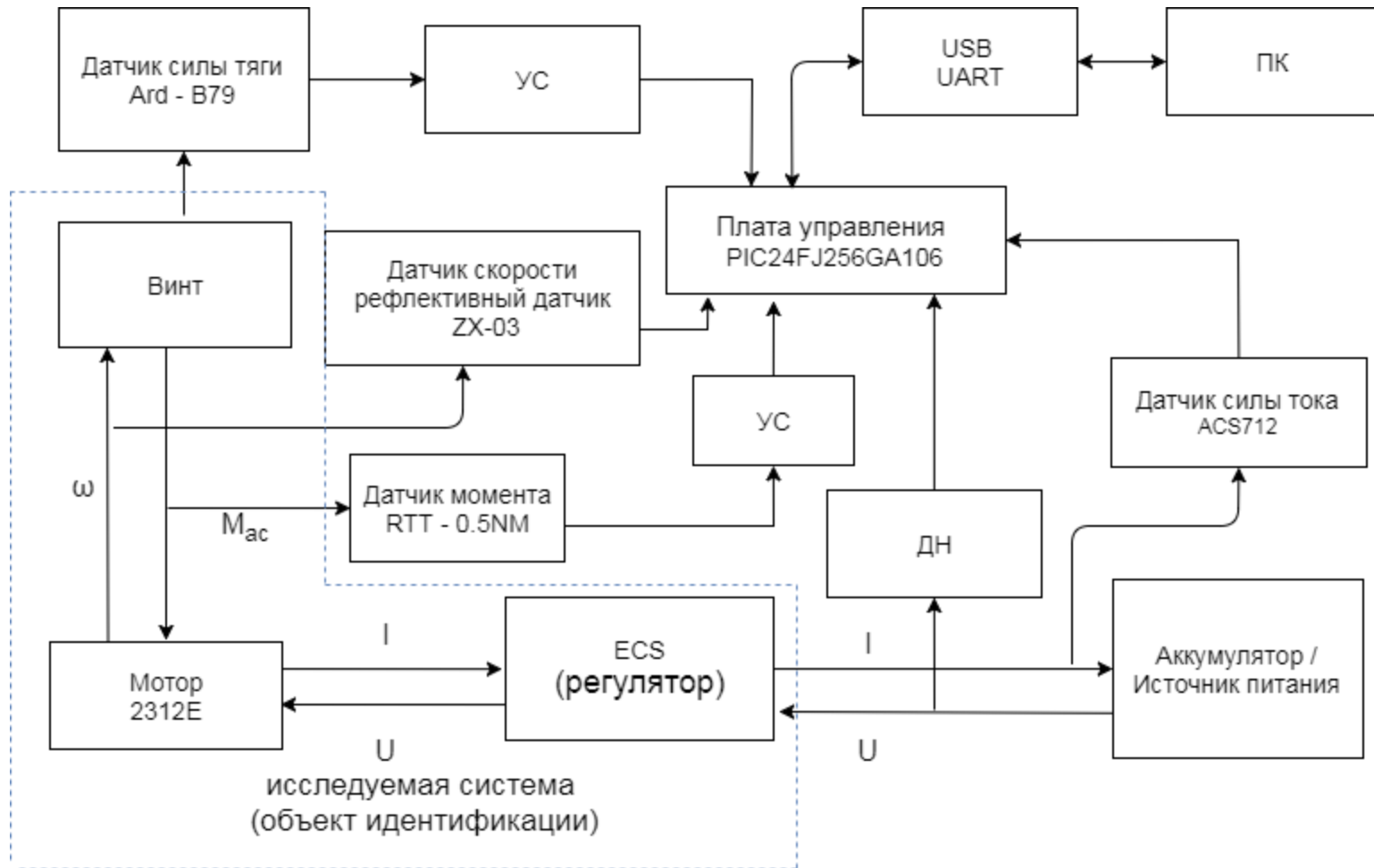
Мемориальный университет
Ньюфаундленда

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБАТЫВАЕМОМУ СТЕНДУ

	Значения
Расположение винта	горизонтальное
Измерение силы тяги, кг	от 0 до 5
Измерение аэродинамического момента, Н·м	от 0 до 0,5
Максимальная скорость вращения винта, об/мин	30 000
Максимальная измеряемая сила тока, А	20
Максимальное измеряемое напряжение, В	0 - 30

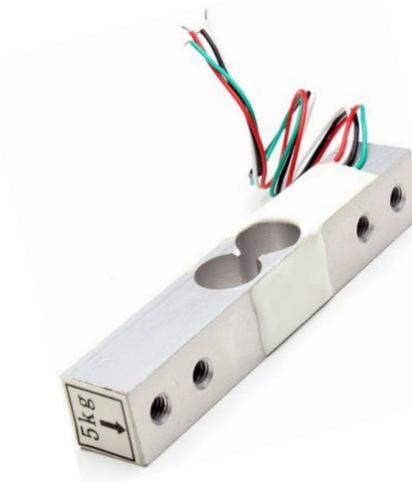
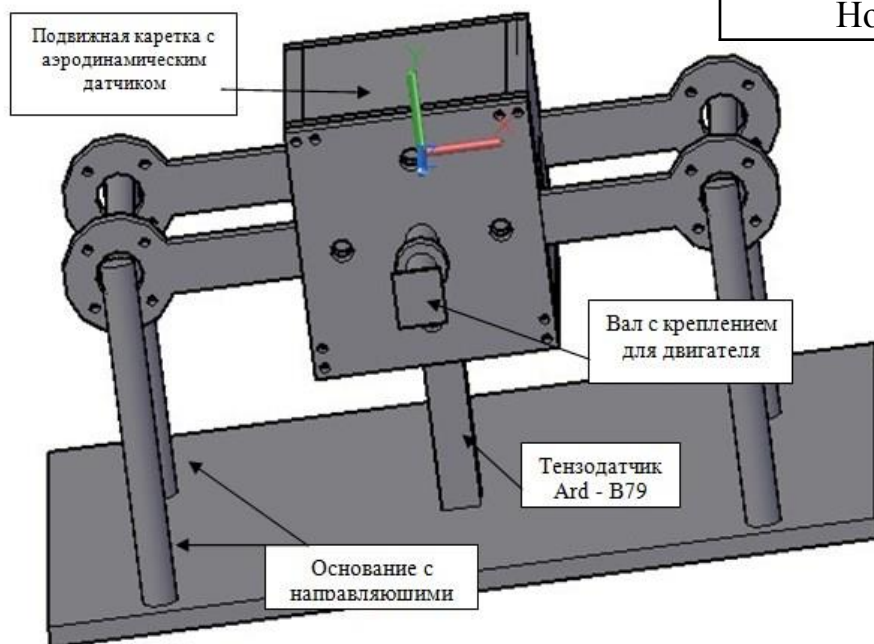
Система идентификации параметров должна обеспечивать передачу данных на ПК для их дальнейшей обработки.

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ СТЕНДА

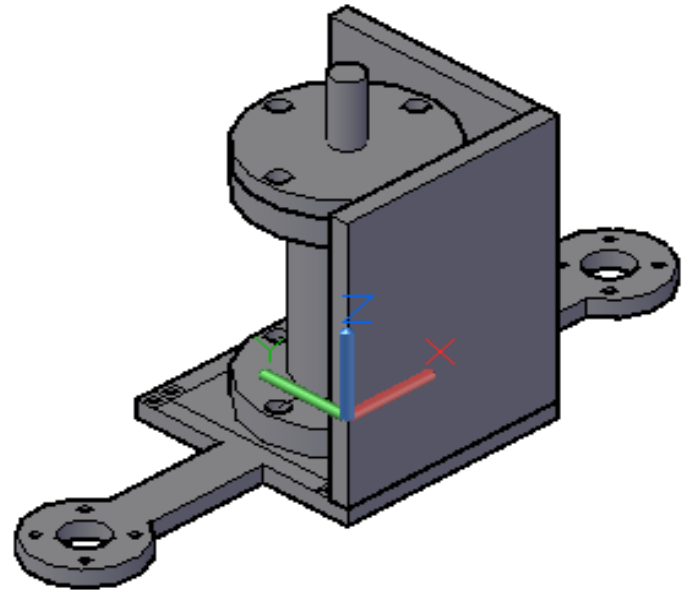


ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТЯГИ

Характеристики тензодатчика	Диапазон
Максимальный измеряемый вес, кг	до 5
Комплексная ошибка, %	0,05
Напряжение питания, В	3 - 12
Нелинейность, %	0,05
Номинал выходного сигнала, мВ/В	до 2



ИЗМЕРЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО МОМЕНТА

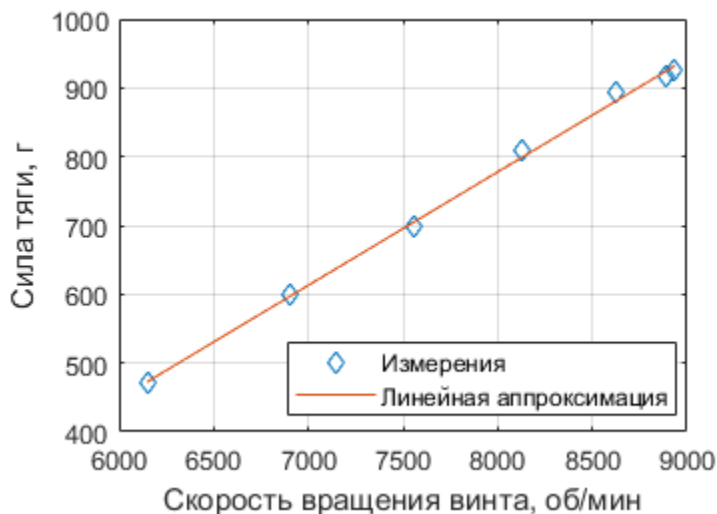


Характеристики датчика аэродинамического момента	Диапазон
Номинал выходного сигнала, мВ/В	1.8820
Номинальное значение питания, В	5 ~ 15
Предельное значение момента, Н·м	0 - 0,5
Входное сопротивление, Ом	700 ± 30
Выходное сопротивление, Ом	700 ± 10

Статические характеристики

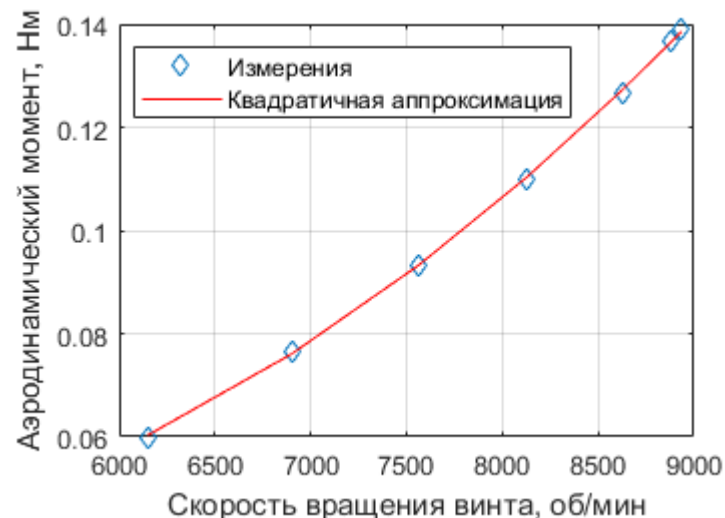
Зависимость силы тяги от скорости вращения

$$F(n) = 0.1648n - 540.86$$



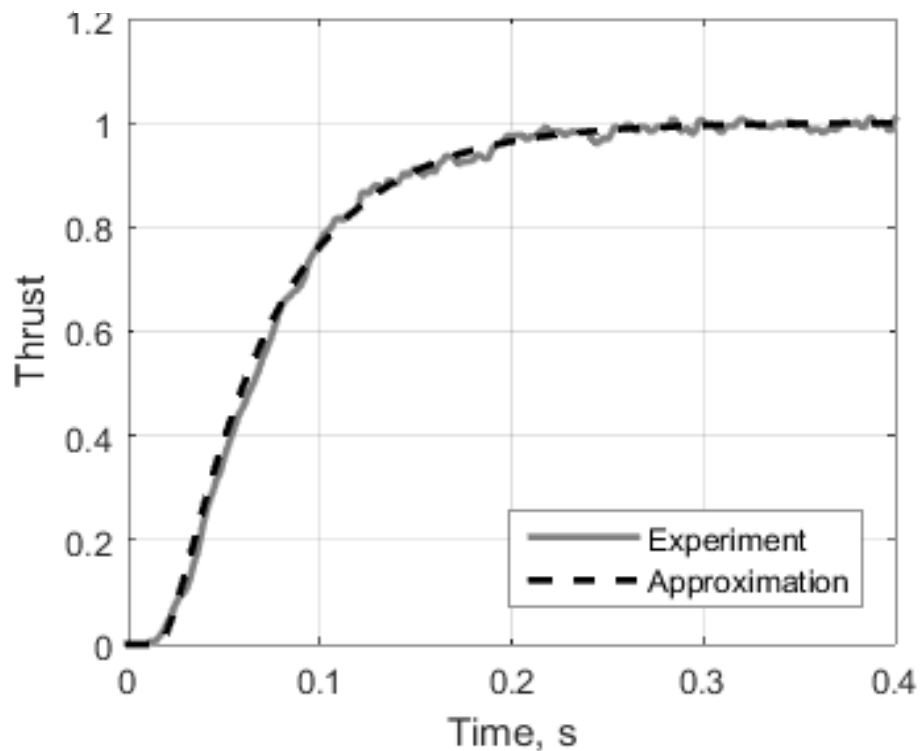
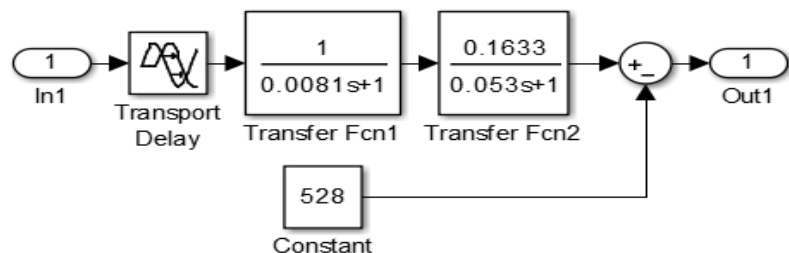
Зависимость аэродинамического момента сопротивления от задающего сигнала

$$T(n) = 3.482 \cdot 10^{-9}n^2 - 2.443 \cdot 10^{-5}n + 0.0789$$



Задающий сигнал, %	40	50	60	70	80	90	100
Тяга, г	470	598	699	808	892	917	924
Момент, мН м	60	76,7	93,3	110	126,7	136,7	139,2
Скорость, об/мин	6149	6902	7560	8130	8628	8885	8935
Ток, мА	3808	5446	7456	9480	11656	12961	13428

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛЫ ТЯГИ



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Разработанный стенд позволяет осуществлять идентификацию статических и динамических характеристик подсистем формирования тяги для малых БПЛА вертолетного типа.
- Полученная компьютерная модель подсистемы формирования тяги, состоящей из бесколлекторного двигателя постоянного тока DJI 2312 960KV, регулятора скорости вращения мотора DJI E310 420S и винта DJI 9450 может быть использована для разработки и исследования систем управления БПЛА на базе ARF 450 kit.

БЛАГОРАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ

Филатов Д.М., Фридрих А.И., Девяткин А.В.