

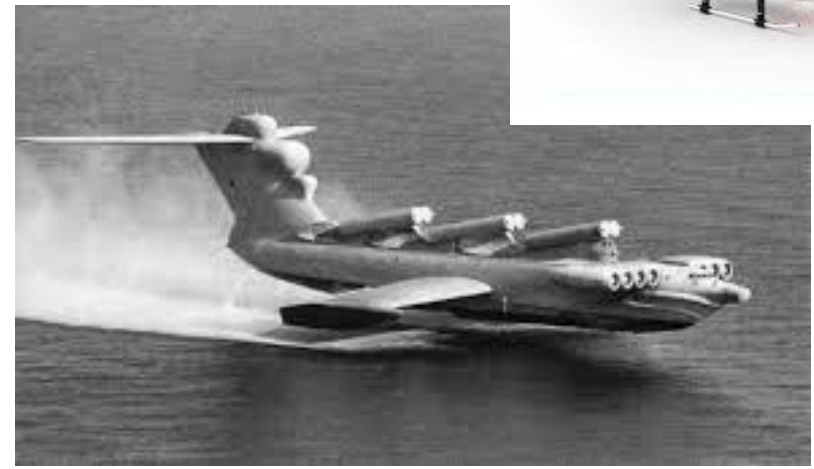
# Расчетно-экспериментальное исследование тяги воздушных винтов в неограниченном пространстве, а также с учётом влияния экрана.

Автор: Игорь Анатольевич Губанов.

Научные руководители:

Глеб Анатольевич Губанов

Кулешов Павел Сергеевич



# Немного теории.

В знании – сила!!!

Тягу винта можно представить через изменение импульса среды.

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_k - P_H}{\Delta t}$$

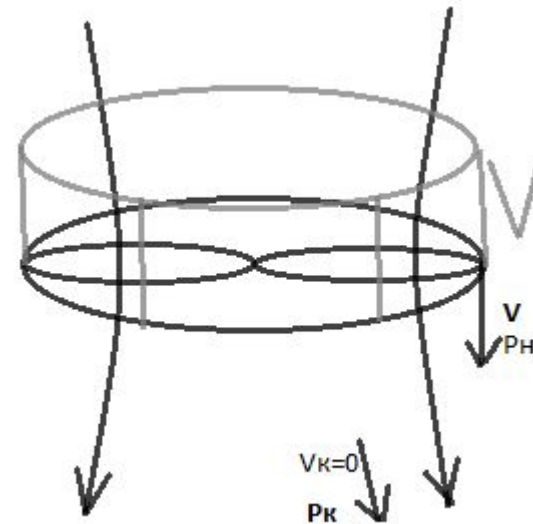
$$P_H = \Delta m * v = \rho \Delta V * v = \rho \pi R^2 v^2 \Delta t$$

$$P_k = \Delta m * v_k = 0$$

$$\Rightarrow F = \rho \pi R^2 v^2 \Rightarrow F \propto N^{\frac{2}{3}}$$

$$N = Fv \Leftrightarrow N \propto \omega^3$$

$$F = \rho \pi R^2 v^2 \Rightarrow F \propto R^4 \omega^2$$



Экраниый эффект можно объяснить отскоком воздушного потока от поверхности, так как удар не абсолютно упругий, то модуль импульса среды меняется  $\Rightarrow$   $\Rightarrow$  Увеличивается тяга.

# Характеристики винтов.

Шаг винта – расстояние проходимое винтом за один оборот по его оси ( $h$ ).

Диаметр ( $D$ ).

Геометрия – форма винта, профиль и прочее.

Винт  $D=200\text{мм}$   
 $h=400\text{мм}$

Винт  $D=250\text{мм}$   
 $h=750\text{мм}$

Винт  $D=254\text{мм}$   
 $h=152\text{мм}$

Винт  
вертолёта  
 $D=200\text{мм}$

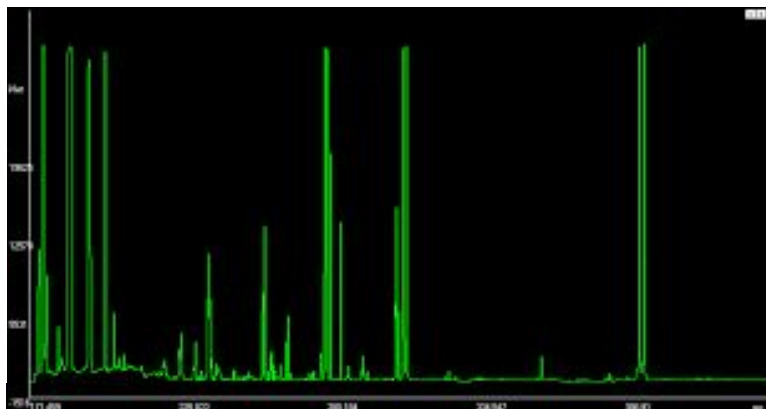


# Способы измерения частоты вращения вала

Лазерный  
Тахометр  
(наш метод)



Спектральный  
Анализ.



Другие

Стробоско  
п.



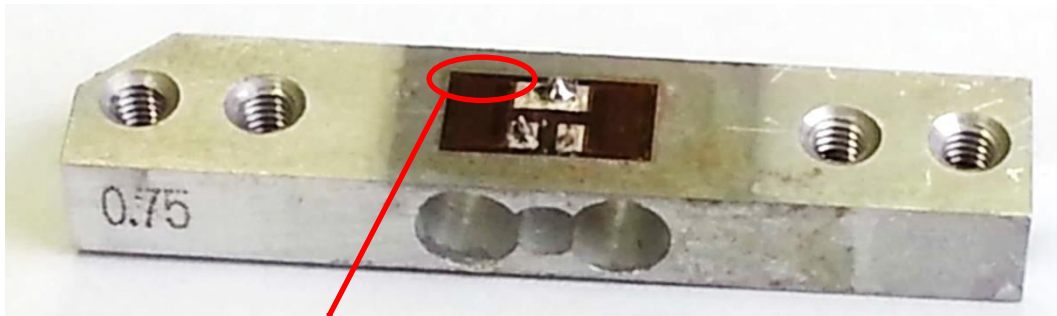
# Измерение усилия (тяги винта)

$$R = \frac{l\rho}{S}$$

устройство весов



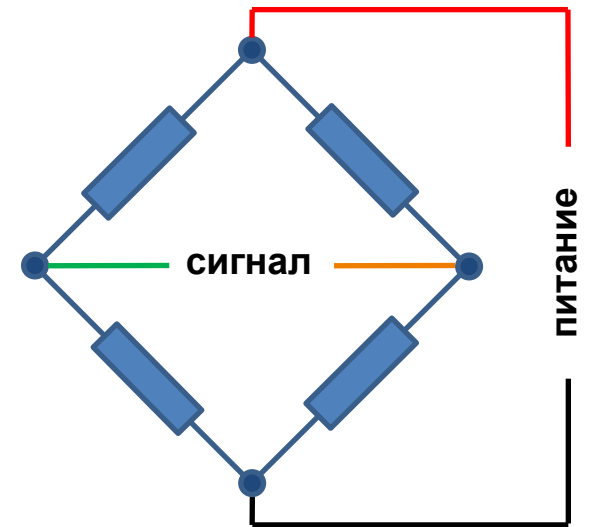
тензovesы



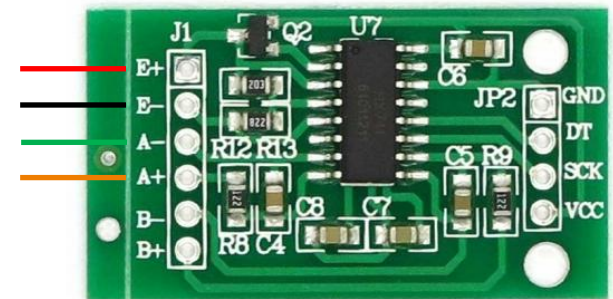
тензорезистор



резисторный мост



усилитель и АЦП



# Установка.

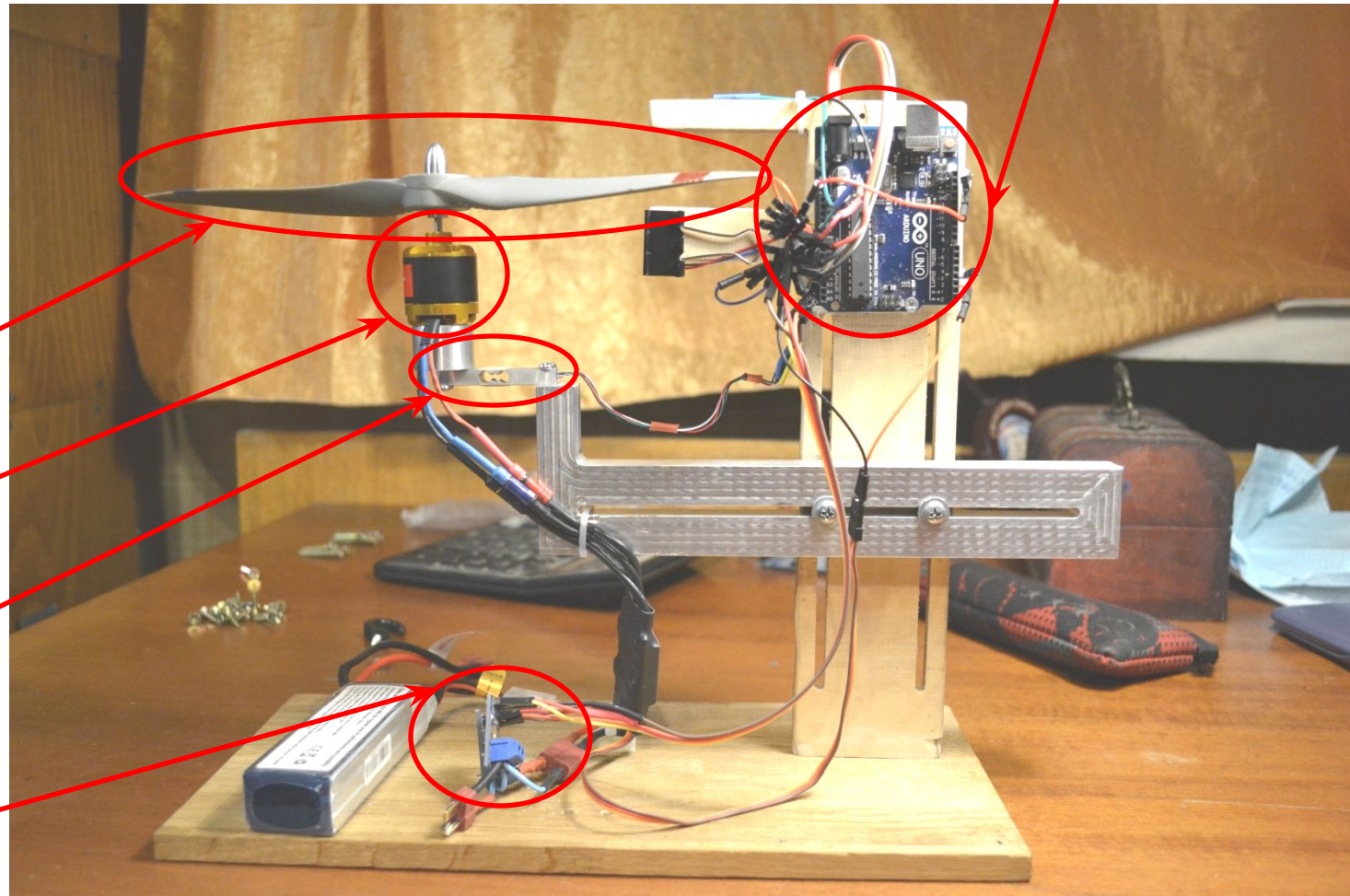
управляющая  
плата  
Arduino UNO

Винт

Мотор  
KV950

Весы

Датчики  
Силы тока и  
Напряжения

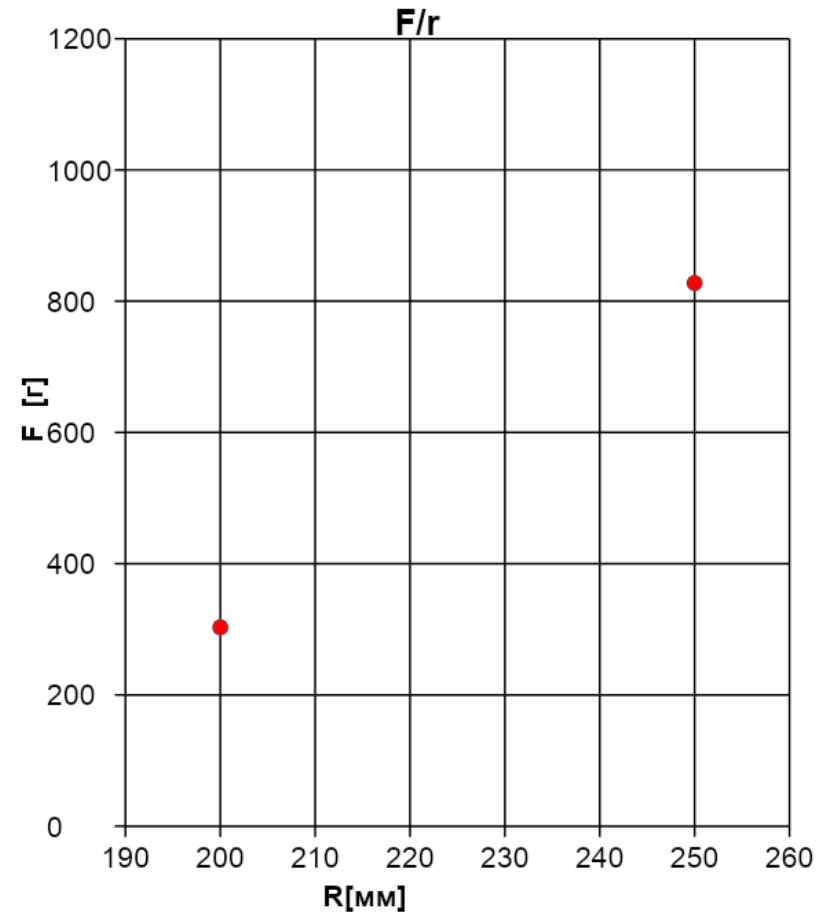
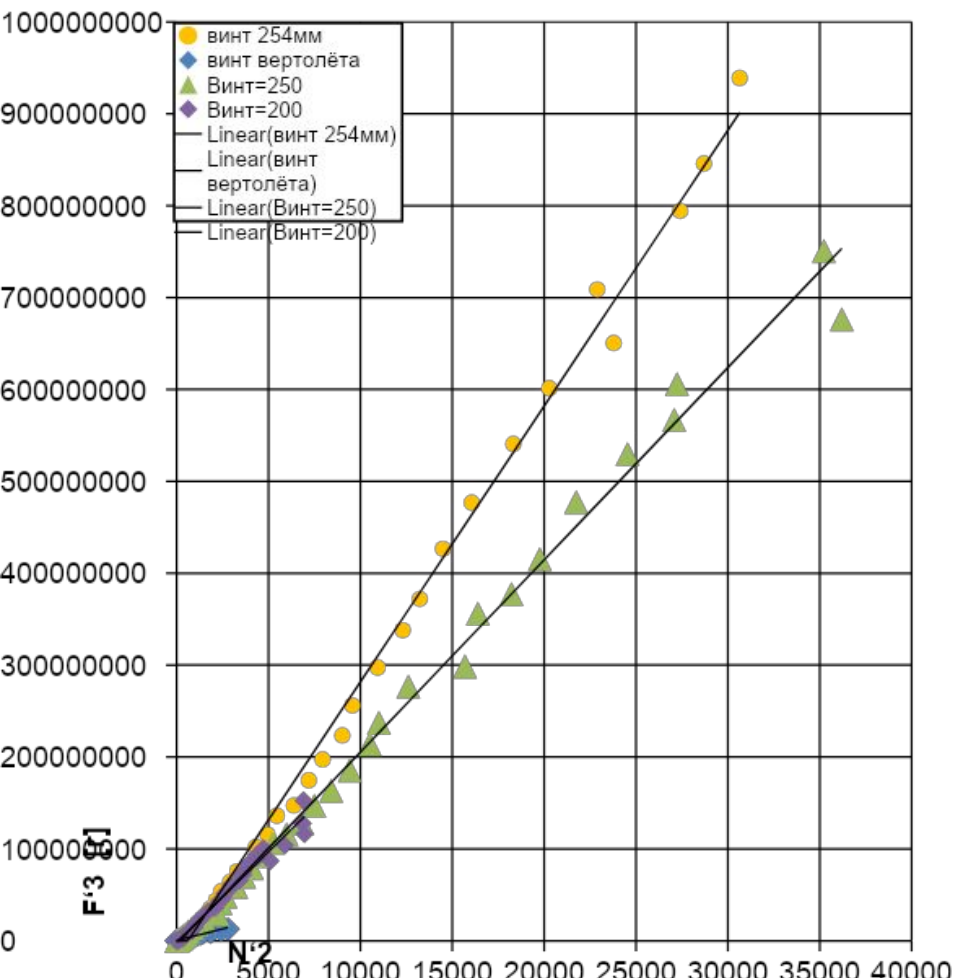


# Проверка формул

Для тяги от оборотов на  
9-м слайде

Для тяги от мощности

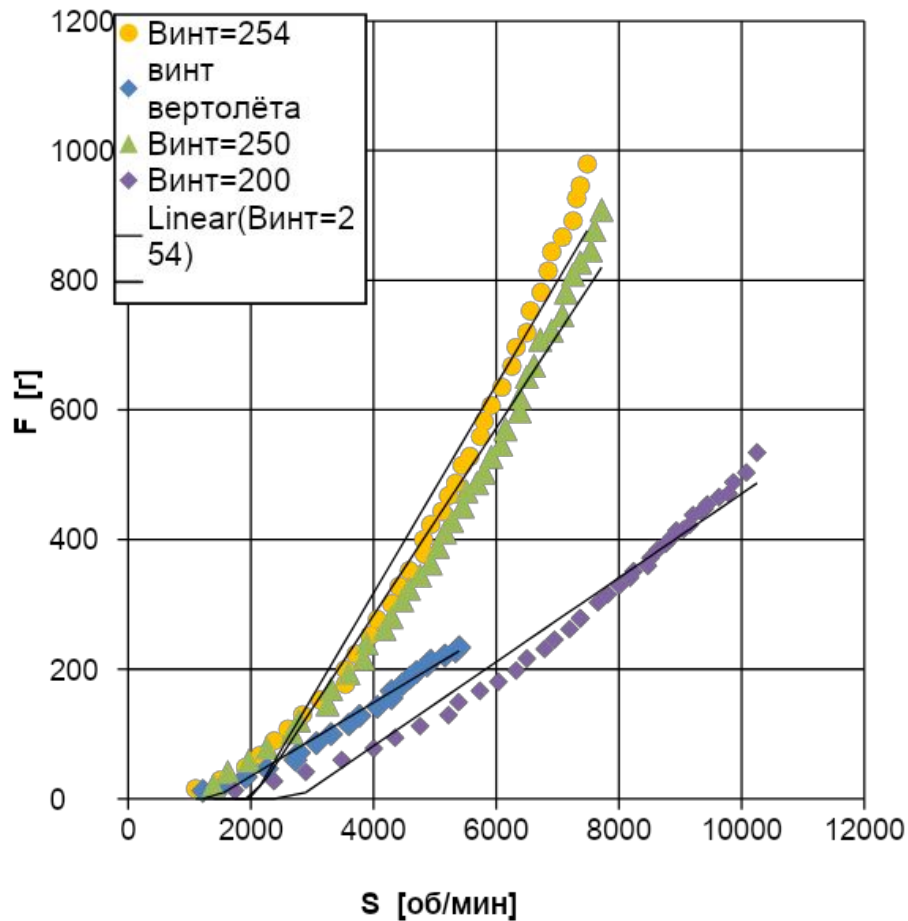
Для тяги от радиуса



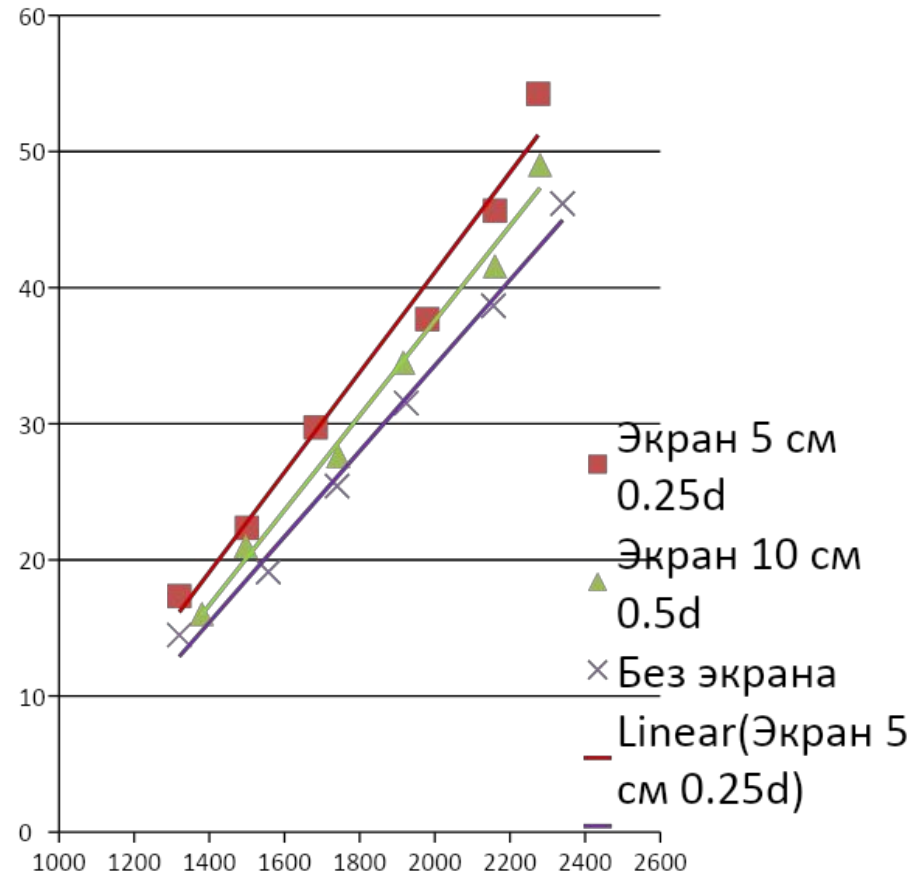
# Тяга от оборотов.

## Совпадение? – не думаю!

В свободном пространстве.



С экраном. Для винта вертолёта D=200мм





# Выводы.

Бери больше , кидай дальше, отдыхай пока летит!

- 1 В результате работы удалось доказать выведенные формулы и тяги винта от: оборотов, мощности и радиуса винта.
- 2 Для винта модели вертолѐта на расстоянии в  $0.5D$  от поверхности тяга увеличивается на 10%, а на  $0.25D$  на 20%.
- 3 Любой человек категории 9+ класс, может с достаточной точностью рассчитать тягу винта в зависимости от оборотов. Это может пригодиться моделистам при создании движущихся моделей: самолѐтов, вертолѐтов и кораблей.
- 4 Что касается установки, то её можно далее использовать в методических целях преподавания физики с использованием демонстраций и с уклоном в технические приложения для повышения заинтересованности учащихся.