

# Модель оптимального поворота ветрогенератора



Ильиных Тимур 21213  
Мазяр Алексей 21213

Репозиторий: [https://github.com/tobaffoon/Turbine\\_Yaw\\_Modeling\\_NSU](https://github.com/tobaffoon/Turbine_Yaw_Modeling_NSU)

# GE WIND TURBINE

## BLADES

Lift and rotate when hit by wind, causing the rotor to spin.

## ROTOR

Combination of the blades and hub.

## PITCH SYSTEM

Turns blades out of the wind to control rotor speed. Also, stops the rotor from spinning in conditions where wind is blowing too slow or too fast.

## GENERATOR

Produces 60-cycle AC electricity within the turbine.

## CONTROLLER

Starts and stops the turbine from working, depending on conditions.

## YAW DRIVE

Controls upwind turbines to orient them should wind direction change.

## TOWER

The base of the turbine, built to support the rest of the structure.





# Постановка задачи

Кинетическая энергия ветра частично захватывается и перерабатывается ветряком в электрическую

Коэффициент, с которым энергия преобразуется - сложная нелинейная функция от:

- Скорости ветра
- Направления ветра
- **Угла наведения**

Пусть для конкретного ветра первый параметр известен, мы находим оптимальное значение *угла наведения*



## Цель построения модели

Используя готовую модель реализовать и протестировать алгоритм, при котором гондола поворачивается только при достаточной разнице угла наведения с направлением ветра.



## Подробнее об инструментах

1. OpenFAST - симулятор для моделирования динамических характеристик ветряной турбины
2. TurbSim - ПО, позволяющее генерировать турбулентные модели ветра для InflowWind
3. PyDatView - Рисует графики зависимости параметров от времени



# Существенные параметры и чем они задаются

1. Входные:
  - a. Скорость ветра [м\с] - TurbSim
  - b. Направление ветра [град] - TurbSim
  - c. Угол поворота турбины [град] - OpenFAST
2. Подбираемый:
  - a. Угол дельта [рад] (при котором угол наведения турбины меняется по ветру)
3. Выходной:
  - a. Вырабатываемая генератором мощность [кВт] - OpenFAST

# Конфигурация ветрогенератора

**Table 1-1. Gross Properties Chosen for the NREL 5-MW Baseline Wind Turbine**

Rating	5 MW
Rotor Orientation, Configuration	Upwind, 3 Blades
Control	Variable Speed, Collective Pitch
Drivetrain	High Speed, Multiple-Stage Gearbox
Rotor, Hub Diameter	126 m, 3 m
Hub Height	90 m
Cut-In, Rated, Cut-Out Wind Speed	3 m/s, 11.4 m/s, 25 m/s
Cut-In, Rated Rotor Speed	6.9 rpm, 12.1 rpm
Rated Tip Speed	80 m/s
Overhang, Shaft Tilt, Precone	5 m, 5°, 2.5°
Rotor Mass	110,000 kg
Nacelle Mass	240,000 kg
Tower Mass	347,460 kg
Coordinate Location of Overall CM	(-0.2 m, 0.0 m, 64.0 m)







# Минимизация

Перебор начальных решений

```
if __name__ == '__main__':  
    arg0 = 0.2  
    strat = YawErrorStrat  
    res_list = []  
    while arg0 <= 1.0:  
        res = minimize(neg_yaw, arg0, args=strat, method='Nelder-Mead', bounds=[(0, 3)])  
        if res.success :  
            res_list.append(("s", arg0, res.x[0], -res.fun))  
        else:  
            res_list.append(("f", arg0, res.x[0], -res.fun))  
        arg0 += 0.1
```

Границы дельты: [0,3]

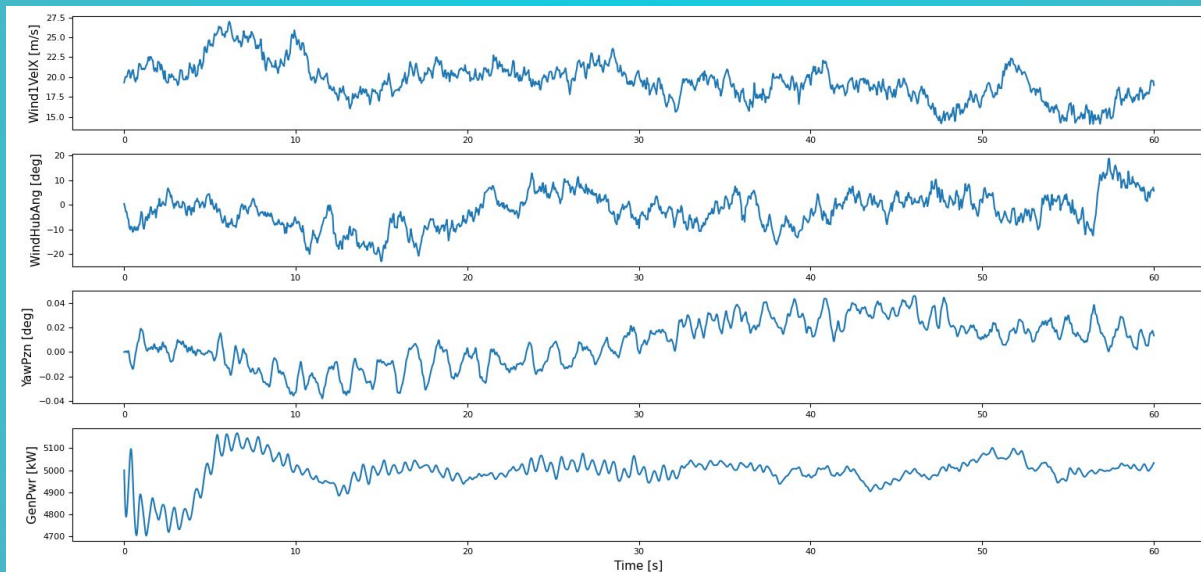


## Полученные результаты. Описание графиков

1. Скорость ветра [м\с]
2. Направление ветра [град]
3. Угол поворота ветряка [град]
4. Вырабатываемая генератором мощность [кВт]

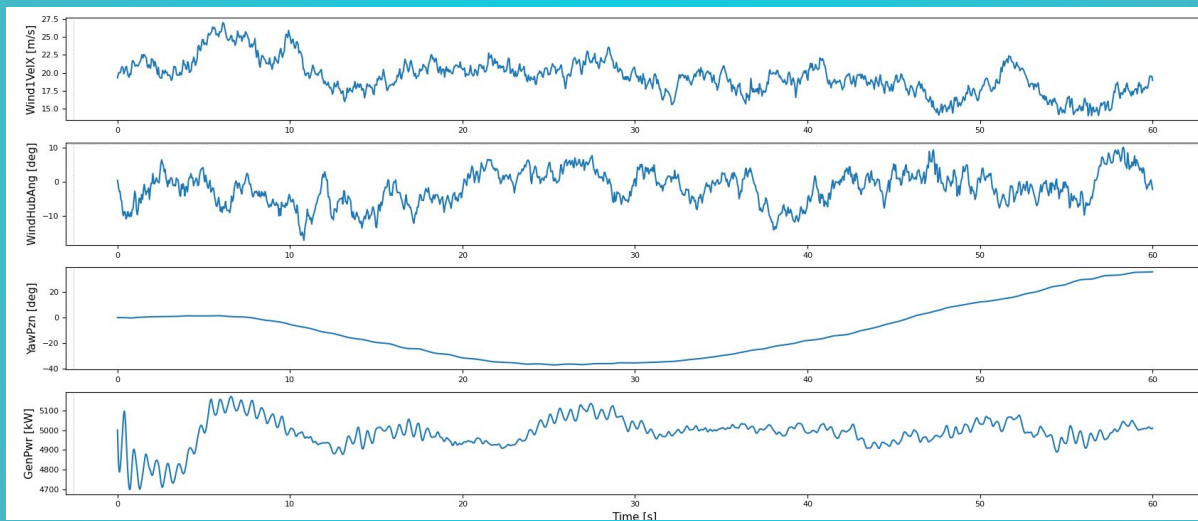
# Без применения стратегии

Мощность: 92178482



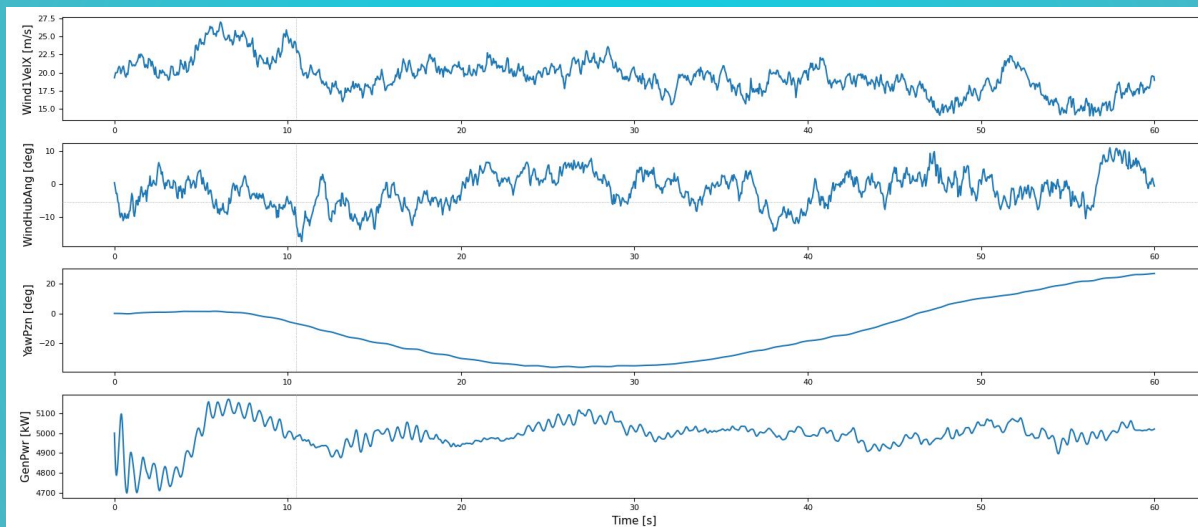
# Дельта = 0.2 рад

Мощность: 92071076



# Дельта = 0.7 рад

Мощность: 92146819





## Итоги

Мы нашли, что оптимальное значение параметра равно 0.7 радианам.

Итогом проекта для каждого из нас стало - освоение используемого симулятора, умение редактировать его исходный код.

**Спасибо за  
внимание**