



**Улучшение характеристик ротора  
Савониуса с использованием  
направляющих из солнечных батарей**

---

Соколовская М.В.

Кемпель С.В.

Хлебтовский Н.В.

# Проблема потребителя

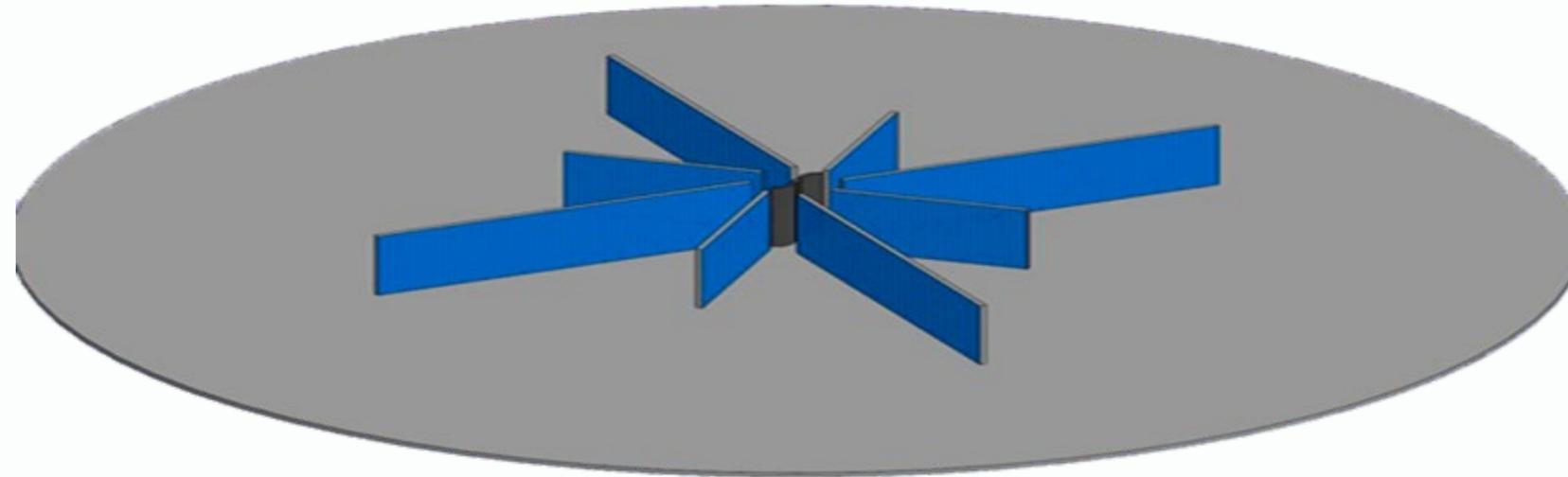
Согласно данным Росстата в ДФО и СФО находится более 2,5 млн индивидуальных жилых домов, из которых около 30% не имеют доступа к централизованным сетям электроснабжения.



Более 90% дизельных электростанций, которые используются там, имеют износ 70%, что приводит к частым аварийным отключениям и дорогому обслуживанию – до 20 млрд рублей в год.

# Гибридная ветро-солнечная установка

В проекте использован ротор Савониуса, дополненный направляющими из вертикальных солнечных панелей, что позволяет направлять воздушный поток оптимально для ротора, одновременно генерируя солнечную энергию.



## Эффективность

Система позволяет получить в 24 раза больше энергии при сильных ветрах, а при слабых в 200 раз

## Синергия солнечных панелей и ротора

Система увеличивает поток ветра и охлаждает солнечные панели, что повышает общую эффективность

## Легкий запуск

Простота и низкая скорость включения делают их идеальными для гибридных решений

# Экономический расчет

## Компоненты

1. Солнечные панели: HVL-395/HJT
  - Стоимость одной панели: 19 790 руб.
  - Общая стоимость солнечных панелей:  
**316 640 руб.**
2. Стоимость ротора Савониуса: **100 000 руб.**  
Стоимость генератора: **100 000 руб.**
3. Оценочная стоимость микроинверторов для данной конфигурации: **145 000 руб.**

6кВт СЭС + 1кВт ВЭС

## Стоимость энергии

$$LCOE = \frac{\text{Стоимость установки} + \text{ежегодное обслуживание}}{\text{Суммарная выработка}}$$

Для гибридной системы

$$LCOE = 9,80 \\ \text{руб/кВт*ч}$$

Только для ветра

$$LCOE = 7,13 \\ \text{руб/кВт*ч}$$

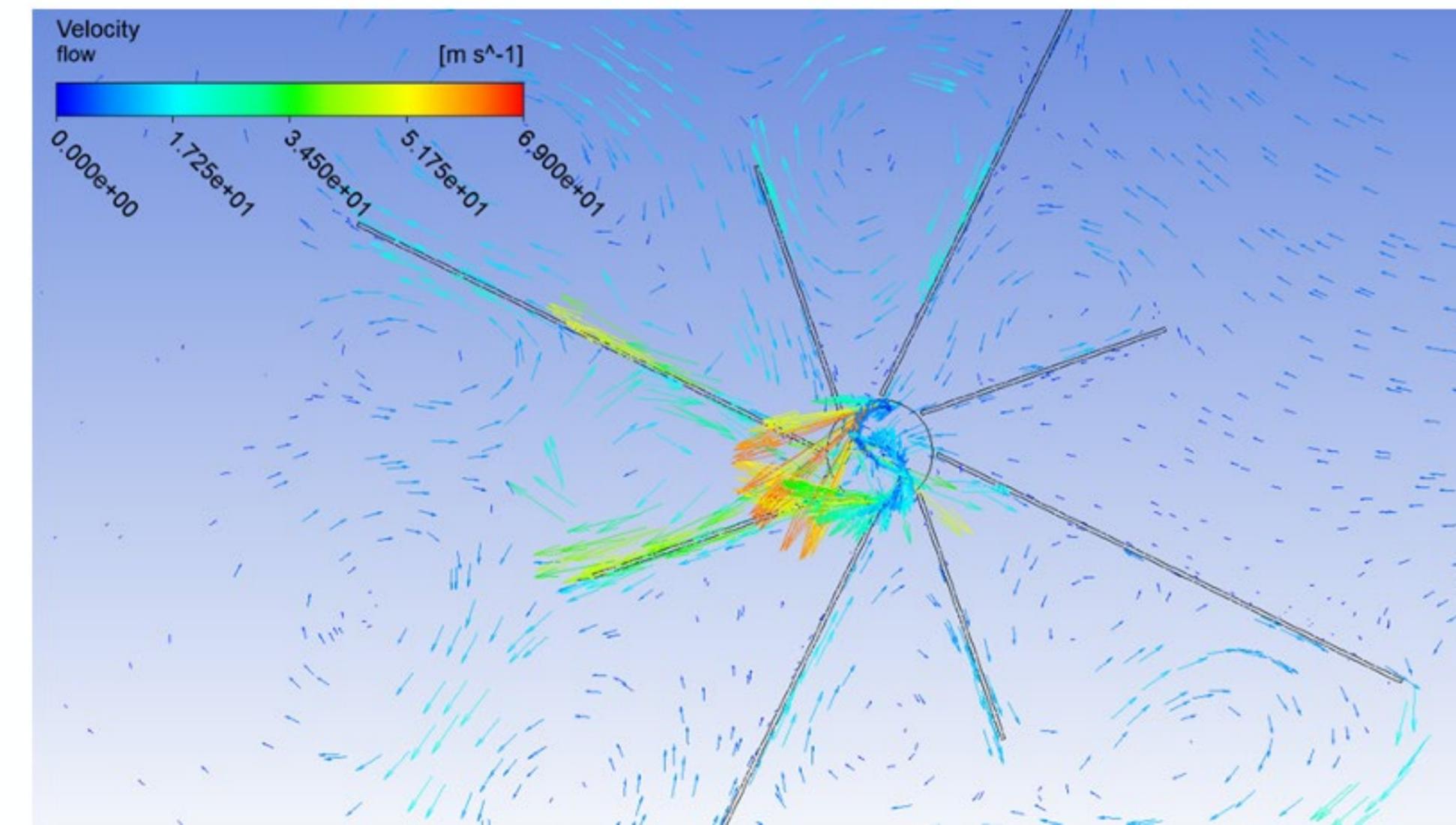
# СУТЬ

Необходимо прикрыть от потока ту часть, которая вызывает торможение и перенаправить поток так, чтобы способствовать повороту

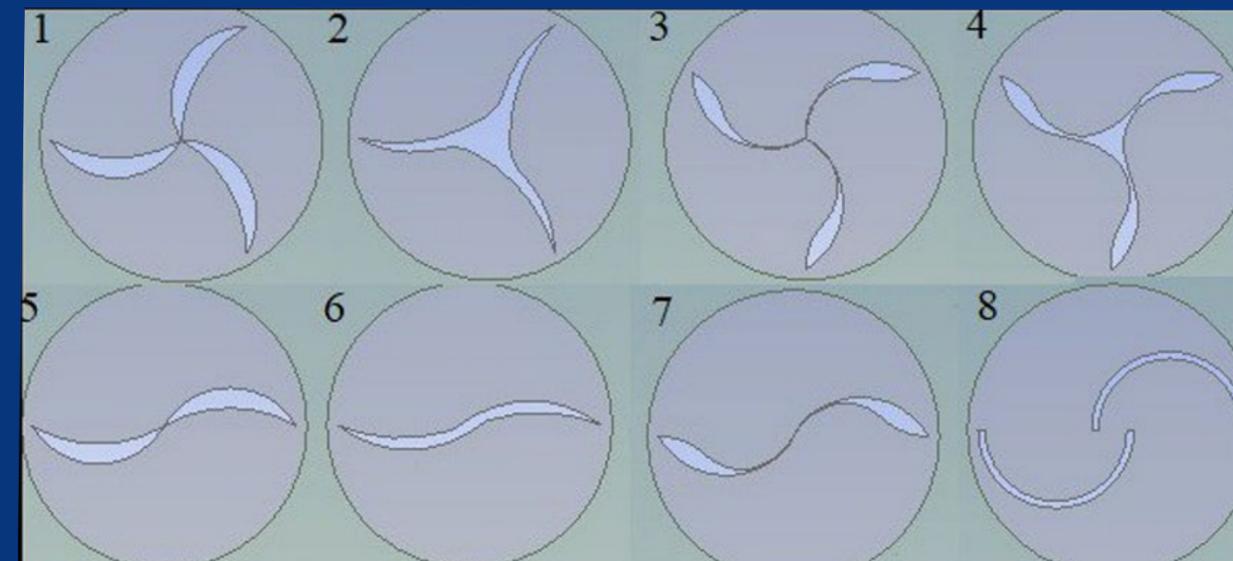
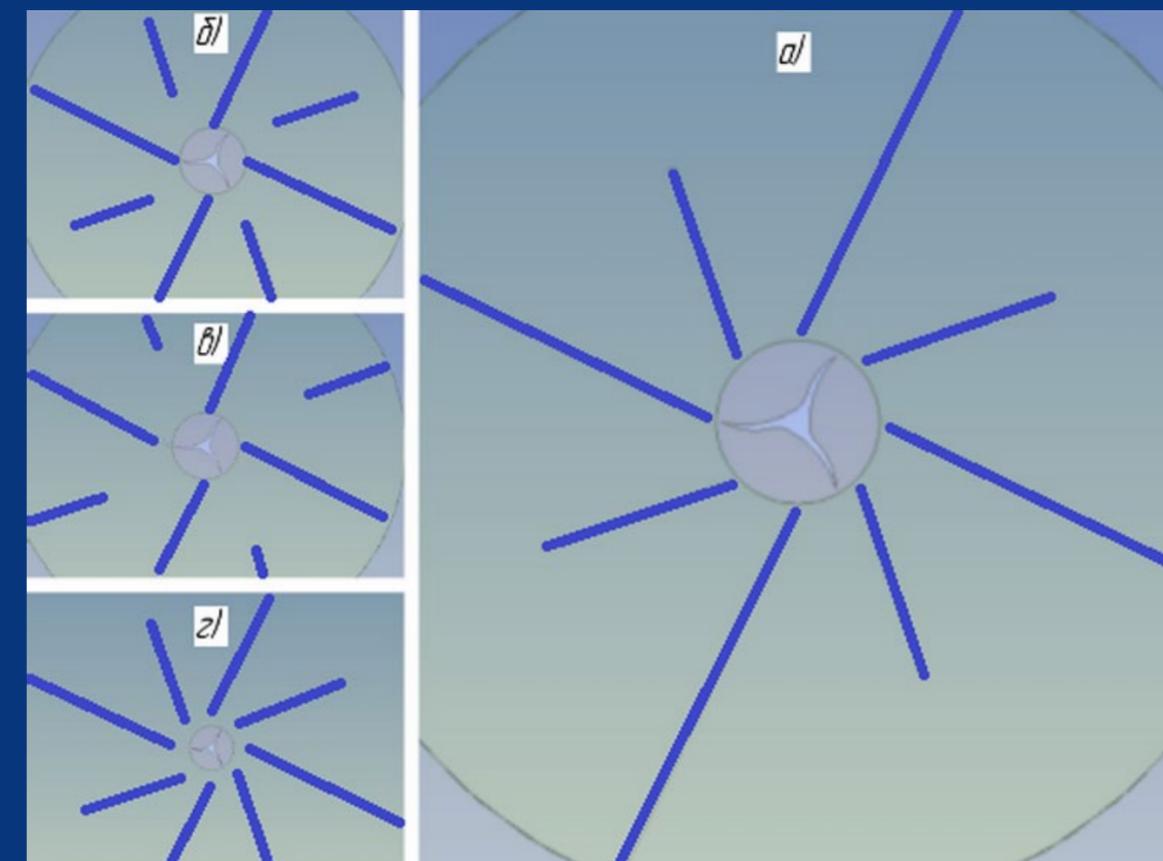


# CFD-РАСЧЕТ

Для оптимизации конструкции использовались методы вычислительной гидродинамики (CFD).

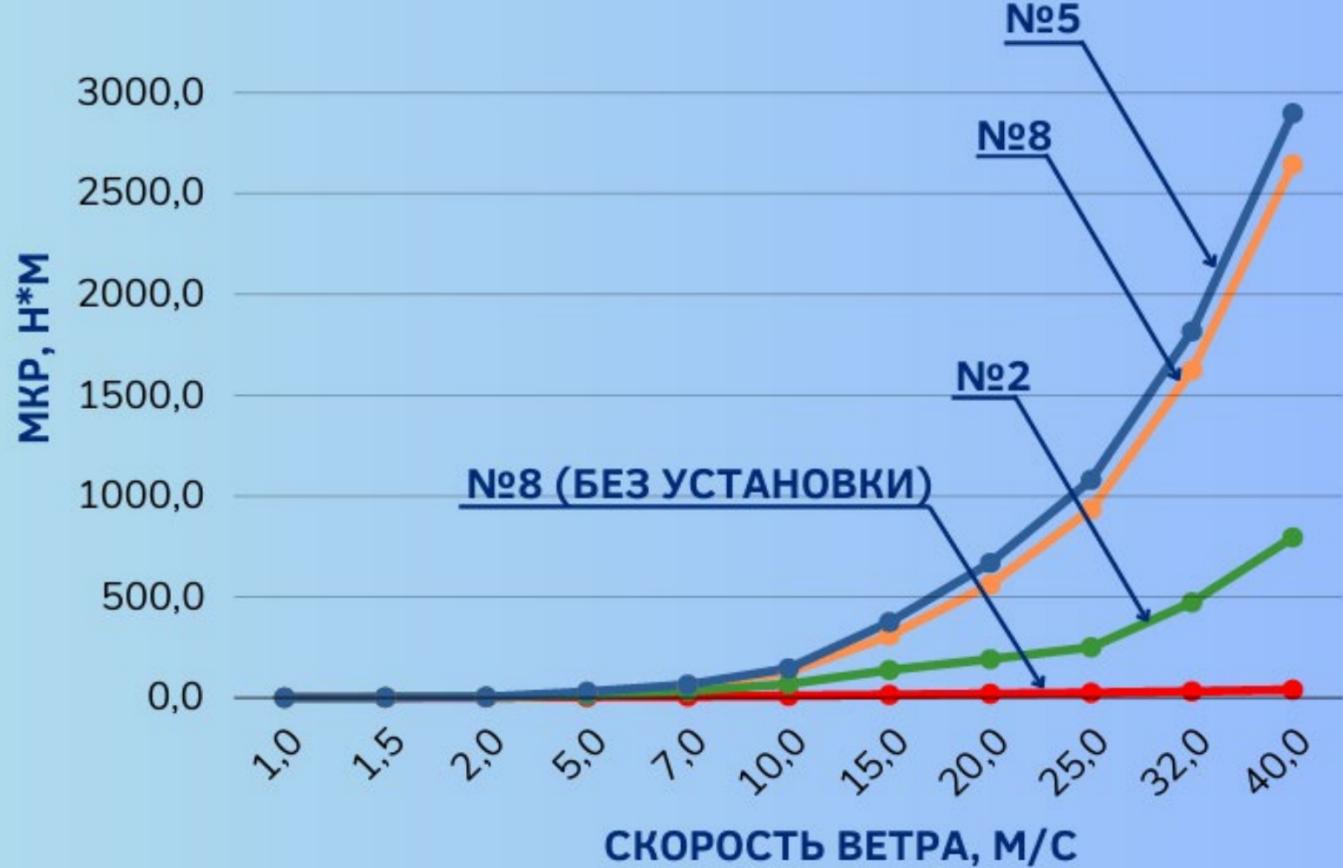


Оптимизация роторов, направляющих и их расположения



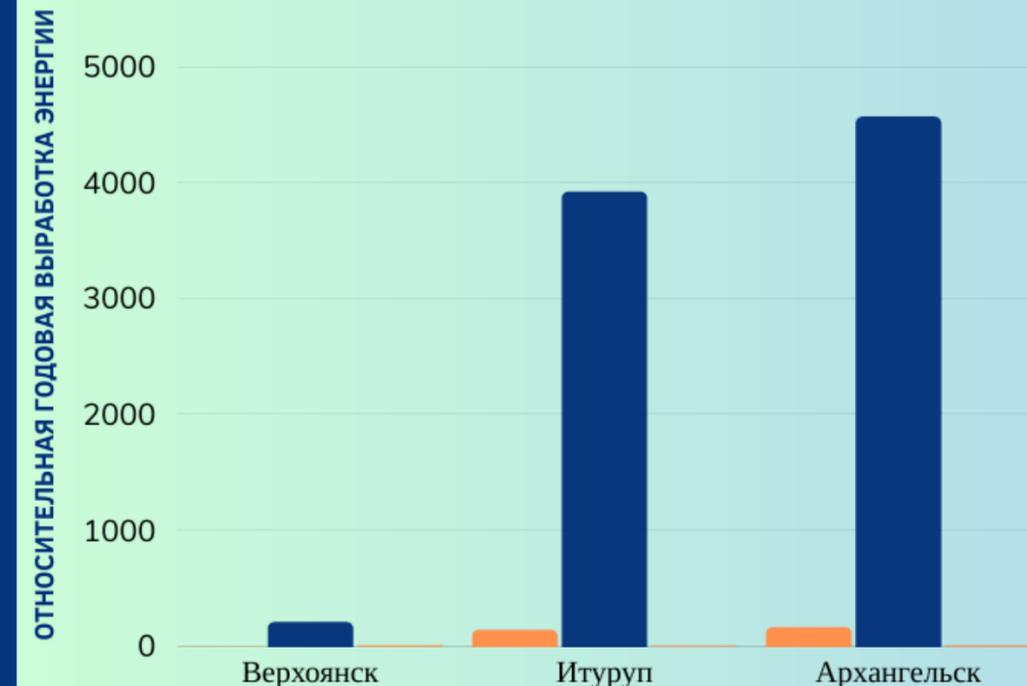
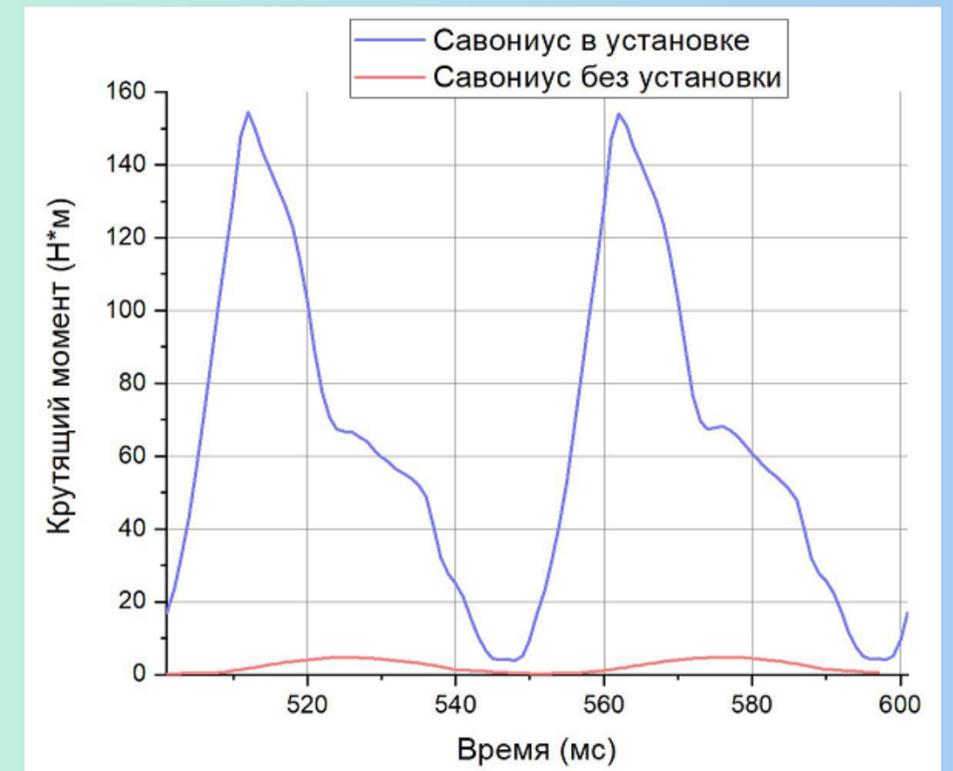
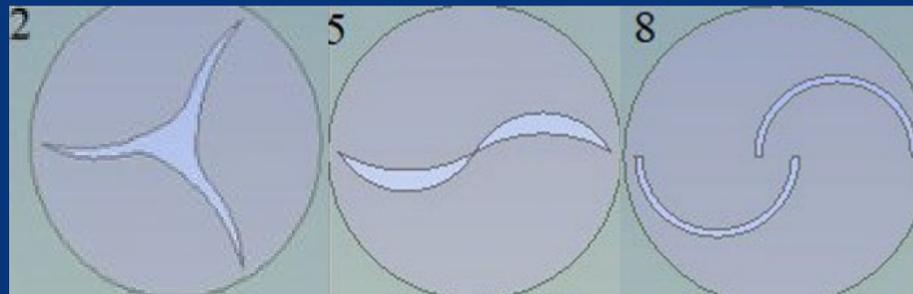
# Результаты

Сравнение интеграций различных роторов



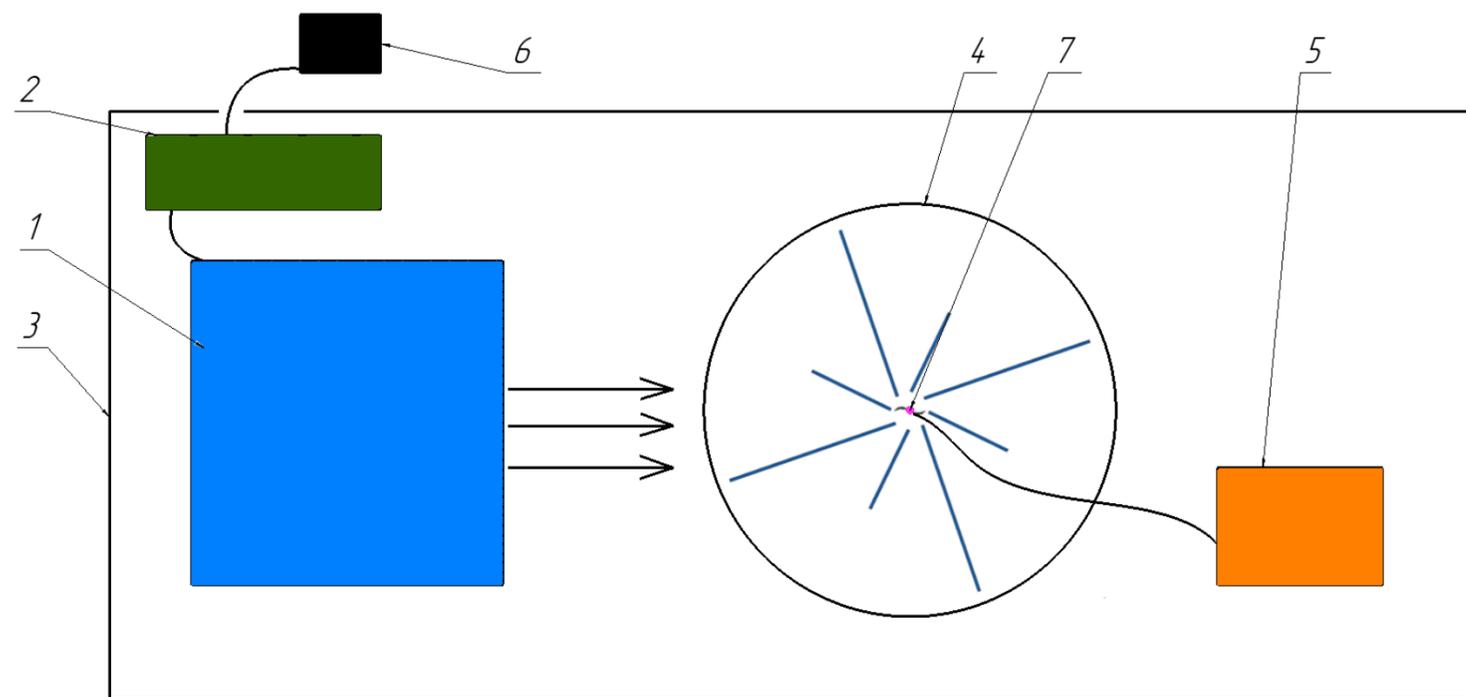
Установка способна увеличить годовую выработку в 200 раз при слабом ветре и в 25 раз при СИЛЬНОМ

Был разработан ротор, оптимально подходящий к разработанной установке

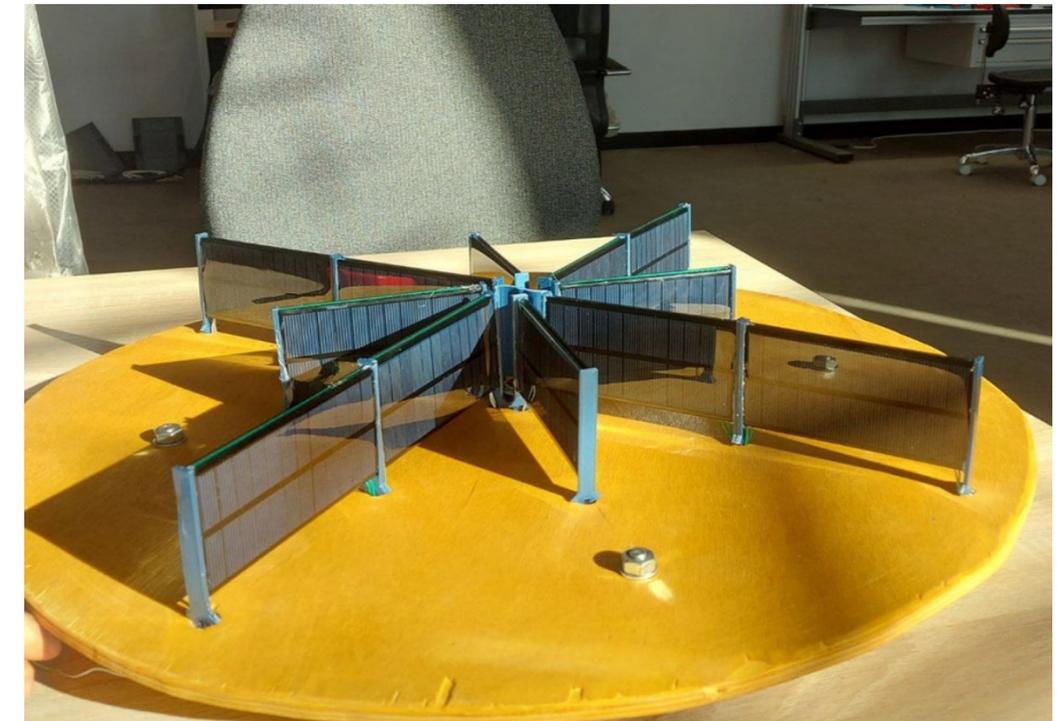


# Экспериментальная установка

Опоры для солнечных панелей и ротор напечатаны на 3D-принтере, что позволило минимизировать затраты на покупку сложных компонентов.

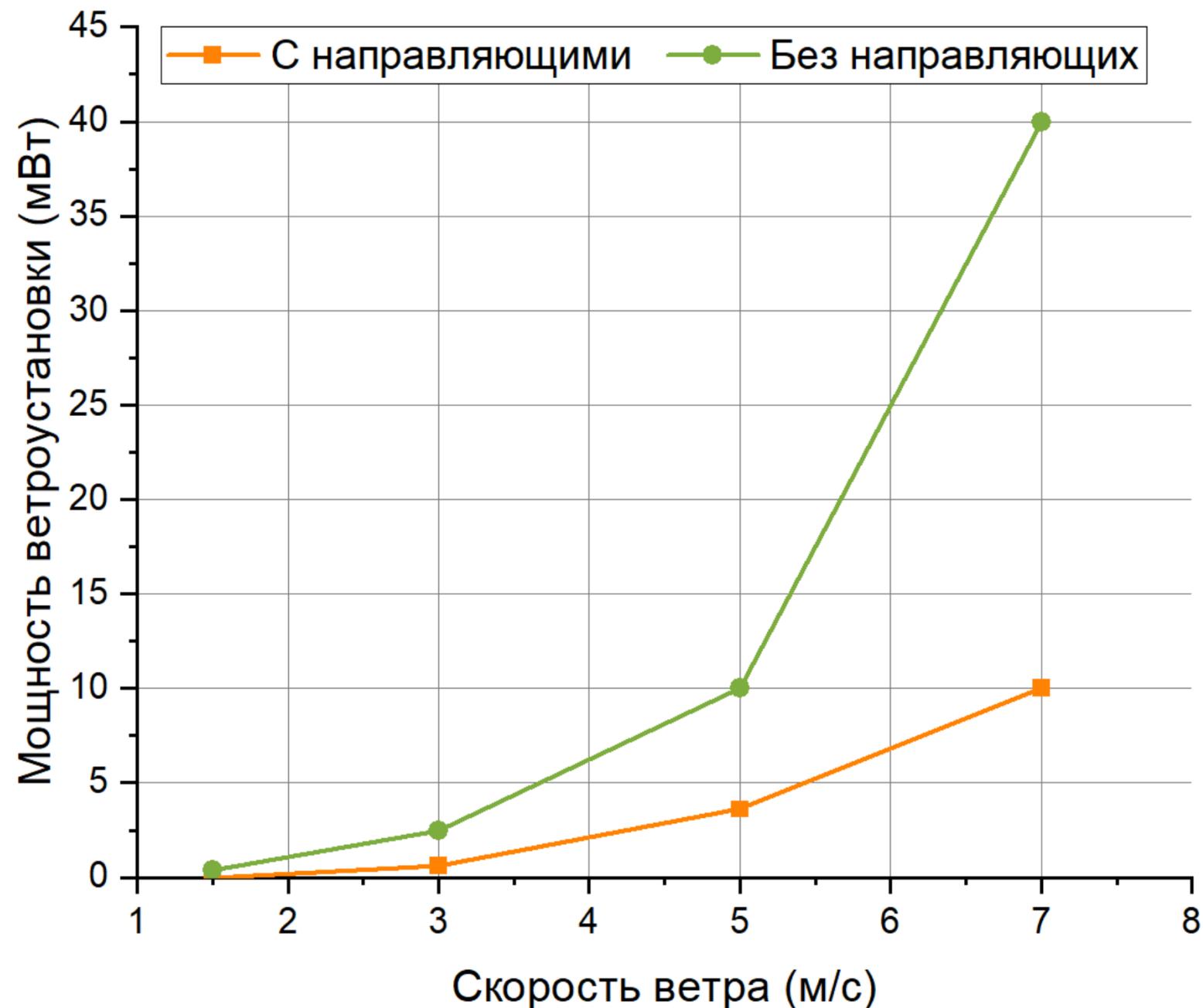


1 – вентилятор, 2 – частотный преобразователь, 3 – аэродинамическая труба,  
4 – установка, 5 – ваттметр, 6 – источник питания, 7 – точка измерения анемометром.



# Экспериментальные результаты

Сравнение мощности ротора в разных конфигурациях



-Подтверждено увеличение мощности вплоть до 4 раз

- Скорость страгивания ротора в установке – 1,5 м/с;  
Без установки – 2,8м/с

# Выводы

- Были достигнуты значения мощности, превышающие двенадцатикратную ометаемую площадь ротора, в 28 раз при хороших ветровых условиях и 205 раз при плохих
- Установка позволяет снижать скорость страгивания вплоть до 1,5 м/с
- Получена более равномерная выработка установки за счёт комплементарности выработки от различных источников энергии

Спасибо за внимание