

Секция «Современная энергетика»

# Гирляндные гидроэлектростанции, как источник энергии для труднодоступных регионов

---

Автор: Крапля Владимир Михайлович,  
учащийся 11А класса, МБОУ г. Мурманска  
СОШ №36

Руководитель: Локтионова Надежда  
Анатольевна, учитель физики МБОУ  
г. Мурманска СОШ №36

---

# Введение



# Тема и актуальность работы

---

**Тема:** разработка гидротурбин для гирляндных гидроэлектростанций для обеспечения электроэнергией труднодоступных регионов с применением технологий 3Dмоделирования и 3Dпечати.

## **Актуальность:**

- Предложенный вариант энергообеспечения является экологически чистым и автономным (то есть он не требует проведения ЛЭП от крупных электростанций к местам, где экономически целесообразней строительство мини ГЭС).
- В работе применяются такие передовые технологии, как 3D печать и 3D моделирование.

# **Проблема исследования, практическая значимость и предмет исследования**

---

**Проблема исследования:** обеспечение труднодоступных частных домов и других потребителей экологически чистой электроэнергией.

**Практическая значимость:** появление новой конструкции гидротурбин.

**Предмет исследования:** Гидротурбины для гирляндных мини ГЭС.

# Цель работы

---

## Цель работы:

- Предложить новую конструкцию гидротурбин для гирляндных гидроэлектростанций.
- Рассчитать необходимые параметры мини ГЭС: её КПД, мощность, количество оборотов в секунду, крутящий момент, создаваемый гирляндой турбин, нагрузку на турбины и трос, параметры потока воды и другие необходимые значения.
- Разработать и напечатать на 3D принтере 3D модель испытательной установки для гидротурбин.
- Создать установку, имитирующую поток воды, которая бы доказывала работоспособность предложенной конструкции гидротурбин.

# Задачи

---

## Задачи:

- Рассмотреть существующие варианты мини ГЭС.
- Проанализировать их преимущества и недостатки.
- Рассмотреть типы гирляндных мини ГЭС.
- Проанализировать их преимущества и недостатки.
- Рассчитать необходимые параметры гирляндной мини ГЭС.
- Доказать работоспособность предложенных гидротурбин.
- Разработать 3D модель экспериментальной установки.
- Напечатать макет экспериментальной установки на 3D принтере.

# Методы исследования

---

## Методы исследования:

- Научно-литературный поиск.
- Систематизация полученной информации.
- Анализ полученной информации.
- Моделирование.
- Эксперимент.

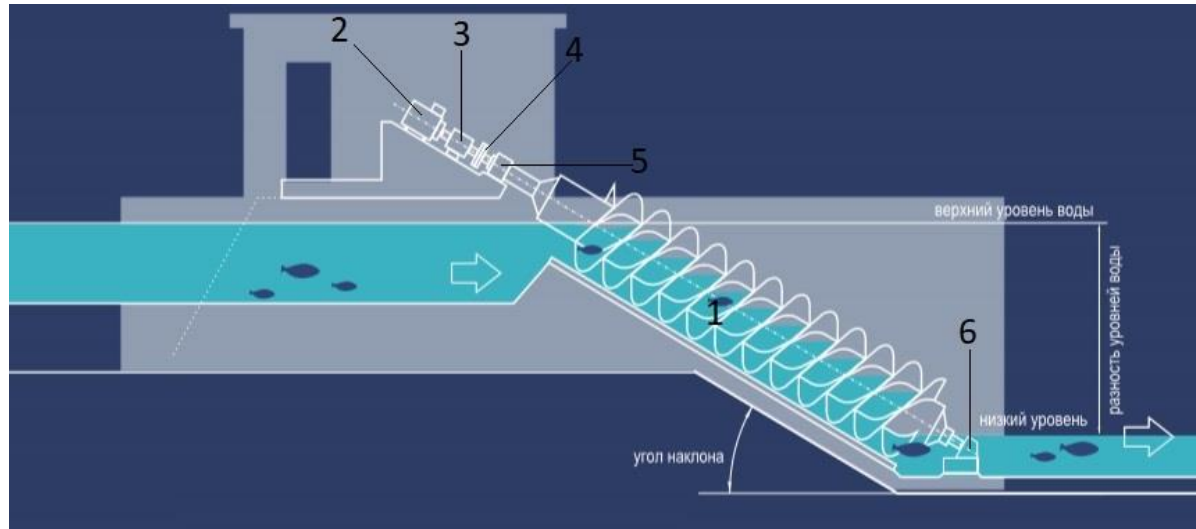
---

# Основная часть





# Мини ГЭС шнекового и гравитационно-вихревого типов



## Устройство:

1. Винтовая турбина
2. Электрический генератор
3. Коробка передач
4. Гибкая муфта
5. Верхний подшипник
6. Нижний подшипник



## Устройство:

1. Электрогенератор
2. Соединительная муфта
3. Турбина

## «+» И «-»

---

### **Мини ГЭС шнекового типа**

#### **Достоинства:**

1. Возможность установки на низконапорных плотинах
2. Долговечность
3. Обеспечивает безопасный проход рыбы
4. Простая конструкция
5. Высокое КПД

#### **Недостатки:**

1. Необходимость строительства плотины
2. Большие затраты стройматериалов в сравнении с аналогами

### **Мини ГЭС гравитационно-вихревого типа**

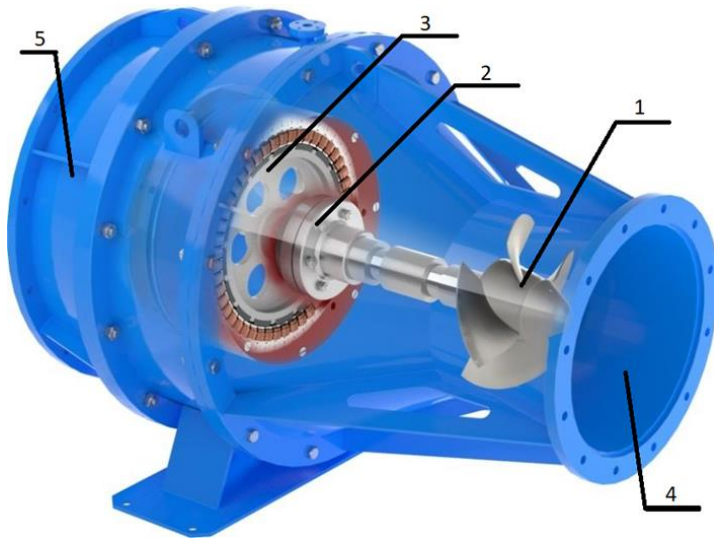
#### **Достоинства:**

1. Возможность установить на одной реке несколько таких конструкций
2. Простота и надёжность конструкции
3. Долговечность

#### **Недостатки:**

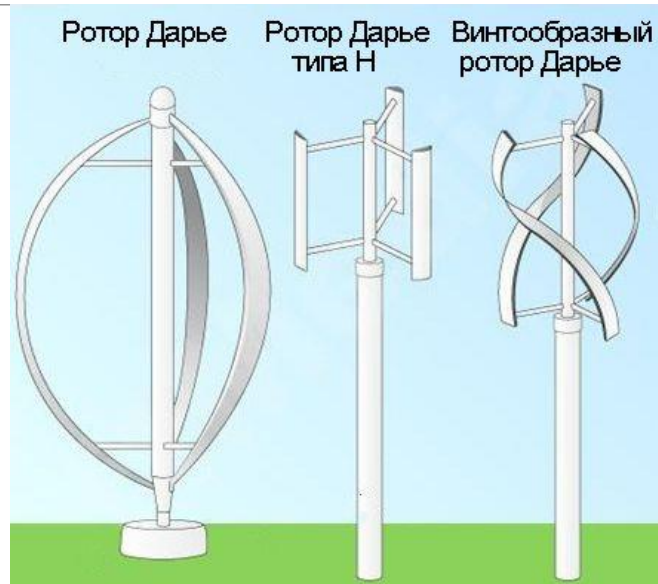
1. Не безопасна для рыбы (компенсируется возможностью закрытия заслонки подачи воды)
2. Необходимость рытья “рукава”, где будет установлен цилиндр с подходящим по касательной к нему руслом.

# Мини ГЭС пропеллерного и роторного ТИПОВ



## Устройство:

1. Гидротурбина
2. Соединительная муфта
3. Синхронный электрогенератор
4. Отверстие для входа потока воды
5. Отверстие для выхода потока воды



## Устройство:

1. Электрогенератор
2. Ротор Дарье типа Н

## «+» И «-»

---

### Мини ГЭС пропеллерного типа

#### Достоинства:

1. Возможность размещения нескольких установок на одной реке
2. Простота монтажа
3. Компактность

#### Недостатки:

1. Необходимость полного погружения под воду (следовательно, не все реки подходят по своим габаритам)
2. Опасность для рыбы

### Мини ГЭС роторного типа

#### Достоинства:

1. Безопасность для рыб
2. Компактность
3. Простота монтажа

#### Недостатки:

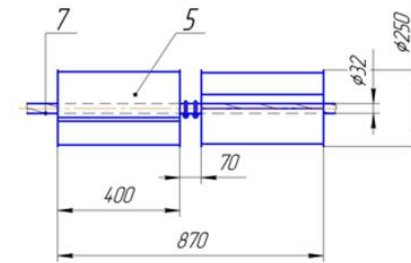
1. Необходимость индивидуальных расчётов параметров лопастей ротора
2. Необходимость полного погружения в воду роторов

# Мини ГЭС гирляндного типа

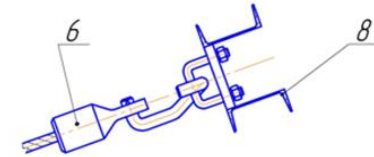
## Поперечный тип постановки:

### Устройство:

1. Генератор
2. Редуктор
3. Муфта соединительная
4. Площадка генератора
5. Турбина (устанавливаются попарно под углом  $90^\circ$  друг к другу)
6. Вертлюг
7. Трос (необходимо учитывать направление)
8. Береговая опора
9. Опора генератора



Установка опоры



Установка генератора





## «+» И «-»

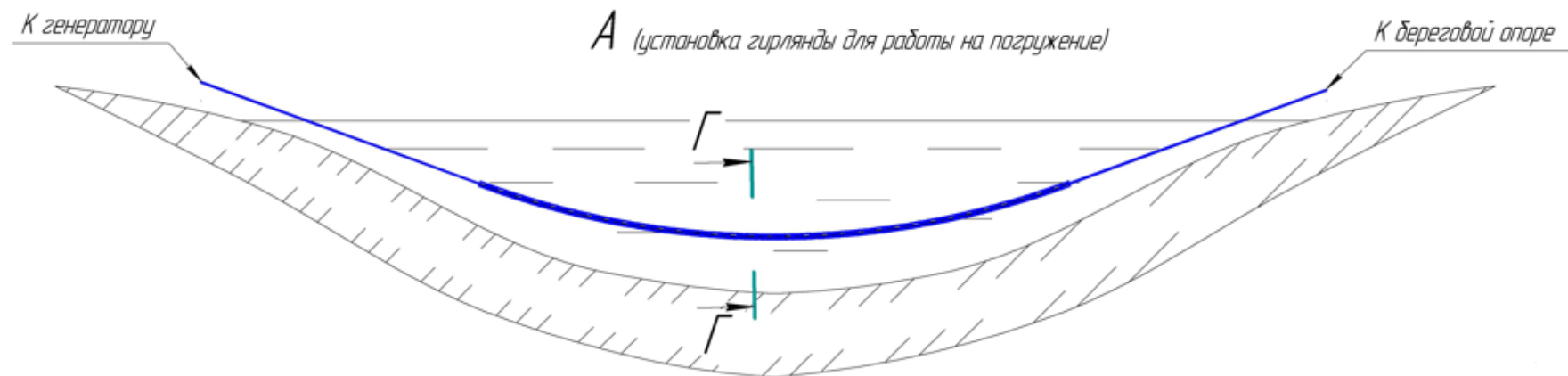
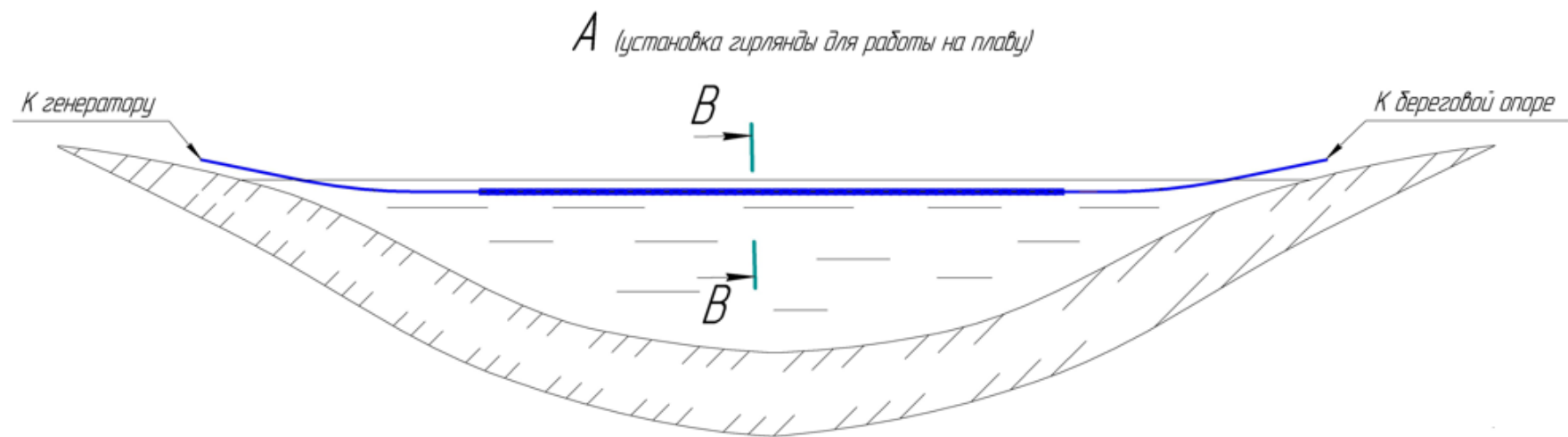
---

### **Преимущества:**

1. Простота конструкции
2. Простота обслуживания
3. Модульность (Если одна турбина гирлянды выйдет из строя её возможно легко заменить)
4. Отсутствие вреда речным обитателям (За счёт возможности быстрого съёма конструкции во время нереста рыб, или за счёт организации специального рыбохода, т.к. установка не занимает весь объём реки)
5. Отсутствие необходимости строительства плотин и других сооружений
6. Простота конструкции применяемых турбин (будет рассмотрена далее)

### **Недостатки:**

1. Максимальная мощность поперечной гирляндной мини ГЭС зависит от ширины водоёма
2. Сезонность данной мини ГЭС, зимой, когда водоём замерзает её работа невозможна (Компенсируется быстротой демонтажа установки)



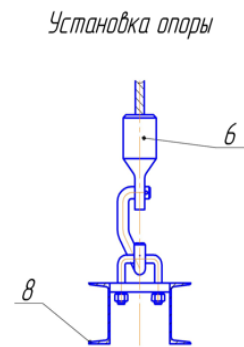
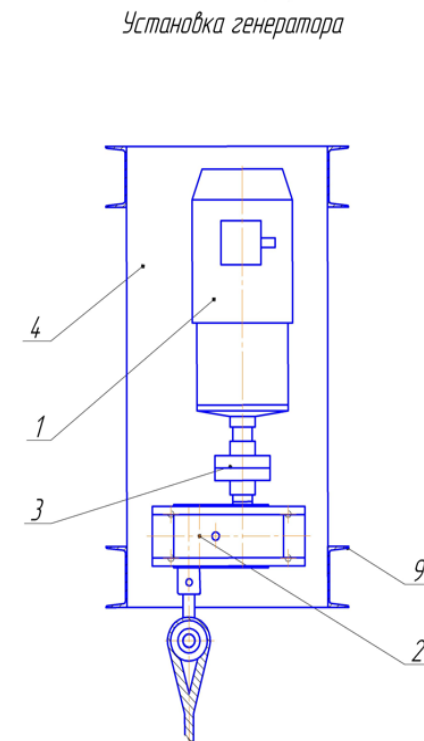
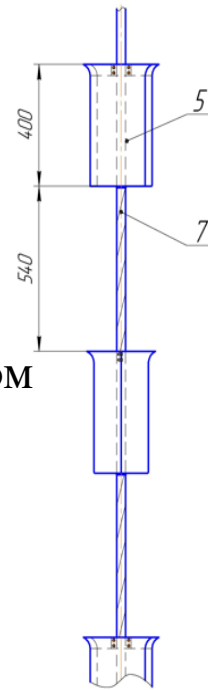
В зависимости от условий места строительства и необходимости использования водоёма в качестве транспортной артерии возможно два режима работы: на плаву и на погружение

# Мини ГЭС гирляндного типа

## Торцевой тип постановки:

### Устройство:

1. Генератор
2. Редуктор
3. Муфта соединительная
4. Площадка генератора
5. Турбина торцевая (устанавливаются попарно под углом  $90^\circ$  друг к другу)
6. Вертлюг
7. Трос (необходимо учитывать направление)
8. Береговая опора
9. Опора генератора





## «+» И «-»

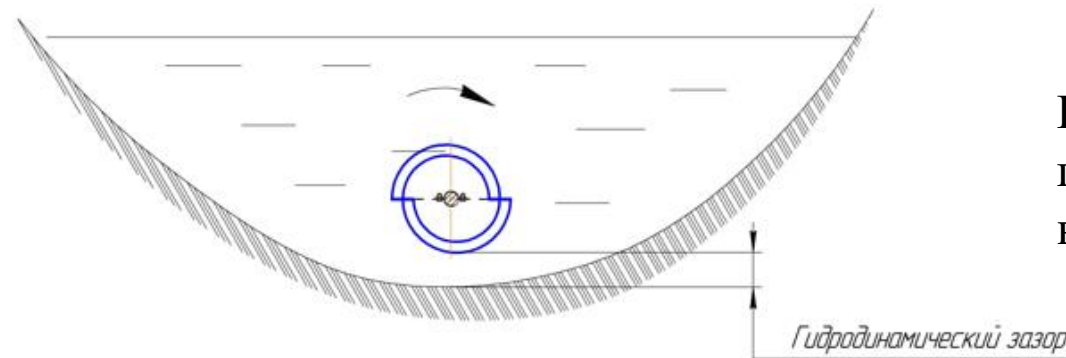
---

### Преимущества:

1. Основные преимущества поперечных турбин также относятся и к торцевым, но
2. Максимальная мощность установки не зависит от ширины реки, т.к. мини ГЭС размещается вдоль реки, соответственно длина гирлянды будет зависеть только от потребностей заказчика.

### Недостатки:

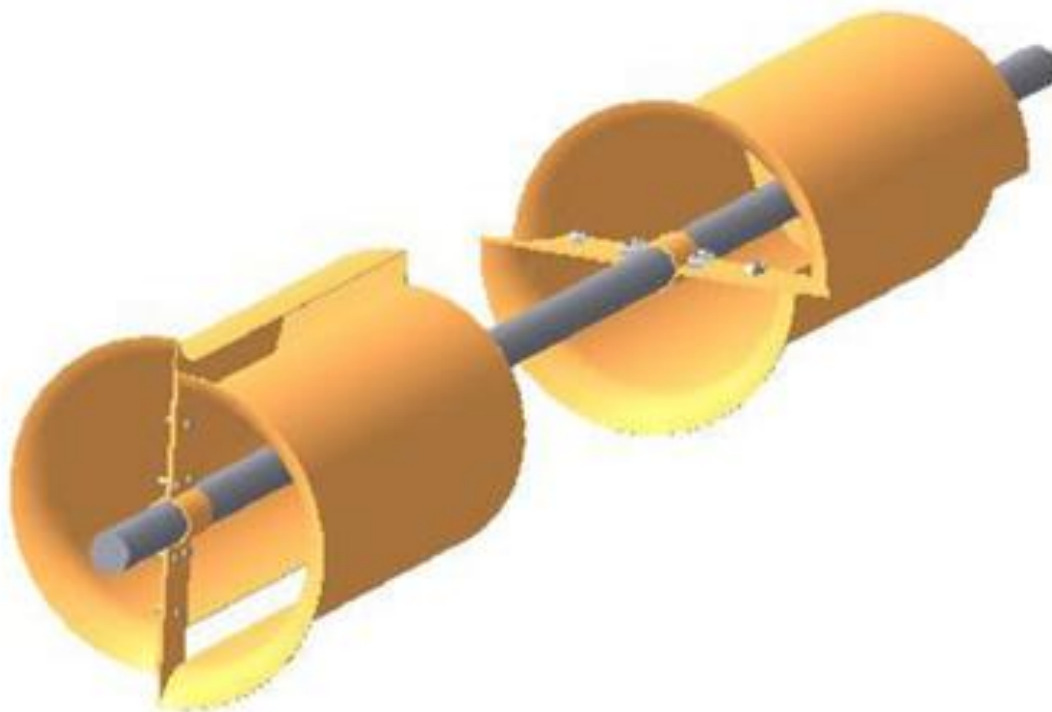
1. Сезонность мини ГЭС.
2. Необходимость полного погружения турбин под воду



Расположение  
гидротурбин под  
водой

# Мини ГЭС гирляндного типа

---



Особенность предложенной конструкции гидротурбин заключается в наличии бокового раструба, предназначенного для увеличения потока воды, попадающего в турбину при торцевом режиме работы мини ГЭС.

# Расчёты параметров гирляндной мини ГЭС

---

## Исходные данные:

- В расчётах исходили из того, что скорость потока воды составляет –  $v_{\text{п}}=2,5$  м/с. Данную скорость течения мы можем наблюдать во многих реках Мурманской области (реки Варзуга, Восточная лица, Дроздовка).
- Глубина и ширина водного потоков колеблется в широких пределах поэтому в данном расчёте принято: глубина водного потока –  $B = 2$  м, длина активной части гирлянды –  $L = 30$  м.

## Полученные результаты:

- Мощность одной гирлянды с поперечными турбинами  $\approx 10,78$  кВт
- Мощность на выходе генератора  $\approx 7,76$  кВт
- Мощность, развиваемая одной торцевой турбиной  $\approx 0,077$  кВт

Также в ходе расчётов были получены значения усилий и нагрузок испытываемых различными элементами конструкции, диаметра необходимого осевого троса и ряд других значений.

# Испытание работоспособности гидротурбин

Для проверки работоспособности предложенной конструкции гидротурбин, была создана труба имитирующая поток воды. Испытательная труба была сделана из различных частей пластиковых бутылок нескольких типов. Также в ходе создания применялись клей, скотч, подшипник и непосредственно гидротурбины помещённые на ось вращения.

Результаты проведённого эксперимент можно наблюдать в видеоролике – дополнительном файле (Видео приложение 1)



# Создание 3D модели и печать испытательной установки

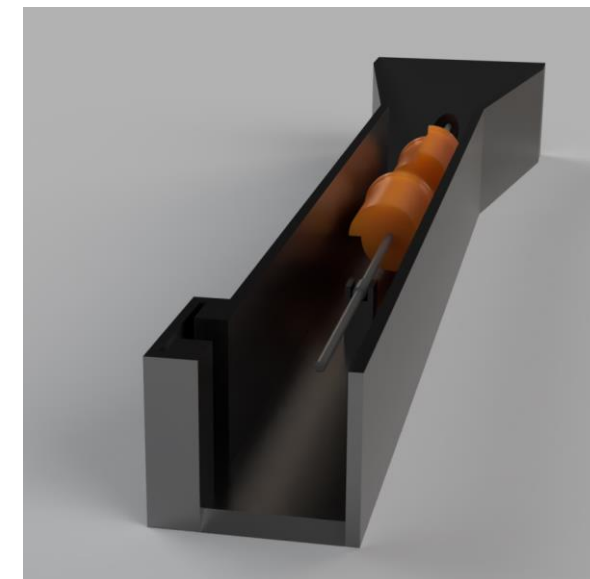
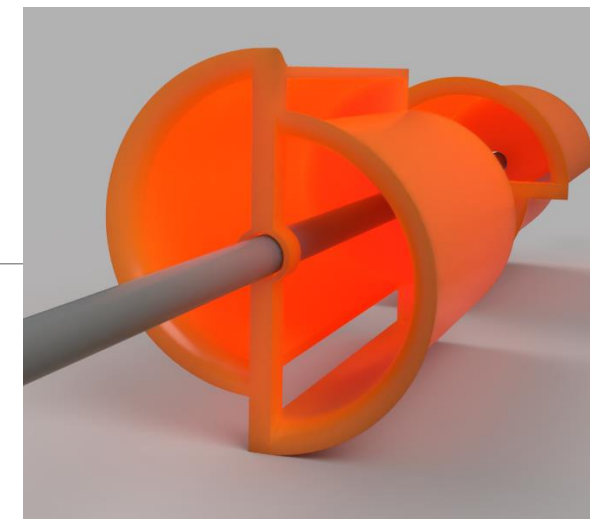
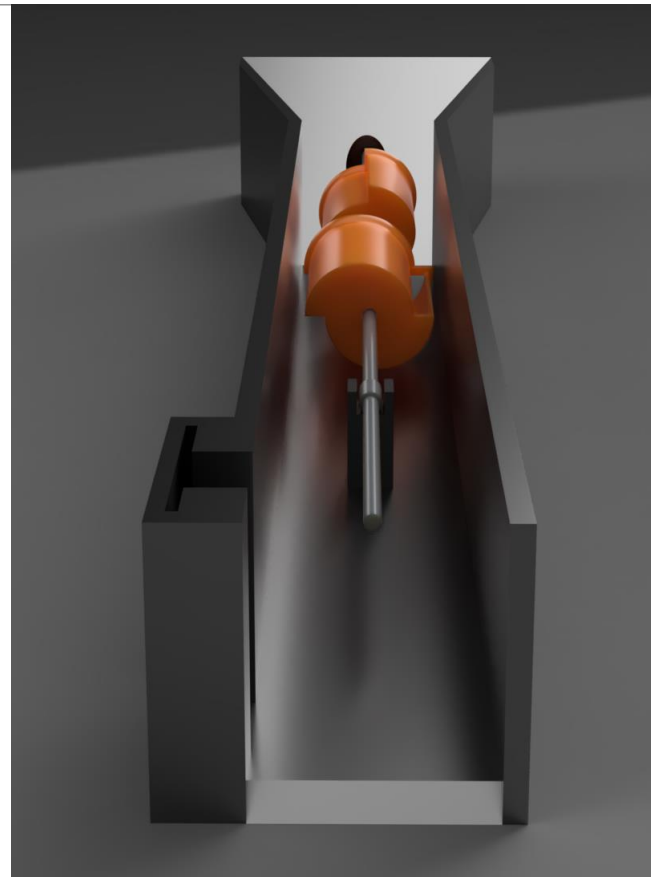
Для демонстрации работы гирлянды гидротурбин в торцевом режиме было решено создать 3D модель испытательной установки и напечатать её на 3D принтере.

К модели установки ставились следующие требования:

- Наличие места под шлюз для регулирования скорости потока воды.
- Наличие места под подшипник, уменьшающий трение оси гидротурбин о б установку

Для создания 3D модели была выбрана программа Fusion360.

Для печати макета использовался принтер Flying Bear Ghost 5.



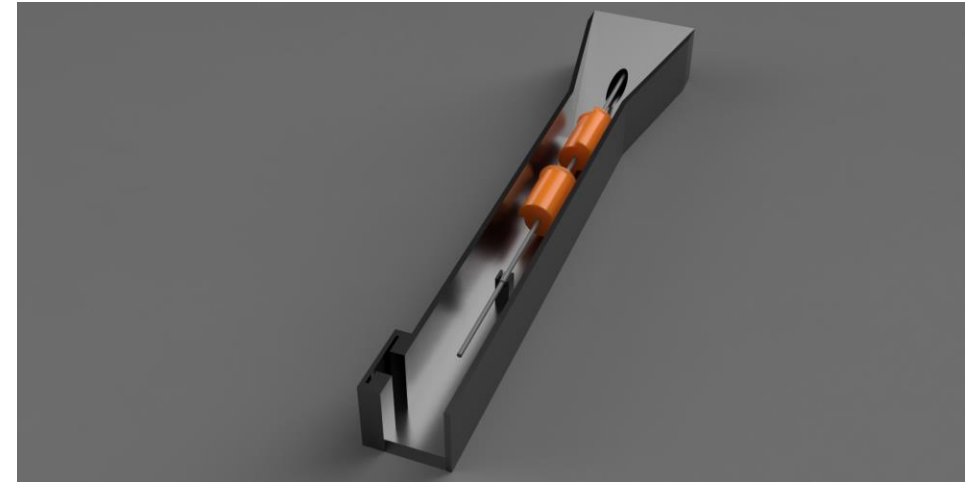
# Заключение

---

## **В ходе работы были:**

- Рассмотрены преимущества гирляндных мини ГЭС в сравнении с другими типами малогабаритных гидроэлектростанций.
- Была приведена конструкция гидротурбины гирлянды – простая и надёжная.
- Также были приведены расчёты, доказывающие, что при достаточной скорости напора воды подобного рода ГЭС могут вырабатывать энергии более чем достаточной для обеспечения одного частного дома. Поэтому в связи простотой конструкции для производства можно сказать, что гирляндная мини ГЭС подходит для обеспечения труднодоступных регионов РФ.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что был предложен для обеспечения труднодоступных регионов выработки экологически чистой энергии способ, который раньше не применялся массово на практике.



# Литературные и Интернет источники

---

1. «Гирляндная ГЭС». М. -Л., Госэнергоиздат, 1963, Блинов Б., 64с.
2. «Малая гидроэнергетика». Энергоатомиздат, 1989, Михайлов Л.П., Фельдман Б.Н., Марканова Т.К.
3. «Справочник проектировщика. Гидротехнические сооружения», Стройиздат, 1983, под ред. Недриш В.П.
4. Официальный сайт компании «Гидротехническое бюро» - URL: <https://www.gidroburo.ru>
5. Отчёт о пешем походе 4 к.с. по Кольскому п-ву – значения скорости течения рек – URL: [http://www.tourism.ru/phtml/users/get\\_report.php?543](http://www.tourism.ru/phtml/users/get_report.php?543)
6. Кольская энциклопедия – значение скорости течения реки Варзуга – URL: [http://ke.culture.gov-murman.ru/slovník/?ELEMENT\\_ID=93263](http://ke.culture.gov-murman.ru/slovník/?ELEMENT_ID=93263)
7. Сайт «Электро-Вести» – типы современных мини ГЭС, их преимущества и недостатки - URL: [https://elektrovesti.net/energetika/781\\_samodelnaya-mini-ges](https://elektrovesti.net/energetika/781_samodelnaya-mini-ges)
8. Официальный сайт компании idenergie – пример мини ГЭС роторного типа - URL: <https://idenergie.ca/en/riverturbine-2/>



# Литературные и Интернет источники

---

9. Сайт «Совет инженера» - типы современных мини ГЭС, их преимущества и недостатки - URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/eko-dom/gidroelektrostanciya-svoimi-rukami.html>

10. Сайт «strport» - типы современных мини ГЭС, их преимущества и недостатки - URL: <http://strport.ru/instrumenty/mini-gidroelektrostantsiya-ges-dlya-doma>

11. Сайт компании «Новатор» - пример вихревой мини ГЭС - URL: <http://new.novatorlab.ru/ru/katalog/promyshlennost/toplivnye-elementy/vihrevaya-ges>

12. Сайт компании «УК Энерготехсервис» - типы современных мини ГЭС, их преимущества и недостатки - URL: <https://xn----dtbchbawj2amueleii7b6i.xn--p1ai/mat-chast/mini-i-mikro-ges-populyarnye-konstruktsii-i-primenenie.html>

13. Пример прямоточной микро-ГЭС пропеллерного типа - URL: <https://docplayer.com/42455674-Pryamotochnaya-mikro-ges-propellernogo-tipa-buryashkin-s-s-imya-rukovoditelya-biznes-idei-samara-2014-g-proekta.html>

14. Сайт компании «Технологические инновационные системы» - Пример Шнековой мини ГЭС - URL: [https://tisys.ru/services/catalog/energeticheskoe\\_i\\_ko/energeticheskie-ustanovki-gess-cz/shnekovye-gidroturbinnye-malye-gidroelektrostantsii-gess-cz/](https://tisys.ru/services/catalog/energeticheskoe_i_ko/energeticheskie-ustanovki-gess-cz/shnekovye-gidroturbinnye-malye-gidroelektrostantsii-gess-cz/)