



**ИНЖЕНЕРНАЯ  
ШКОЛА  
ЭНЕРГЕТИКИ**



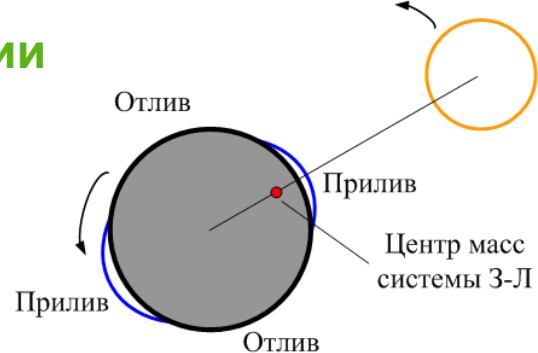
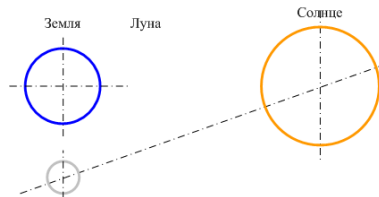
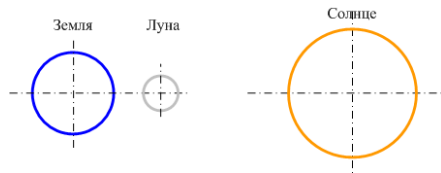
**Разработчик: В.В. Шестакова**

# Современные технологии в гидроэнергетике

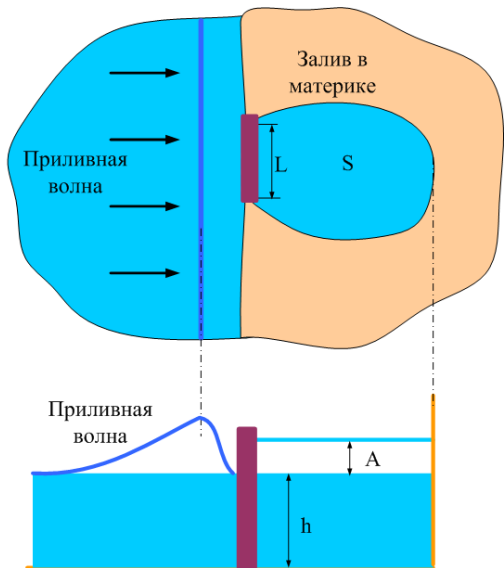
**Преподаватель: Шестакова Вера Васильевна**  
**ауд. 162, корпус 8**  
**Почта: [shestakova@tpu.ru](mailto:shestakova@tpu.ru)**



# Приливные электростанции



Расположение Земли и Луны при максимальной и минимальной приливной волне



$S$  – площадь залива за плотиной,  $\text{км}^2$   
 $A$  – средняя высота приливов, м  
 $L$  – длина резонирующего пространства (створ), м  
 $h$  – глубина резонирующего пространства, м

## Высота приливов

Черное море – 0,1 м  
Морские заливы – 2-12 м  
Залив Фанди (Канада) – 19,6 м

Скорость приливного течения – 4 м/с

**Вопрос** – назовите условие для максимальной высоты прилива  $A$  в заливе.

## Период вращения Луны

24 часа 50 минут 28 секунд

$$T_{\text{л}} = 89430 \text{ с}$$

$$f_{\text{пв}} = 1/T_{\text{л}} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Гц}$$

Время работы ПЭС 3-4 часа  
два раза в сутки

# Приливные электростанции

## Сихвинская ПЭС (Корея), 2011 г.



Длина плотины  $L = 12,7$  км,  
Глубина водохранилища  $h = 5$  м  
Высота прилива  $A = 7,5$  м  
Площадь водохранилища  $S = 46,5$  км<sup>2</sup>

### Задание:

- рассчитайте теоретическую и практическую мощности ПЭС.
- Оцените условия резонирования колебания волн залива с приливной волной.



# Приливные электростанции

Кислогубская ПЭС, 2007 г.

Длина плотины 60 м,  
Высота прилива  $A = 2,5$  м  
Площадь водохранилища  $2,09$  км<sup>2</sup>  
Глубина водохранилища  $h = 1$  м



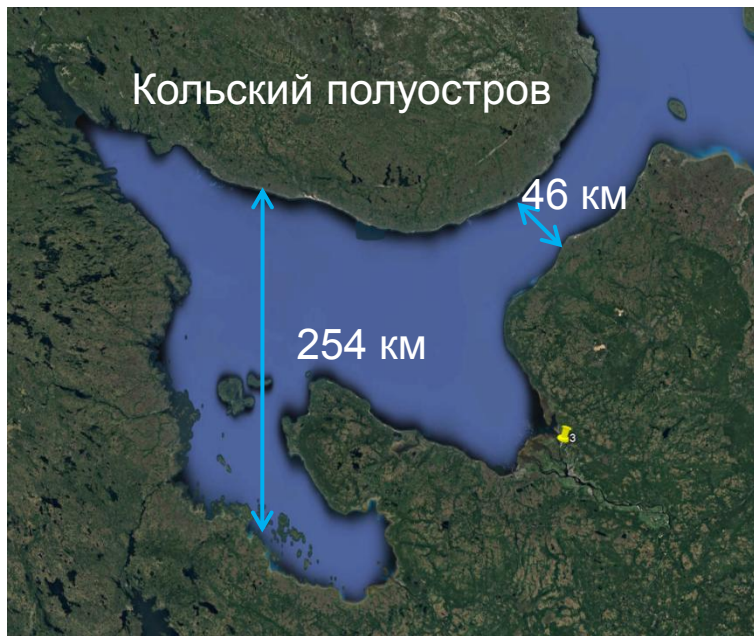
Продольный разрез ПЭС

Элементарно - Кислогубская приливная электростанция. Русгидро

<https://www.youtube.com/watch?v=hcaA5mJX2pA>

Ортогональная турбина крутится в одном направлении при любом направлении потока

## Приливные электростанции



### Проект Мезенской ПЭС

Длина плотины 46 км,

Высота прилива  $A = 8$  м

Площадь водохранилища 90000 км<sup>2</sup>

Глубина водохранилища  $h = 56$  м



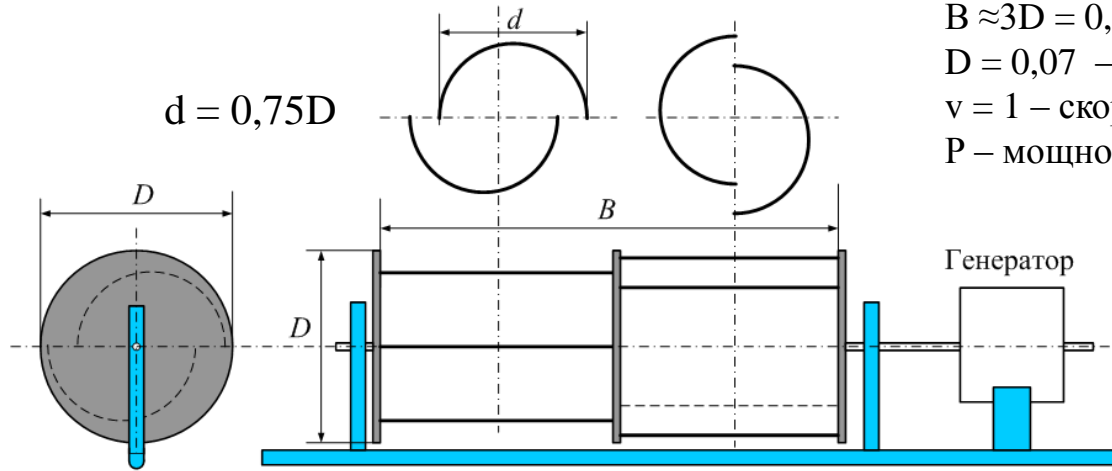
Представление художника

Для справки: мощность ГЭС «Три ущелья» 22,5 ГВт



# Микро ГЭС

## Винготорная ГЭС



**Задание 1:** рассчитайте мощность одной секции винготора.

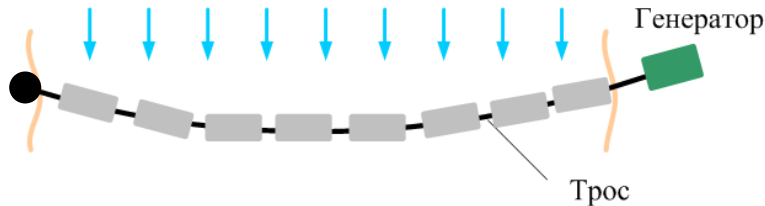
$B \approx 3D = 0,25$  – длина секции ротора, м

$D = 0,07$  – диаметр секции ротора, м

$v = 1$  – скорость потока воды, м/с

$P$  – мощность, Вт

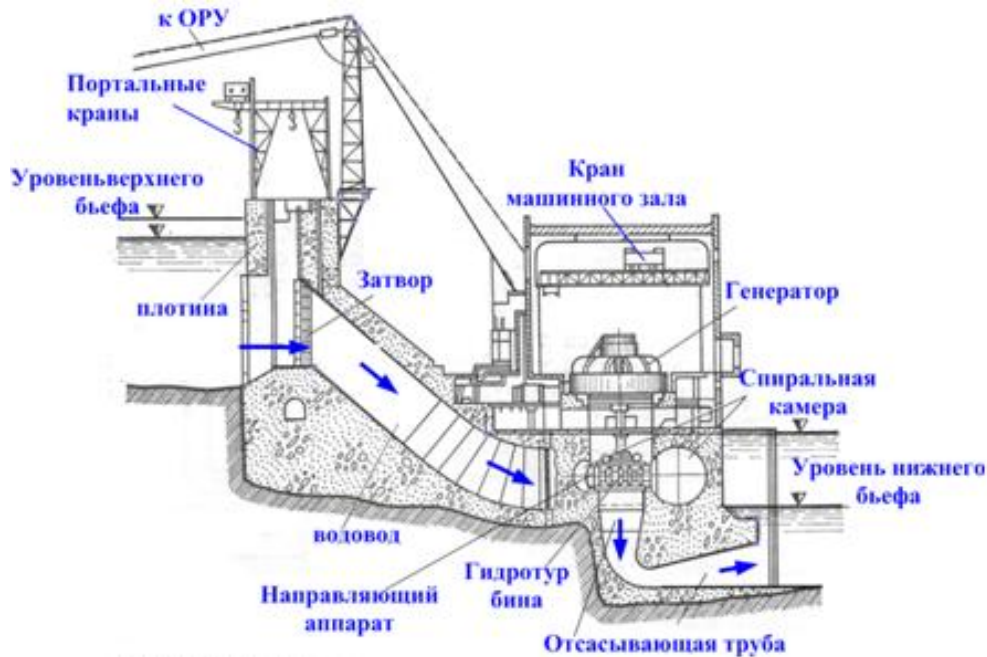
Эскиз секции винготора (аксонометрическая проекция) - ?



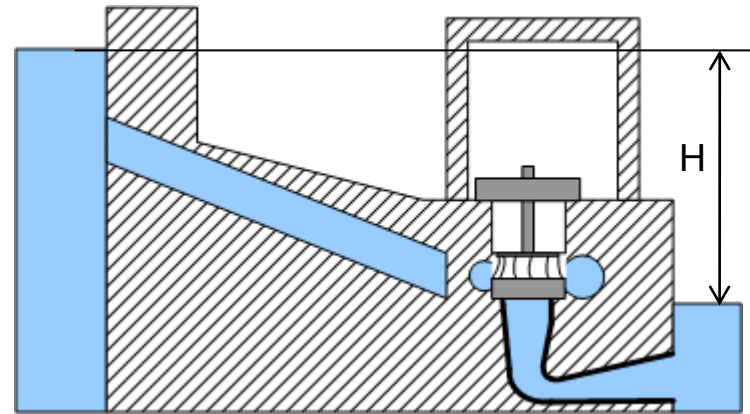
Гирлянда винготоров поперек реки

**Задание 2:** определите размеры и количество секций винготоров для получения мощности 1000 Вт на реке шириной 6 м, скорость течения 2 м/с, глубина 0,5 м.

# ГЭС с реактивными турбинами



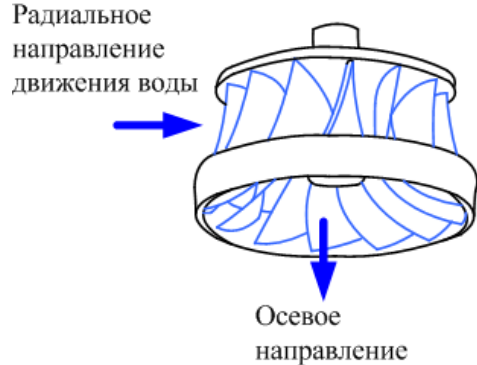
Разрез корпуса ГЭС



Упрощенный разрез  
корпуса ГЭС,  
H - напор

**Задание:** по схеме ГЭС перечислите названия элементов и их назначение.

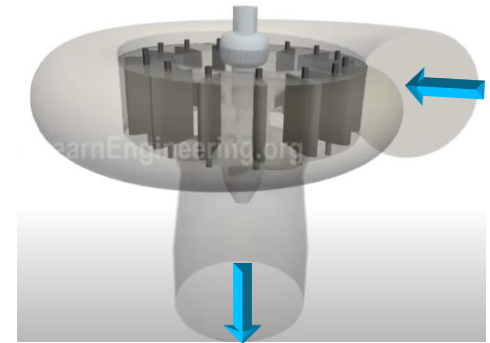
# Конструкция турбины Френсиса, регулирование мощности



Направляющий аппарат – 20 поворотных лопаток

Принцип работы гидроагрегата на примере Бурейской ГЭС

<https://www.youtube.com/watch?v=UUKVA-YDSA>



Сравнение турбин Пелтона, Френсиса и Капана

<https://www.youtube.com/watch?v=6lXliOjof6o>

**Задание:** Определить расход воды турбины – количество жидкости, проходящее через турбину в единицу времени,  $Q$  м<sup>3</sup>/с.

Напор  $H = 100$  м

мощность  $P_t = 520$  МВт.

КПД турбины 92%.

$g = 9.801$  м/с<sup>2</sup>,

$\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

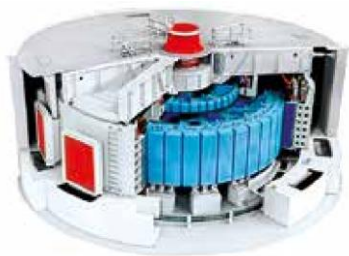


# Номенклатура гидрогенераторов

## Завод «Электросила»

Частота вращения от 50 до 750 об/мин.  
Число полюсов от 108 до 8 соответственно.  
Диапазон мощностей от 4 до 1000 МВт.  
Срок службы – 40 лет.

Автоматическое регулирование и управление возбуждением.  
Система охлаждения.  
Система возбуждения.  
Аппаратура гашения поля.



**Зонтичный**

Подпятник и направляющий подшипник расположены ниже ротора.  
Низкоскоростные генераторы большой мощности.



**Полузонтный**

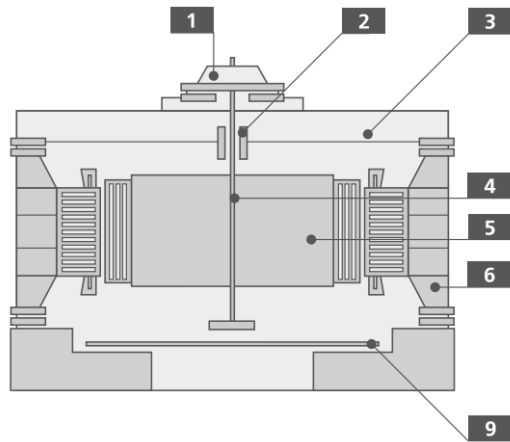
Подпятник расположен ниже ротора, а направляющий подшипник выше ротора.



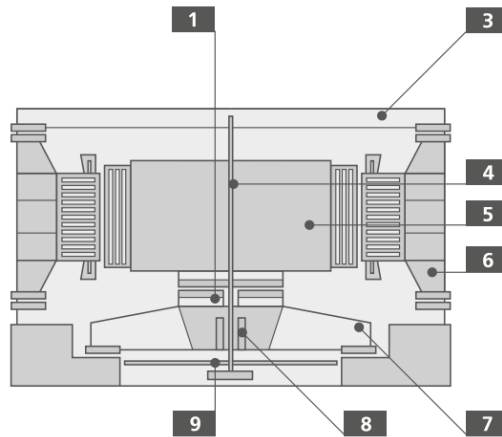
**Подвесной**

Подпятник и направ. подшипник расположены выше ротора.  
Высоко- и среднескоростные генераторы.

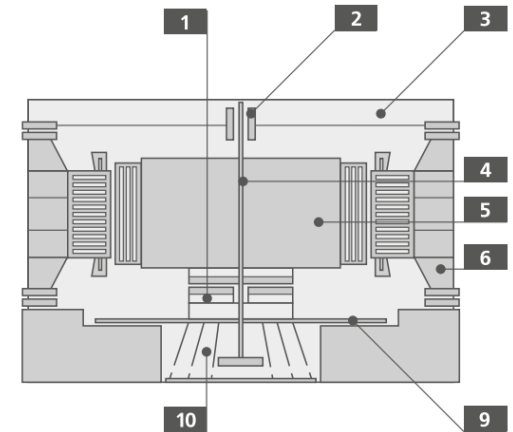
## Типы вертикальных гидрогенераторов



Подвесной



Зонтичный

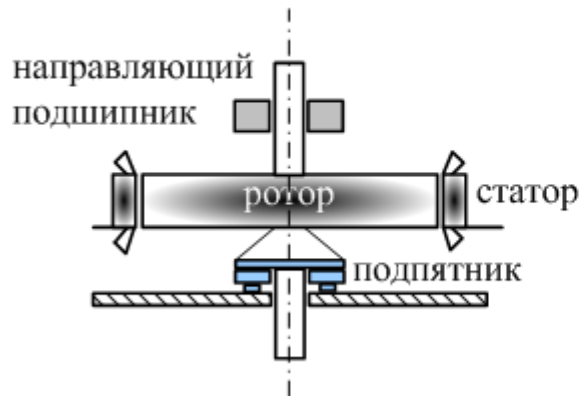


Полузонтичный

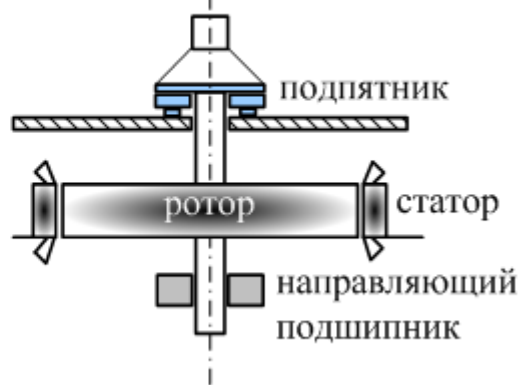
- 1 – Подпятник, 2 – верхний направляющий подшипник, 3 – Верхняя крестовина,  
4 – Вал ротора, 5 – Ротор, 6 – Статор, 7-Нижняя крестовина,  
8 – Нижний направляющий подшипник, 9 – Перекрытие шахты,  
10 – Крепление подпятника

# Конструкция подпятника

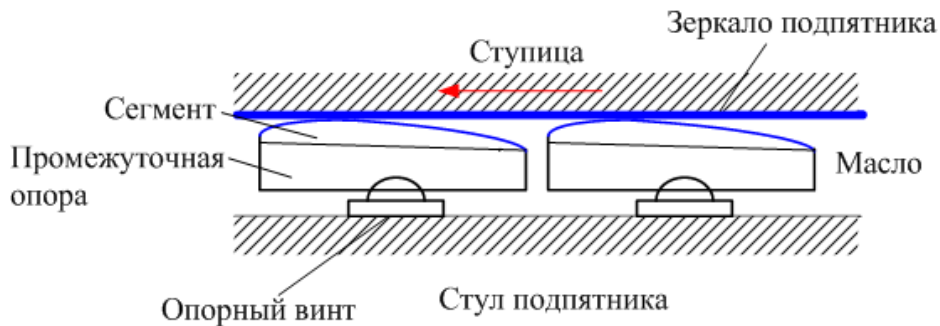
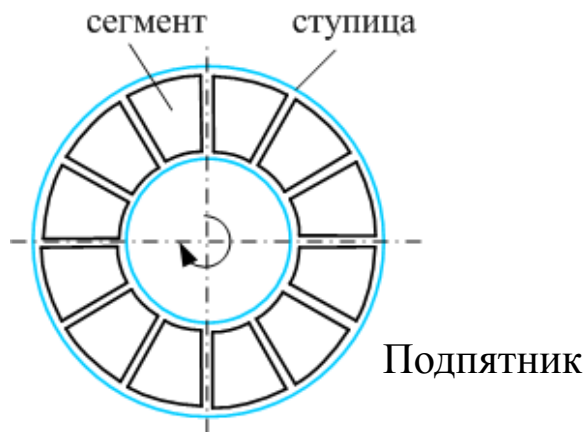
Зонтичный гидрогенератор



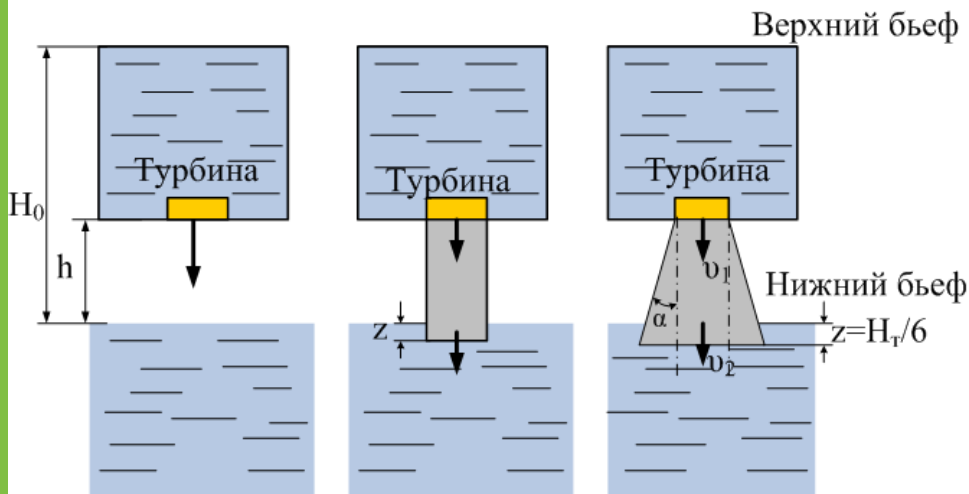
Подвесной гидрогенератор



Радиально-осевая турбина



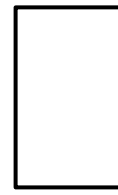
## Конструкция и назначение отсасывающей трубы



**Вопрос** – какой тип трубы более эффективен?



Коническая



Цилиндрическая



Изогнутая

**Задача.** Определить мощность гидротурбины после присоединения к ней отсасывающей трубы.

Мощность турбины  $P = 30$  кВт, Высота трубы  $H_T = 2$  м,

Расход турбины  $Q = 0,7$  м<sup>3</sup>/с, Угол конусности  $\alpha = 15^\circ$ ,

Верхний диаметр трубы  $d_1 = 0,8$  м. Высота турбины над нижним бьефом  $h = 1,67$  м

Потери напора в трубе не учитывать.

## Литература

1.Сухоцкий А.Б. Вторичные энергетические ресурсы. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Минск: БГТУ, 2012. – 92 с.

2.Шелехов, И. Ю. Альтернативные и нетрадиционные источники энергии : учебное пособие / И. Ю. Шелехов, В. Л. Рупосов. — Иркутск : ИРНТУ, 2020. — 164 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325172> (дата обращения: 22.11.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 62.