



**ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА
ЭНЕРГЕТИКИ**



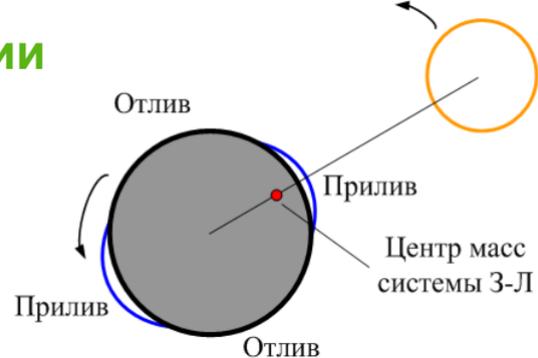
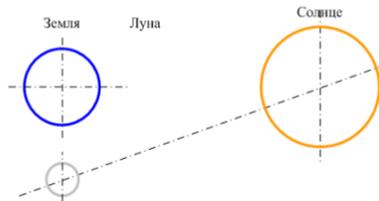
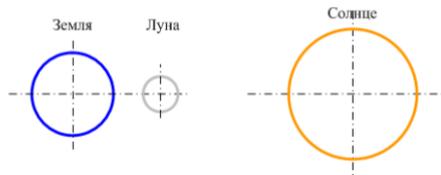
Разработчик: В.В. Шестакова

Современные технологии в гидроэнергетике

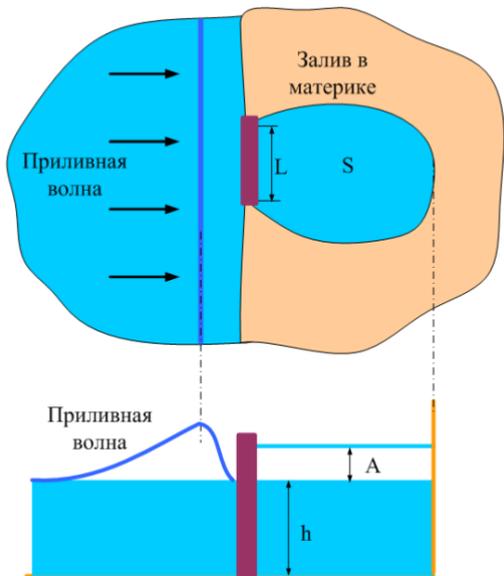
Преподаватель: Шестакова Вера Васильевна
ауд. 162, корпус 8
Почта: shestakova@tpu.ru



Приливные электростанции



Расположение Земли и Луны при максимальной и минимальной приливной волне



S – площадь залива за плотиной, км²
 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

$T_{л} = 89430$ с

$f_{пв} = 1/T_{л} = 1,1 \cdot 10^{-5}$ 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 $S = 46,5$ км²

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 $2,09$ км²
Глубина водохранилища $h = 1$ м



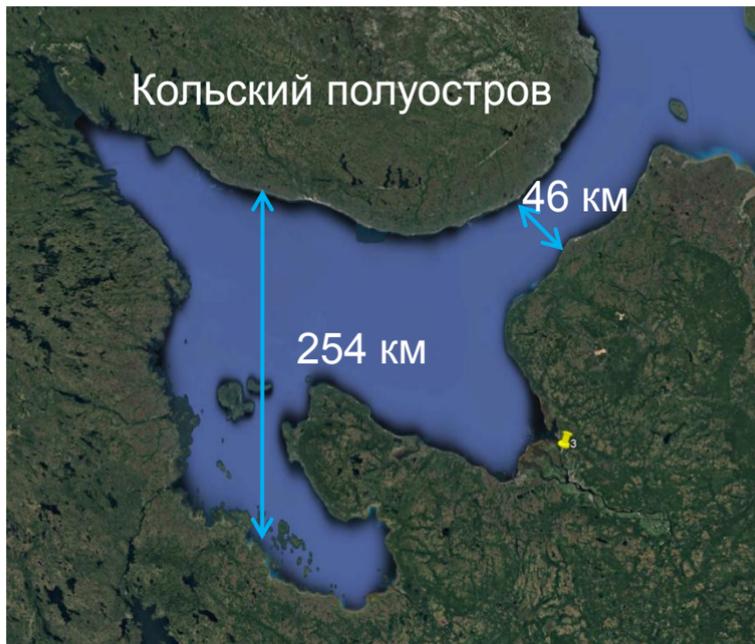
Продольный разрез ПЭС

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 км²

Глубина водохранилища $h = 56$ м

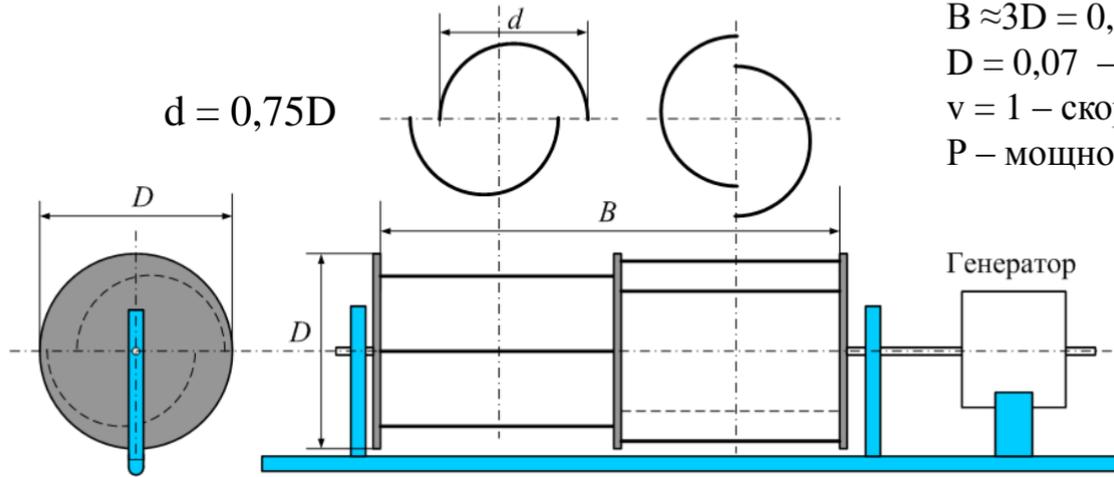


Представление художника

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

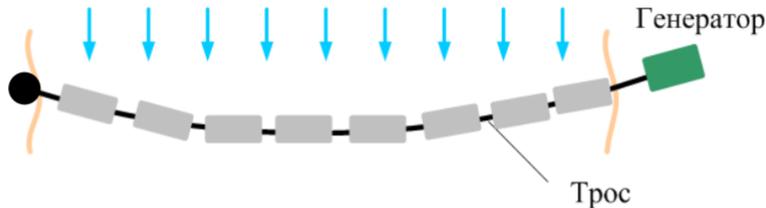
$v = 1$ – скорость потока воды, м/с

P – мощность, Вт

Эскиз секции винготора (аксонометрическая проекция) - ?

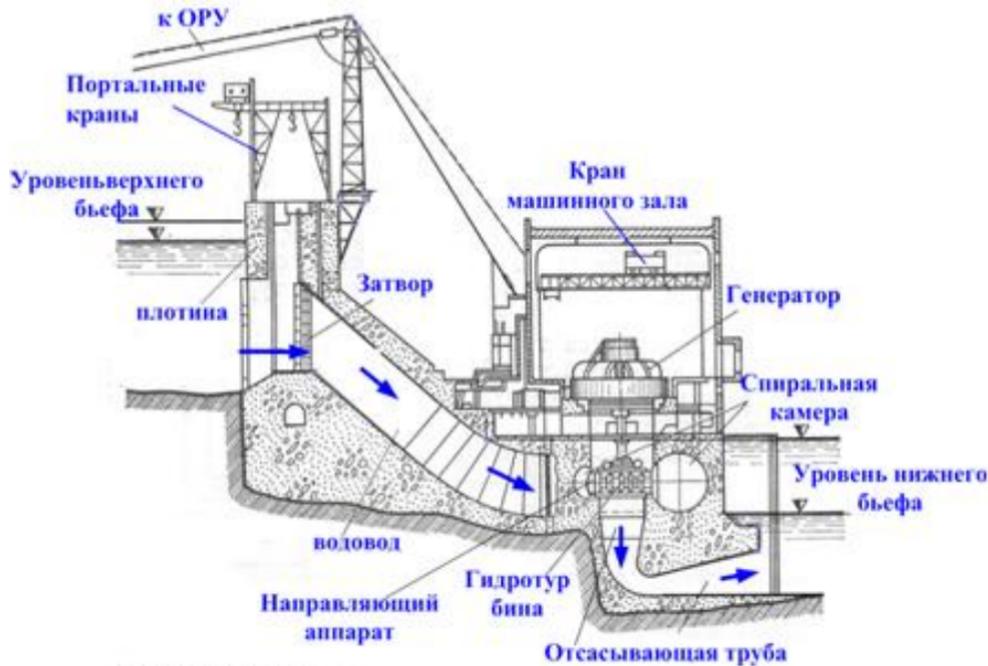


Задание 2: определите размеры и количество секций винготоров для получения мощности 1000 Вт на реке шириной 6 м, скорость течения 2 м/с, глубина 0,5 м.

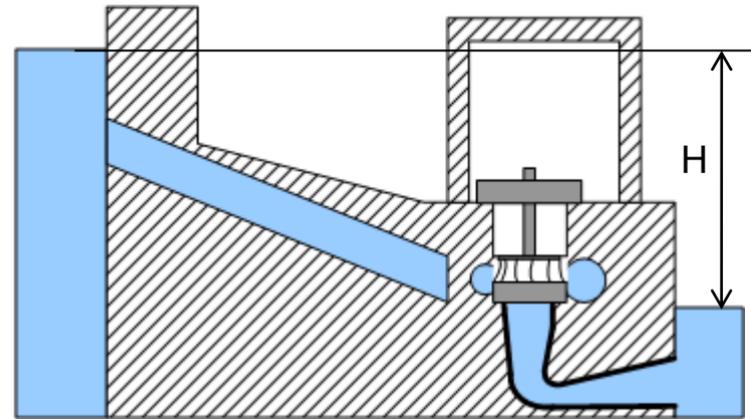


Гирлянда винготоров поперек реки

ГЭС с реактивными турбинами



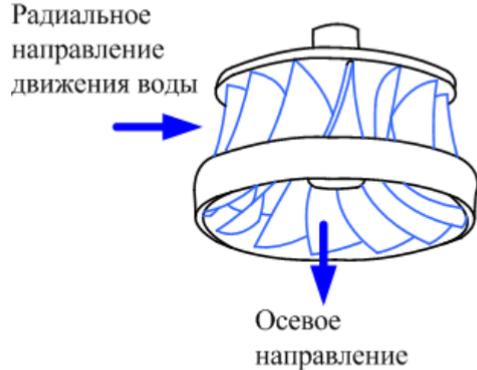
Разрез корпуса ГЭС



Упрощенный разрез
корпуса ГЭС,
H - напор

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

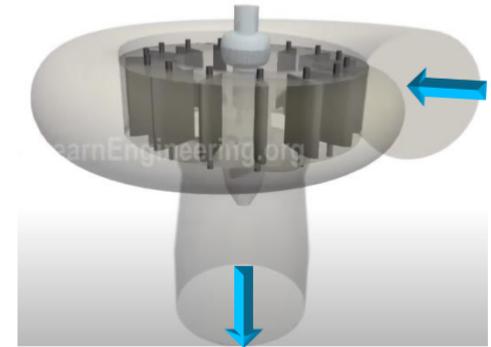
Конструкция турбины Френсиса, регулирование мощности



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 м³/с.

Напор $H = 100$ м

мощность $P_t = 520$ МВт.

КПД турбины 92%.

$g = 9.801$ м/с²,

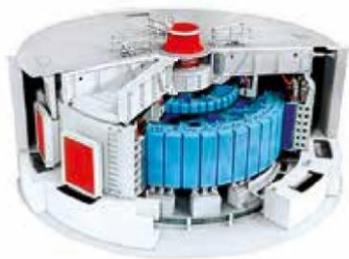
$\rho = 1000$ кг/м³

Номенклатура гидрогенераторов

Завод «Электросила»

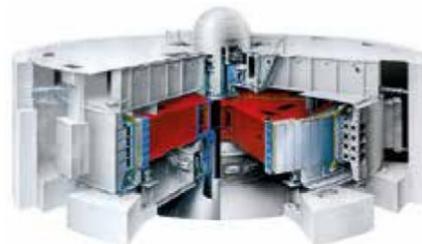
Частота вращения от 50 до 750 об/мин.
Число полюсов от 108 до 8 соответственно.
Диапазон мощностей от 4 до 1000 МВт.
Срок службы – 40 лет.

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

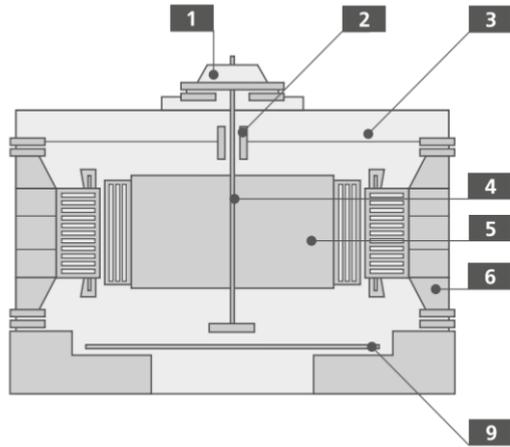
Подпятник расположен ниже ротора, а направляющий подшипник выше ротора.



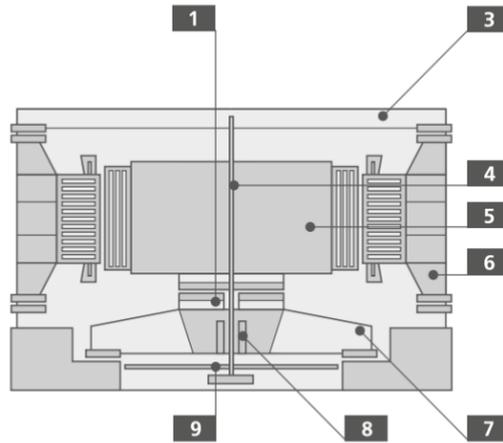
Подвесной

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

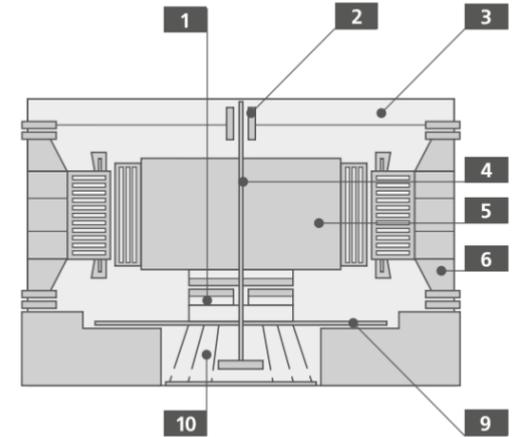
Типы вертикальных гидрогенераторов



Подвесной



Зонтичный

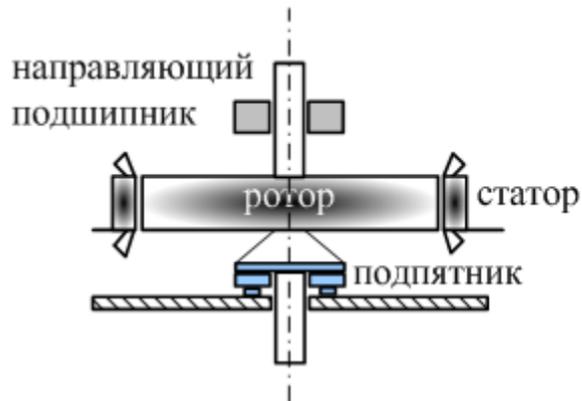


Полузонтичный

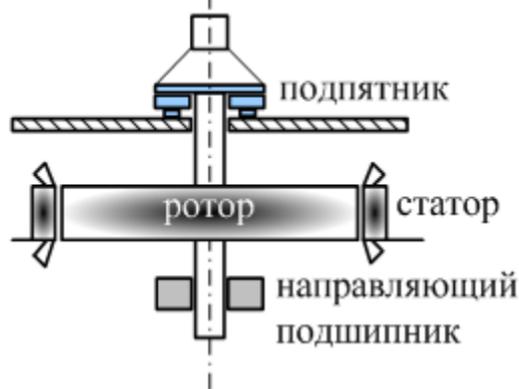
- 1 – Подпятник, 2 – верхний направляющий подшипник, 3 – Верхняя крестовина,
4 – Вал ротора, 5 – Ротор, 6 – Статор, 7-Нижняя крестовина,
8 – Нижний направляющий подшипник, 9 – Перекрытие шахты,
10 – Крепление подпятника

Конструкция подпятника

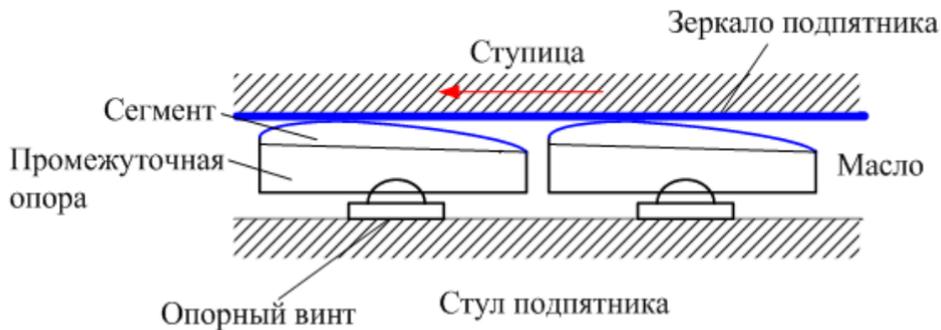
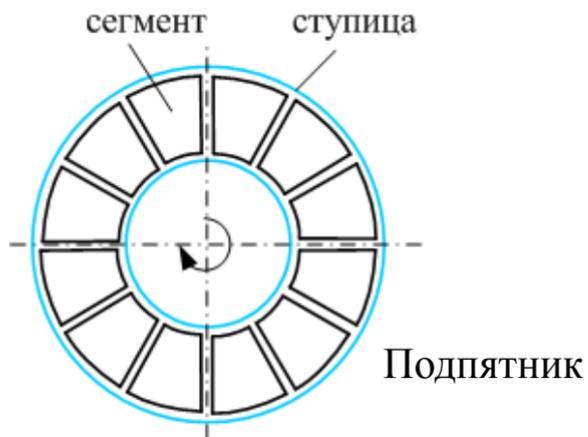
Зонтичный гидрогенератор



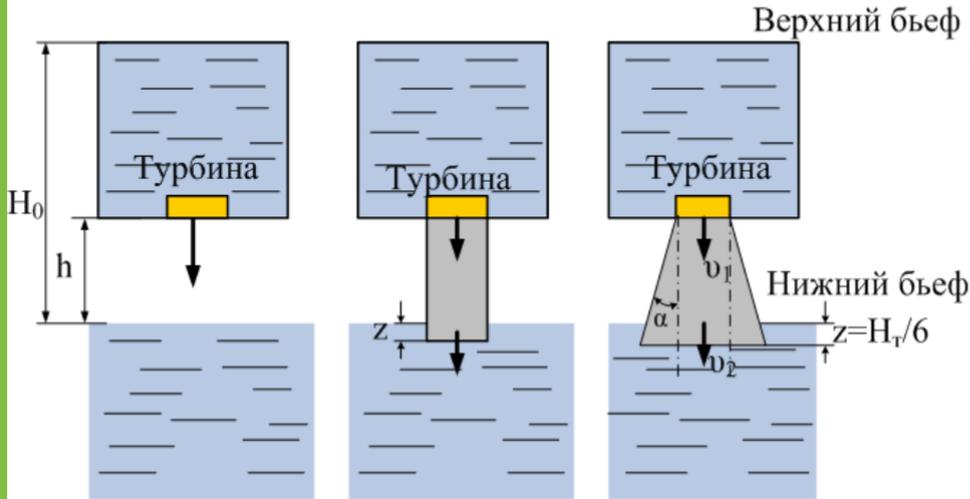
Подвесной гидрогенератор



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 $Q = 0,7$ м³/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.