

**Альтернативная энергетика** — совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования при, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде.

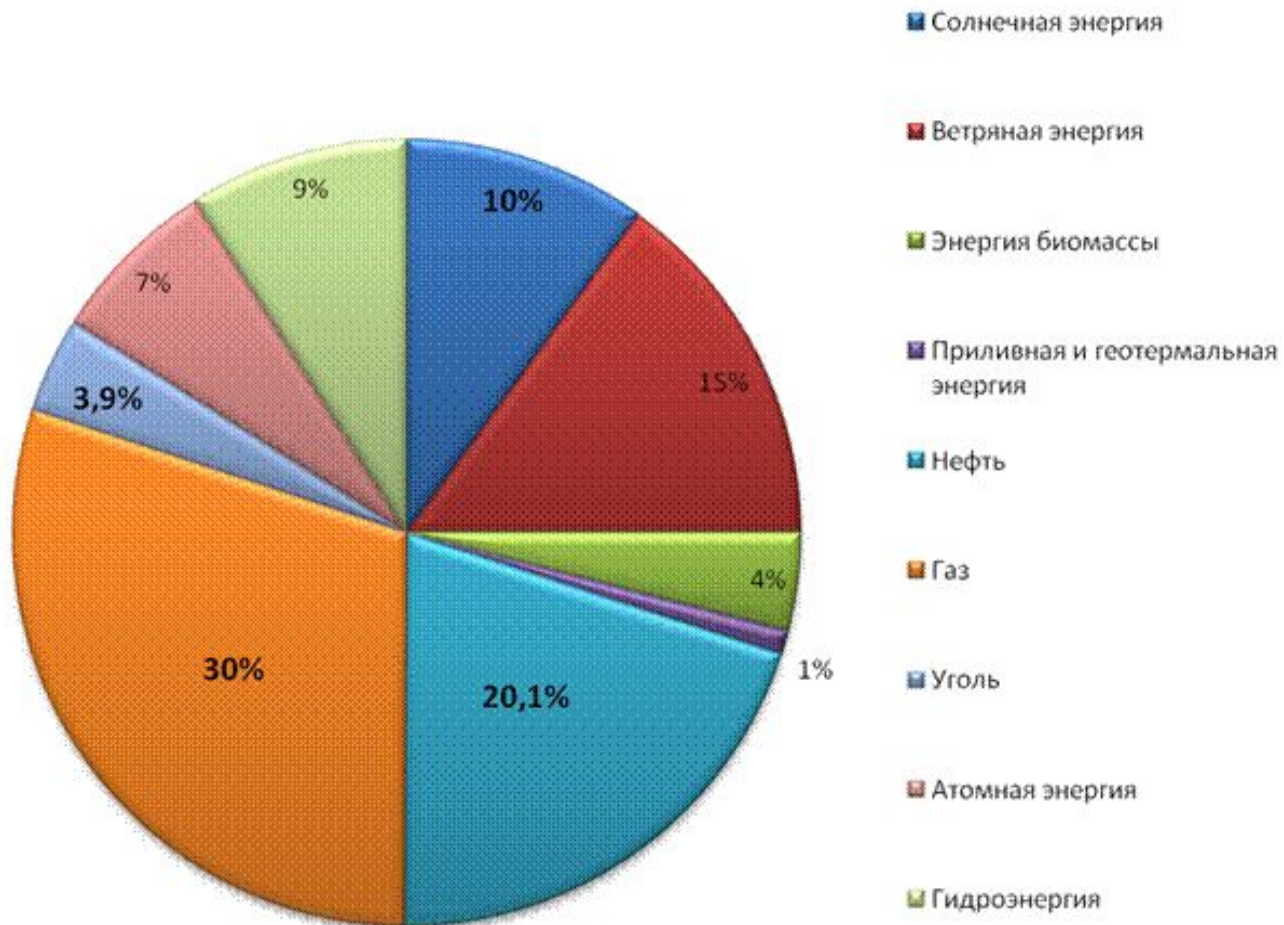
**Возобновляемая энергия** — энергия из источников, которые, по человеческим масштабам, являются неисчерпаемыми. Основной принцип использования возобновляемой энергии заключается в её извлечении из постоянно происходящих в окружающей среде процессов и предоставлении для технического применения.

Возобновляемую энергию получают из природных ресурсов, таких как: солнечный свет, водные потоки, ветер, приливы и геотермальная теплота, которые являются возобновляемыми (пополняются естественным путём).

### Источники энергии, используемые человеком

Способ использования	Энергия, используемая человеком	Первоначальный природный источник
Солнечные электростанции	Электромагнитное излучение Солнца	Солнечный ядерный синтез
Ветряные электростанции	Кинетическая энергия ветра	Солнечный ядерный синтез, Движения Земли и Луны
Традиционные ГЭС Малые ГЭС	Движение воды в реках	Солнечный ядерный синтез
Приливные электростанции	Движение воды в океанах и морях	Движения Земли и Луны
Волновые электростанции	Энергия волн морей и океанов	Солнечный ядерный синтез, Движения Земли и Луны
Геотермальные станции	Тепловая энергия горячих источников планеты	Внутренняя энергия Земли
Сжигание ископаемого топлива	Химическая энергия ископаемого топлива	Солнечный ядерный синтез в прошлом.
Сжигание возобновляемого топлива традиционное нетрадиционное	Химическая энергия возобновляемого топлива	Солнечный ядерный синтез
Атомные электростанции	Тепло, выделяемое при ядерном распаде	Ядерный распад

## Прогноз мирового энергопотребления, 2020 г.



## **ВЕТРОЭНЕРГЕТ ИКА**

Это отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, тепловую и любую другую форму энергии для использования в народном хозяйстве.

Преобразование происходит с помощью ветрогенератора (для получения электричества), ветряных мельниц (для получения механической энергии) и многих других видов агрегатов. Энергия ветра является следствием деятельности солнца, поэтому она относится к возобновляемым видам энергии.

**Ветрогенератор** (ветроэлектрическая установка или сокращенно ВЭУ) — устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим её преобразованием в электрическую энергию.

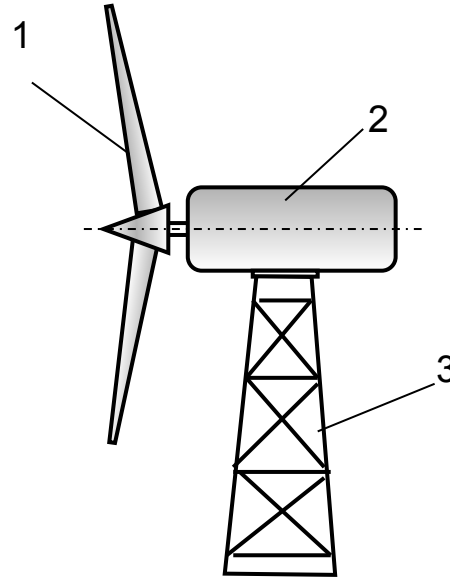


Рис.1. Общий вид ВЭУ с горизонтально-осевым ротором

конструктивно она должна состоять из ветродвигателя (ВД) 1, машинного отделения 2, опоры 3 (рис. 1)

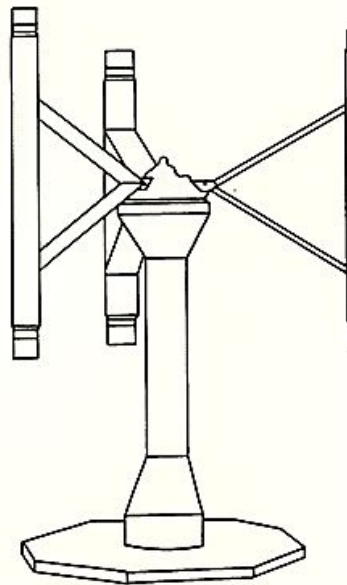
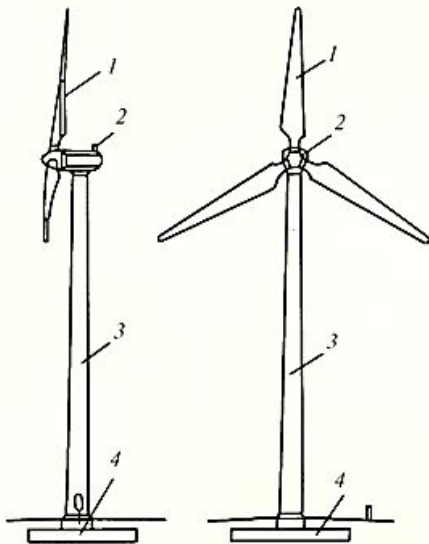
## Типы ветрогенераторов

Существуют классификации ветрогенераторов по:

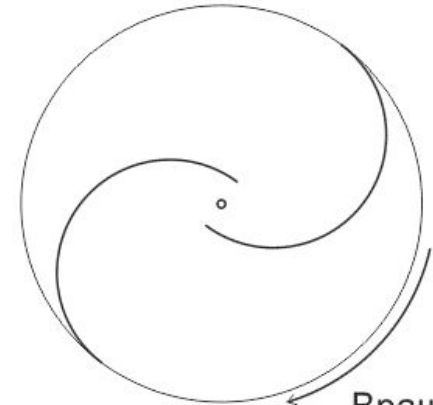
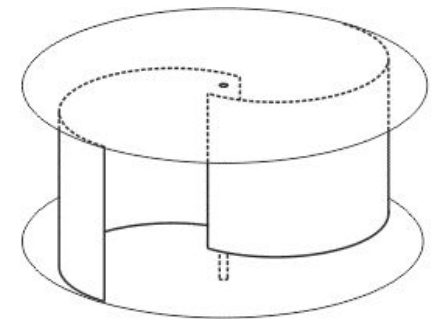
- количеству лопастей,
- по материалам, из которых они выполнены,
- по оси вращения

Существуют два основных типа ветротурбин:

- с вертикальной осью вращения («карусельные» — роторные (в том числе «ротор Савониуса»),
- «лопастные» ортогональные — ротор Дарье);
- с горизонтальной осью вращения (крыльчатые).

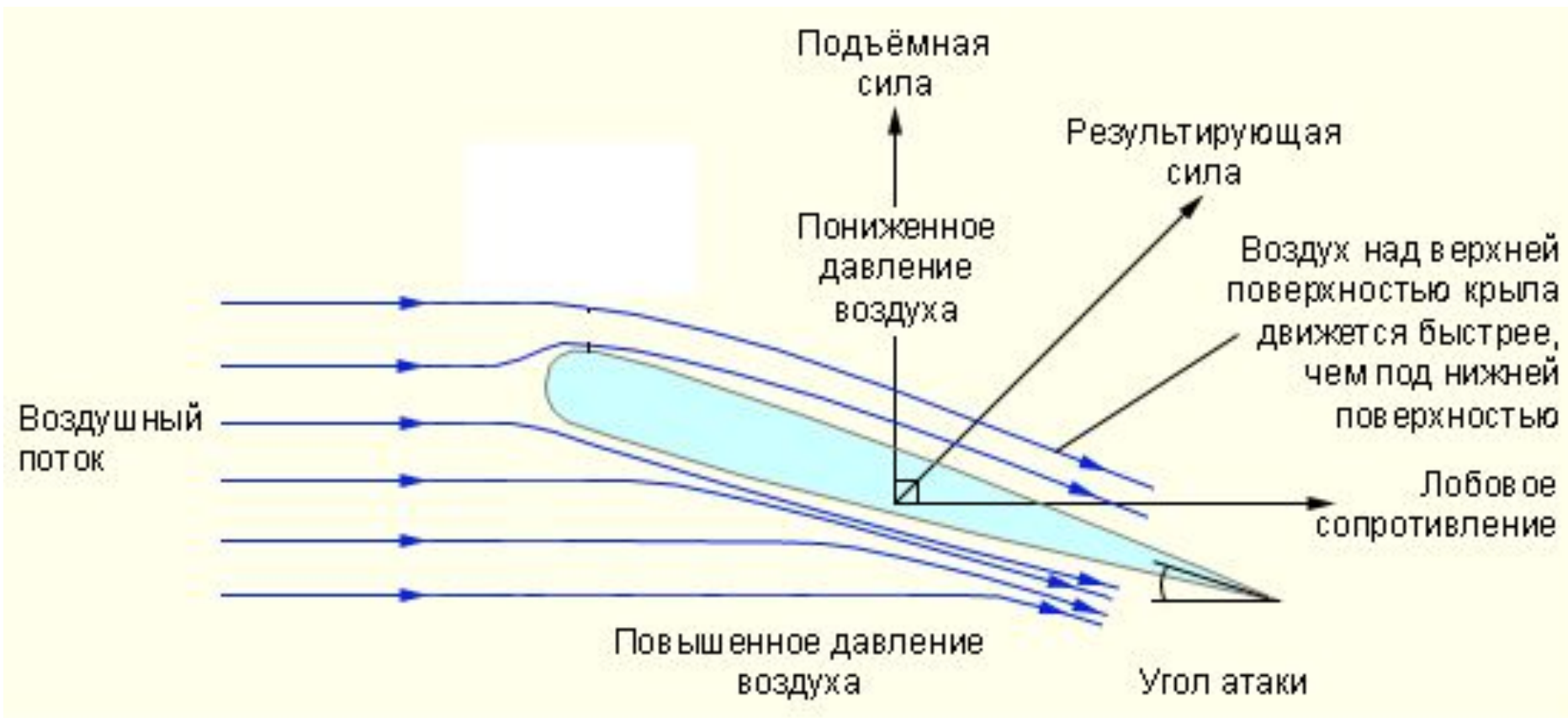


Ротор Дарье



Вращение

Ротор Савониуса



Мощность, Вт	Наружный диаметр ветроколеса при количестве лопастей, м					
	16	8	6	4	3	2
500	5	7	8,16	9,94	11,48	14
300	3,88	5,46	6,34	7,76	8,98	10,94
100	2,24	3,16	3,68	4,5	5,2	6,34
90	2,12	3	3,48	4,26	4,92	6
80	2	2,82	3,28	4	4,64	5,66
70	1,88	2,64	3,08	3,76	4,34	5,3
60	1,74	2,44	2,84	3,48	4	4,9
50	1,58	1,24	2,6	3,18	3,68	4,48
40	1,42	2	2,32	2,84	3,28	4
30	1,22	1,72	2	1,44	2,82	3,44
20	1	1,42	1,64	2	2,32	2,82



Крыльчатые ветродвигатели, согласно ГОСТ 2656-44, в зависимости от **типа ветроколеса и быстроходности**, разделяются на три группы

ветродвигатели многолопастные, тихоходные, с быстроходностью  $Z_n \leq 2$

ветродвигатели малолопастные, тихоходные, в том числе ветряные мельницы, с быстроходностью  $Z_n > 2$

ветродвигатели малолопастные, быстроходные  
 $Z_n \geq 3$

Быстроходностью называется отношение окружной скорости конца лопасти к скорости ветра:

$$Z = \frac{\omega \cdot R}{V}.$$



Определим отношение работы, развиваемой движущейся поверхностью, к энергии ветрового потока, имеющего поперечное сечение, равное этой поверхности, а именно

$$\xi = \frac{C_x \cdot F \cdot \frac{\rho}{2} \cdot (V - U)^2 \cdot U}{F \cdot \frac{\rho \cdot V^3}{2}} = C_x \cdot (V - U)^2 \cdot \frac{U}{V^3}.$$

$$\xi = C_x \cdot \left(1 - \frac{U}{V}\right)^2 \cdot \frac{U}{V}.$$

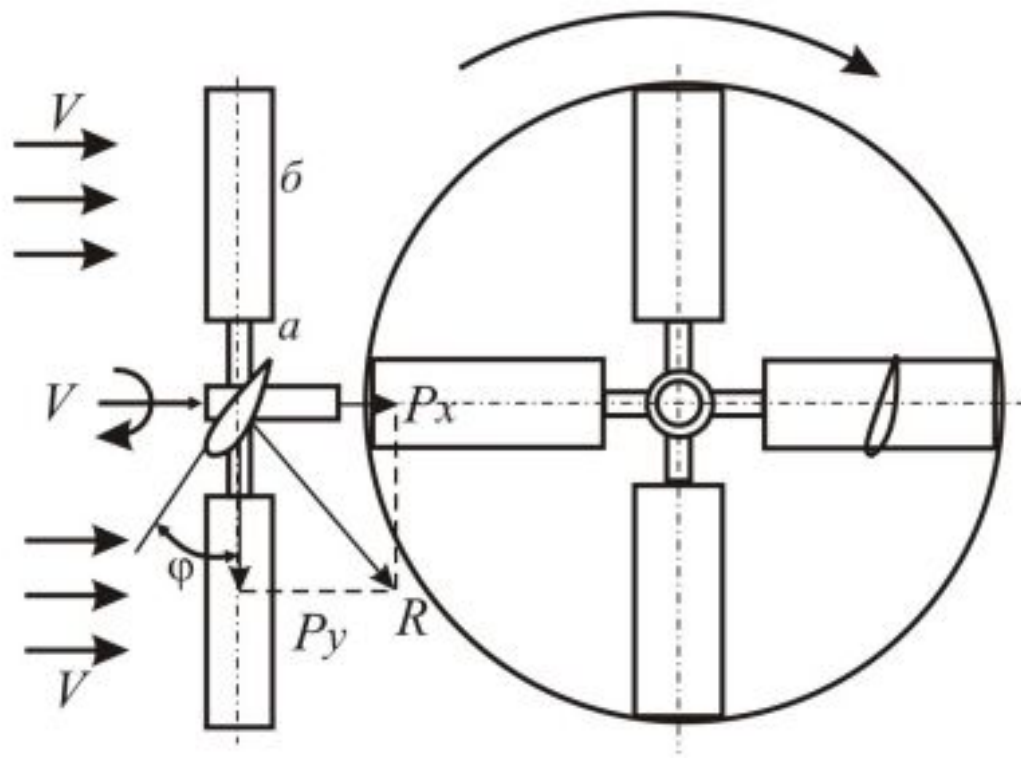
Величину  $\xi$  называют **коэффициентом использования энергии ветра (КИЭВ)**

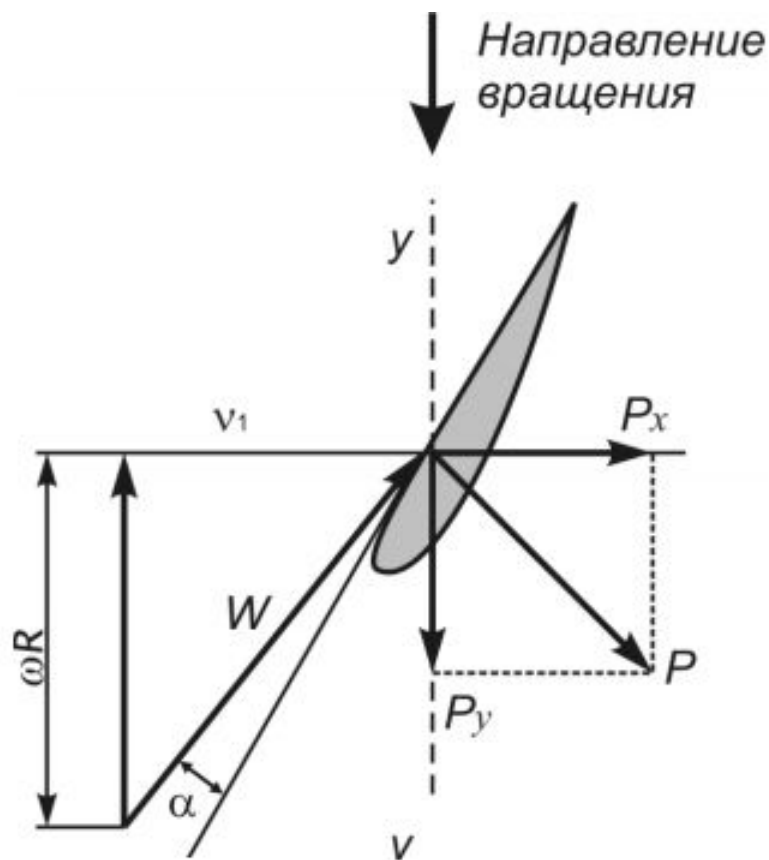
Из уравнения мы видим, что КИЭВ зависит от скорости перемещения поверхности в направлении ветра.

При некотором значении скорости  $U$  коэффициент получает максимальное значение.

Установлено, чтобы получить максимальный КИЭВ, поверхность должна перемещаться со скоростью  $U = \frac{1}{3} \cdot V$

Крыльчатые ветроколеса работают за счёт косого удара при движении лопастей перпендикулярно к направлению скорости ветра в противоположность к прямому удару, рассмотренному в предыдущем случае. Устройство такого колеса показано на рис





Воздушный поток набегаёт с относительной скоростью  $W$  под углом  $\alpha$ , который называют **углом атаки**, и действует с силой  $P$ .

Углы  $\varphi$  и  $\alpha$  в значительной мере определяют эффективность крыльев.

Силу  $P$  раскладывают на силы  $P_x$  и  $P_y$ .

Силы  $P_x$  производят давление в направлении ветра, которое называется лобовым давлением.

Силы  $P_y$  действуют в плоскости  $y - y$  вращения ветроколеса и создают крутящий момент.

Максимальные силы, приводящие колесо во вращение, получаются при некотором значении угла атаки  $\alpha$ .

Ввиду того что окружная скоростью длине крыла не одинакова, а возрастает по мере удаления его элементов от оси вращения ветроколеса, относительная скорость  $W$  также возрастает.

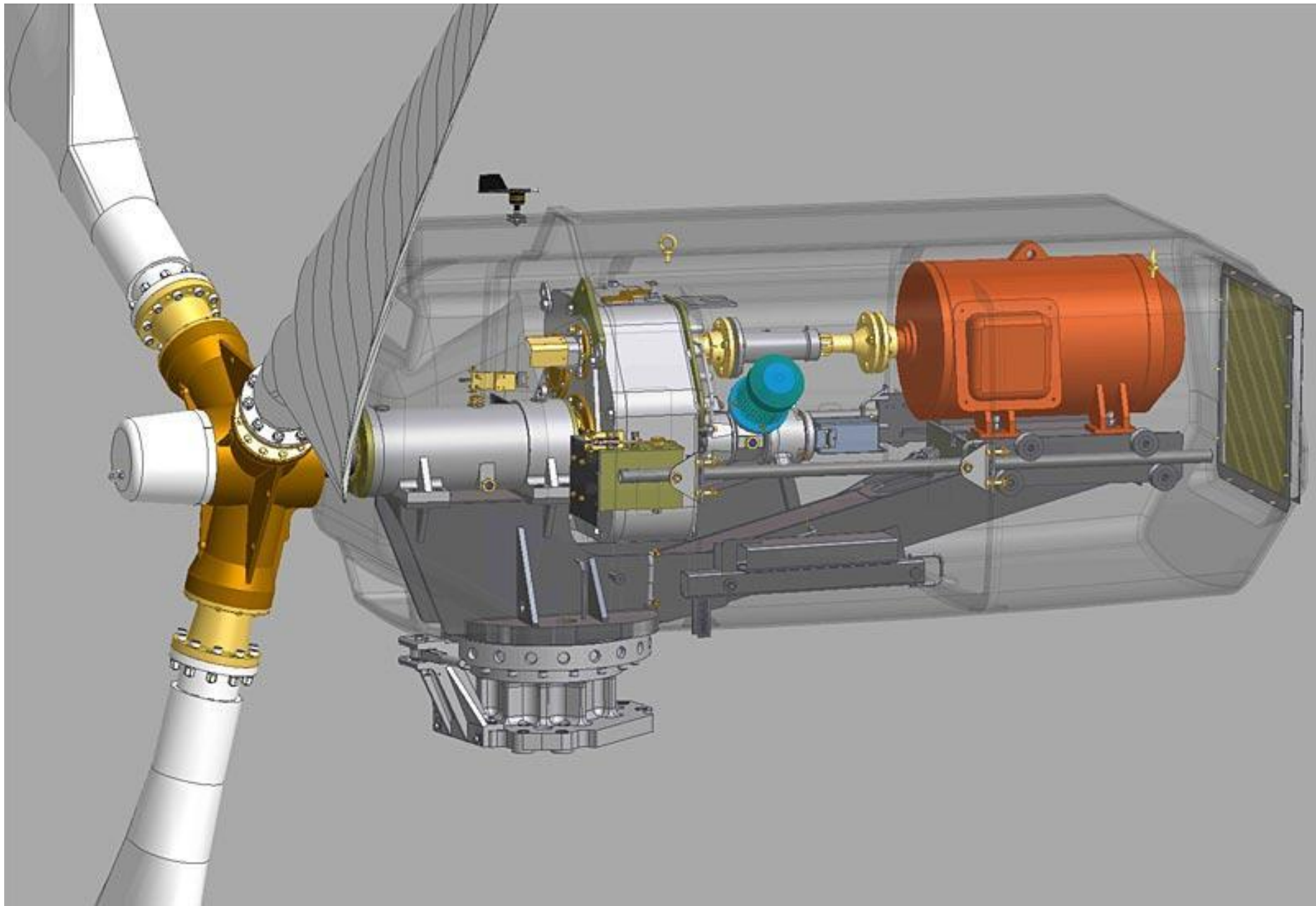
Вместе с этим убывает угол атаки  $\alpha$ . Следовательно, не все элементы крыла будут иметь максимальную подъёмную силу.

Если уменьшать угол  $\varphi$  каждого элемента лопасти по мере удаления его от оси вращения так, чтобы наивыгоднейший угол атаки  $\alpha$  примерно сохранялся постоянным, то мы получим **условие**, при котором приблизительно все элементы лопасти будут работать со своей максимальной подъёмной силой.

Лопасть с переменным углом заклинения получает форму **винтовой поверхности**.

**У хорошо выполненных моделей КИЭВ достигает 46%.**









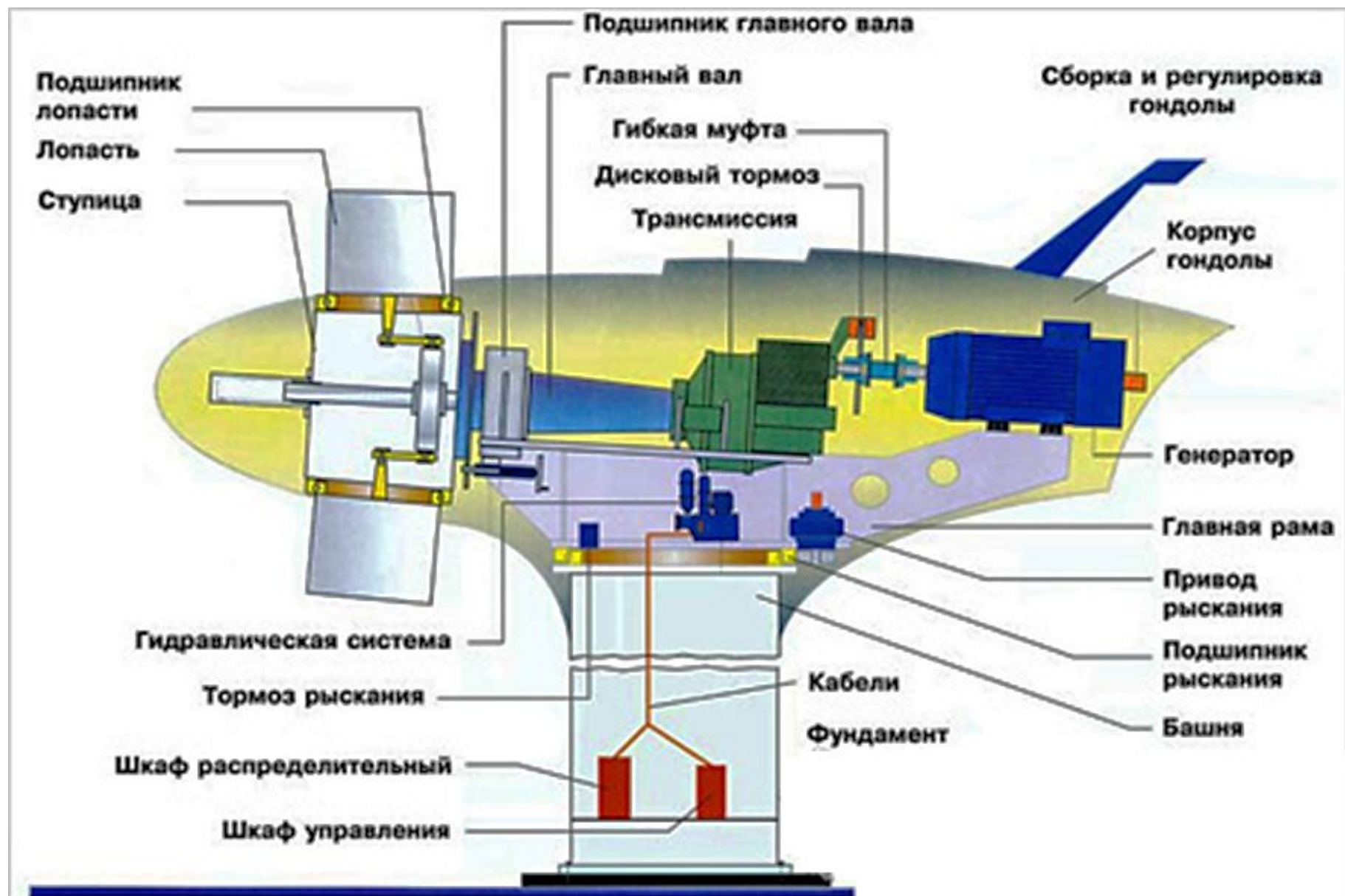
Теорию идеального ветряка впервые разработал в 1914 г. В.П. Ветчинкин на основе теории идеального гребного винта. В этой работе он установил понятие коэффициента использования энергии ветра идеальным ветряком.

В 1920 г. проф. Н.Е. Жуковский изложил теорию «Ветряной мельницы НЕЖ», где сделал вывод коэффициента использования энергии ветра идеальным ветряком. Теория идеального ветряка проф. Н.Е. Жуковского носит название *классической теории*; она устанавливает, что **максимальный коэффициент использования энергии ветра идеальным ветряком равен 0,593.**

Из классической теории идеального ветряка вытекают следующие основные положения:

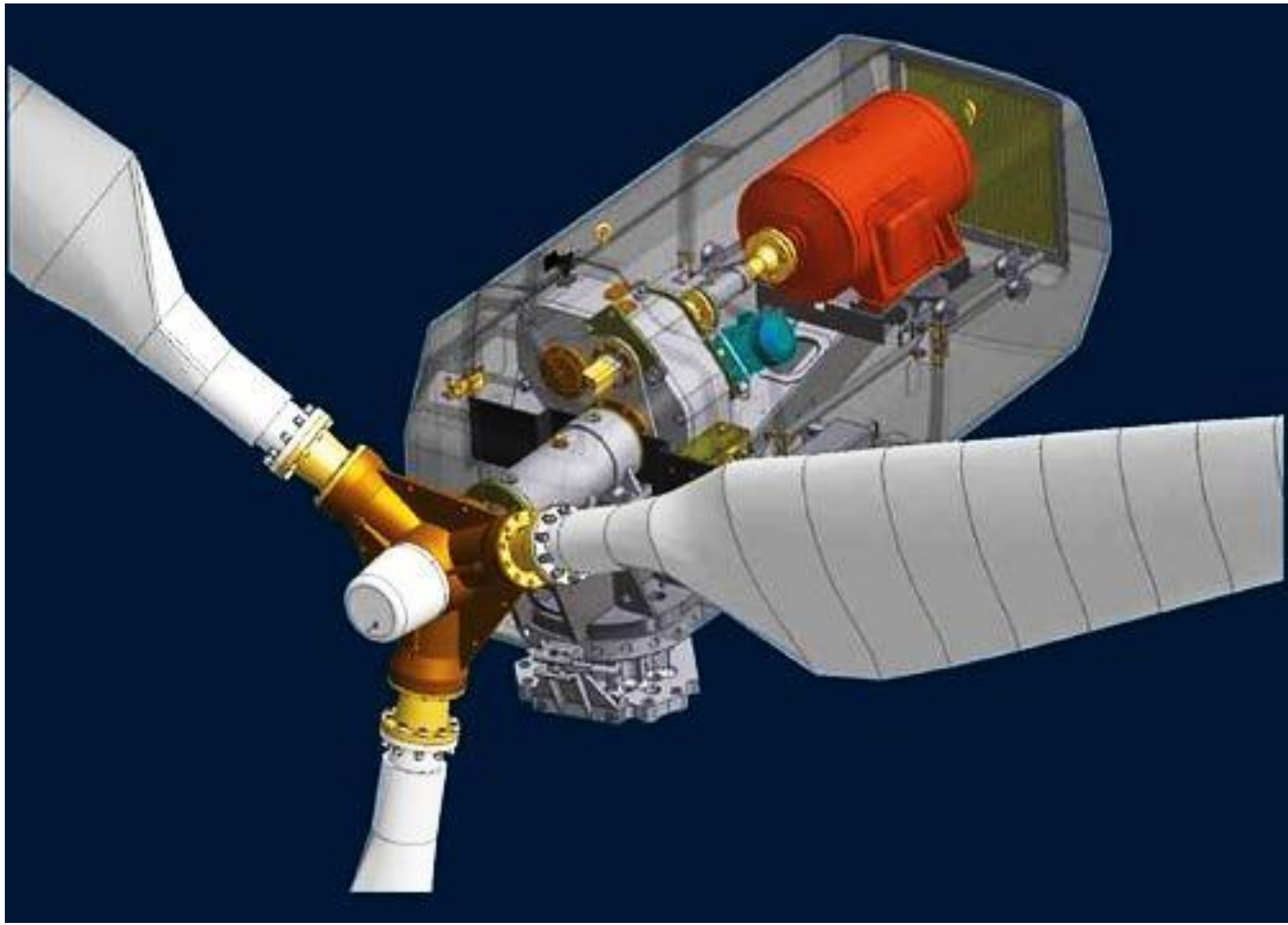
- ❖ Максимальный коэффициент использования энергии ветра идеального ветроколеса равен:  $\xi_i = 0,593.$
- ❖ Потеря скорости в плоскости ветроколеса равна одной трети скорости ветра:  $v_1 = \frac{1}{3} \cdot V.$
- ❖ Полная потеря скорости ветра за ветроколесом в два раза больше потери скорости в плоскости ветроколеса:  $v_2 = \frac{2}{3} \cdot V.$

Таким образом, скорость ветра за ветроколесом в три раза меньше скорости ветра перед ветроколесом



# Привод Питча

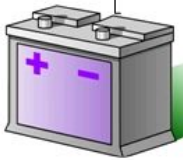






ВЕТРОГЕНЕРАТОР

КОНТРОЛЛЕР



АККУМУЛЯТОР



ИНВЕРТОР



ПОТРЕБИТЕЛЬ







# СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

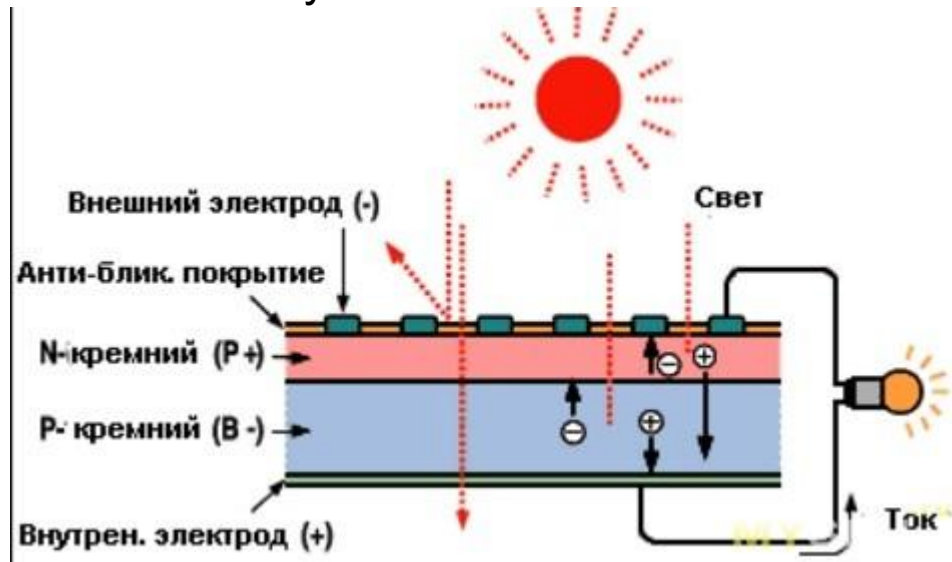
Это направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует возобновляемые источники энергии и является «экологически чистой», то есть не производящей вредных отходов во время активной фазы использования

Поток солнечного излучения, проходящий через площадку в  $1 \text{ м}^2$ , расположенную перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от центра Солнца (на входе в атмосферу Земли), равен  $1367 \text{ Вт/м}^2$  (солнечная постоянная). Из-за поглощения, при прохождении атмосферной массы Земли, максимальный поток солнечного излучения на уровне моря (на Экваторе) —  $1020 \text{ Вт/м}^2$ .

**Солнечная батарея** — несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) — полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток

**Фотоэлемент** — электронный прибор, который преобразует энергию фотонов в электрическую энергию.

**Фотоэффект** или **фотоэлектрический эффект** — испускание электронов веществом под действием света или любого другого электромагнитного излучения.



**Монокристаллические** солнечные батареи представляют собой силиконовые ячейки, объединенные между собой. Для их изготовления используют максимально чистый кремний.

После затвердевания готовый монокристалл разрезают на тонкие пластины толщиной 250-300 мкм, которые пронизывают сеткой из металлических электродов.

Используемая технология является сравнительно дорогостоящей, поэтому и стоят монокристаллические батареи дороже, чем поликристаллические или аморфные. Выбирают данный вид солнечных батарей за высокий показатель КПД (порядка 17-22%).

Для получения **поликристаллов** кремниевый расплав подвергается медленному охлаждению. Такая технология требует меньших энергозатрат, следовательно, и себестоимость кремния, полученного с ее помощью меньше. Единственный минус: поликристаллические солнечные батареи имеют более низкий КПД (12-18%), чем их моно «конкурент». Причина заключается в том, что внутри поликристалла образуются области с зернистыми границами, которые и приводят к уменьшению эффективности элементов.



монокристаллическая пластина



поликристаллическая пластина



пластина из аморфного кремния

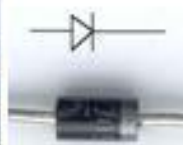
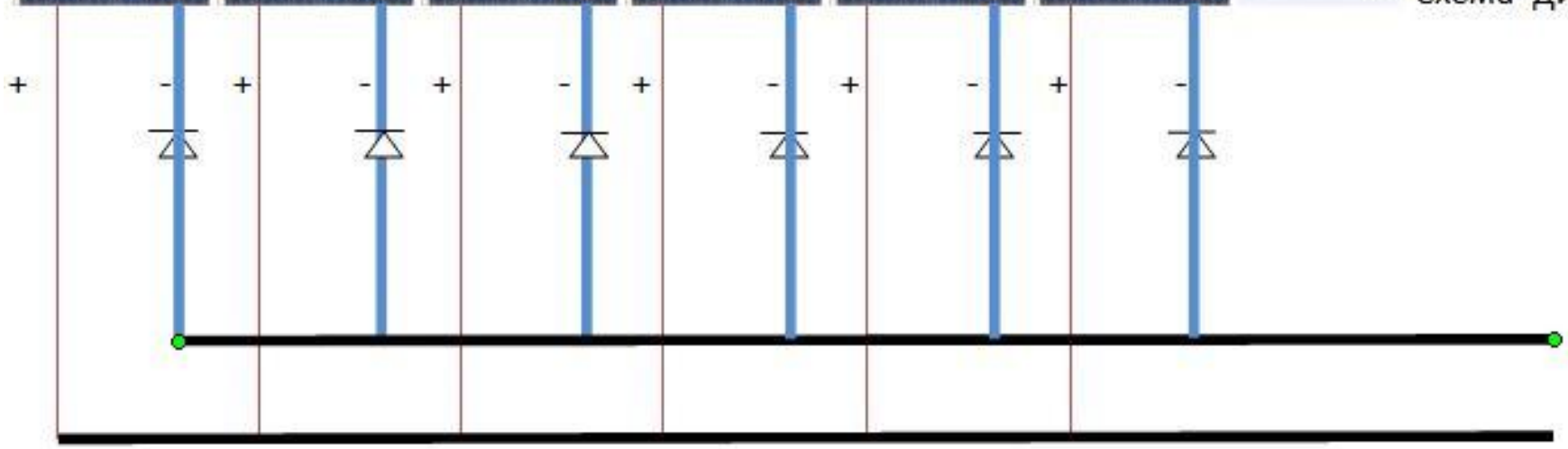


Схема диода



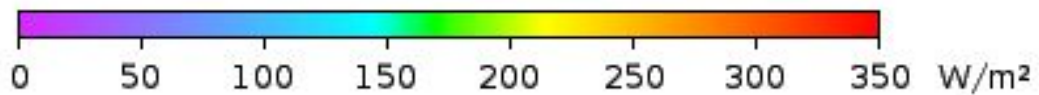
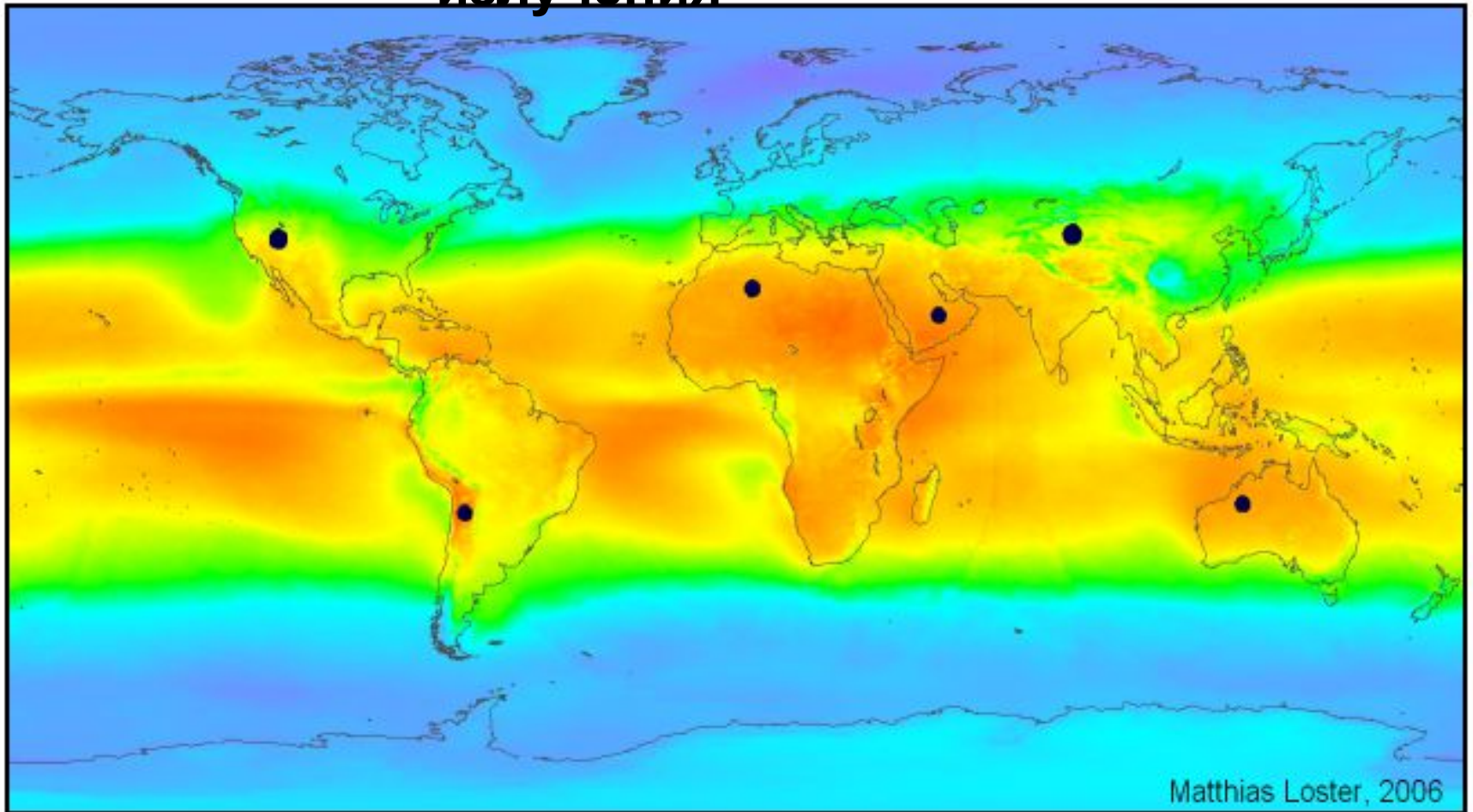
## **Достоинства**

Перспективность, доступность и неисчерпаемость источника энергии в условиях постоянного роста цен на традиционные виды энергоносителей.

## **Недостатки**

- Зависимость от погоды и времени суток;
- Сезонность в средних широтах и несовпадение периодов выработки энергии и потребности в энергии. Нерентабельность в высоких широтах.
- Как следствие, необходимость аккумуляции энергии.
- При промышленном производстве — необходимость дублирования солнечных ЭС маневренными ЭС сопоставимой мощности.
- Высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур).
- Необходимость периодической очистки отражающей/поглощающей поверхности от загрязнения.
- Необходимость использования больших площадей
- Солнечная электростанция не работает ночью и недостаточно эффективно работает в вечерних сумерках, в то время как пик электропотребления приходится именно на вечерние часы
- Несмотря на экологическую чистоту получаемой энергии, сами фотоэлементы содержат ядовитые вещества, например, свинец, кадмий, галлий, мышьяк и т. д., что ставит под вопрос экологическую чистоту производства и утилизации батарей.

# Карта солнечного излучения



$\Sigma \bullet = 18 \text{ TWe}$

**Солнечный коллектор** — устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала-теплоносителя.

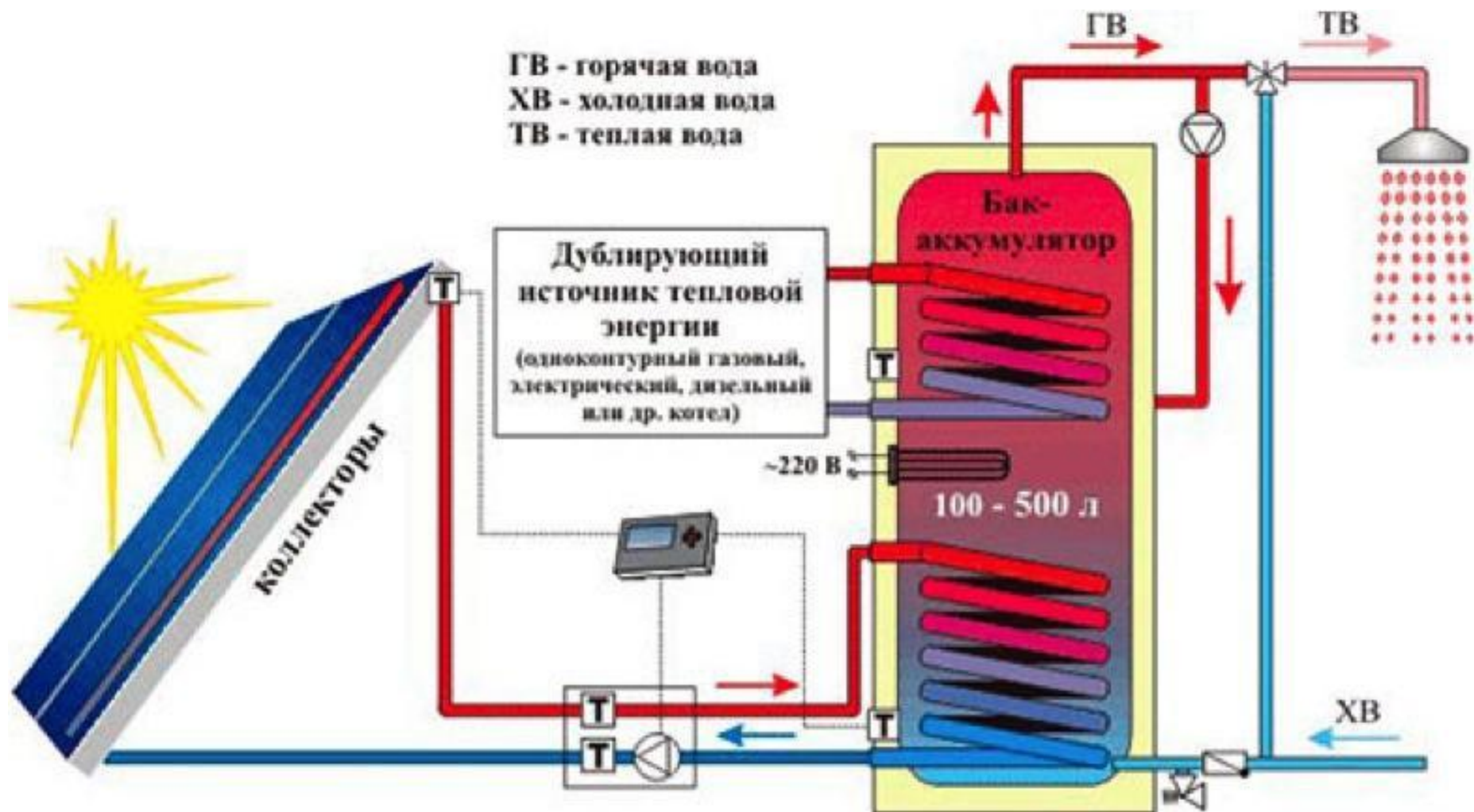




Солнечный коллектор









# ГИДРОЭНЕРГ ИЯ

На этих электростанциях, в качестве источника энергии используется потенциальная энергия водного потока, первоисточником которой является Солнце, испаряющее воду, которая затем выпадает на возвышенностях в виде осадков и стекает вниз, формируя реки. Гидроэлектростанции обычно строят на реках, сооружая плотины водохранилища.



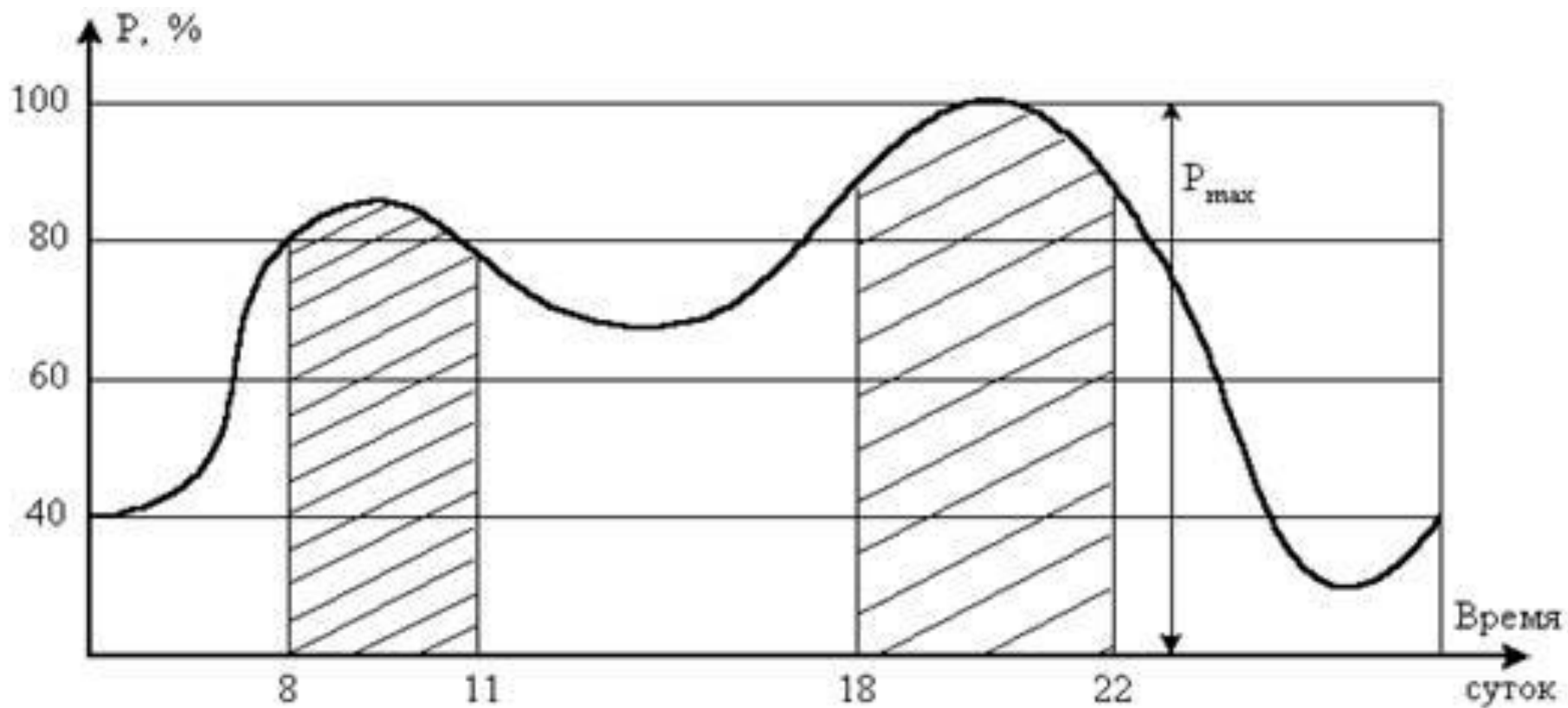
## **Особенности:**

- Себестоимость электроэнергии на ГЭС существенно ниже, чем на всех иных видах электростанций
- Генераторы ГЭС можно достаточно быстро включать и выключать в зависимости от потребления энергии
- Возобновляемый источник энергии
- Значительно меньшее воздействие на воздушную среду, чем другими видами электростанций
- Строительство ГЭС обычно более капиталоемкое
- Часто эффективные ГЭС более удалены от потребителей
- Водохранилища часто занимают значительные территории
- Плотины зачастую изменяют характер рыбного хозяйства, поскольку перекрывают путь к нерестилищам проходным рыбам, однако часто благоприятствуют увеличению запасов рыбы в самом водохранилище и осуществлению рыбоводства.

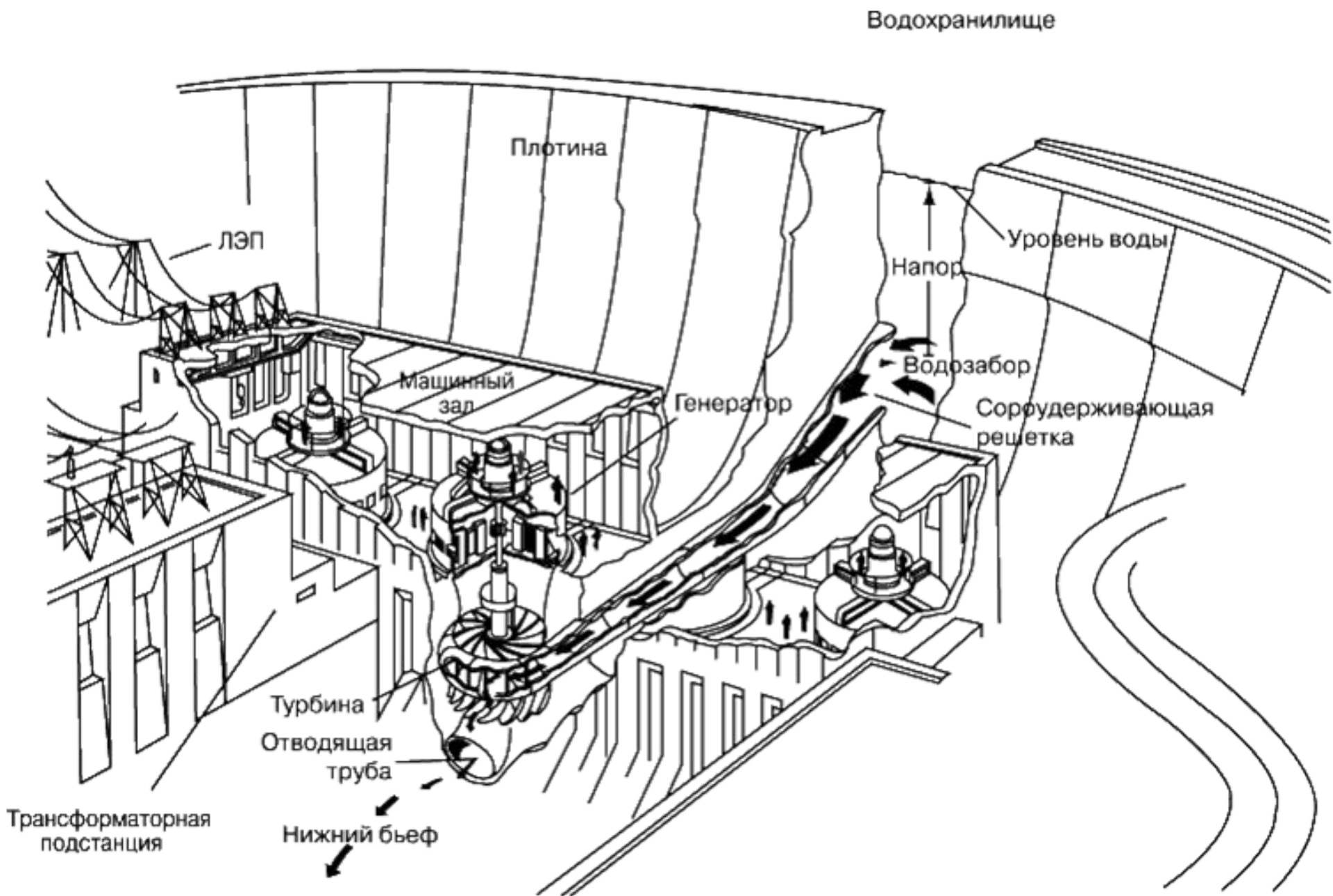
**Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС)** — гидроэлектростанция, используемая для выравнивания суточной неоднородности графика электрической нагрузки.



# Типовой суточный график нагрузки энергосистемы



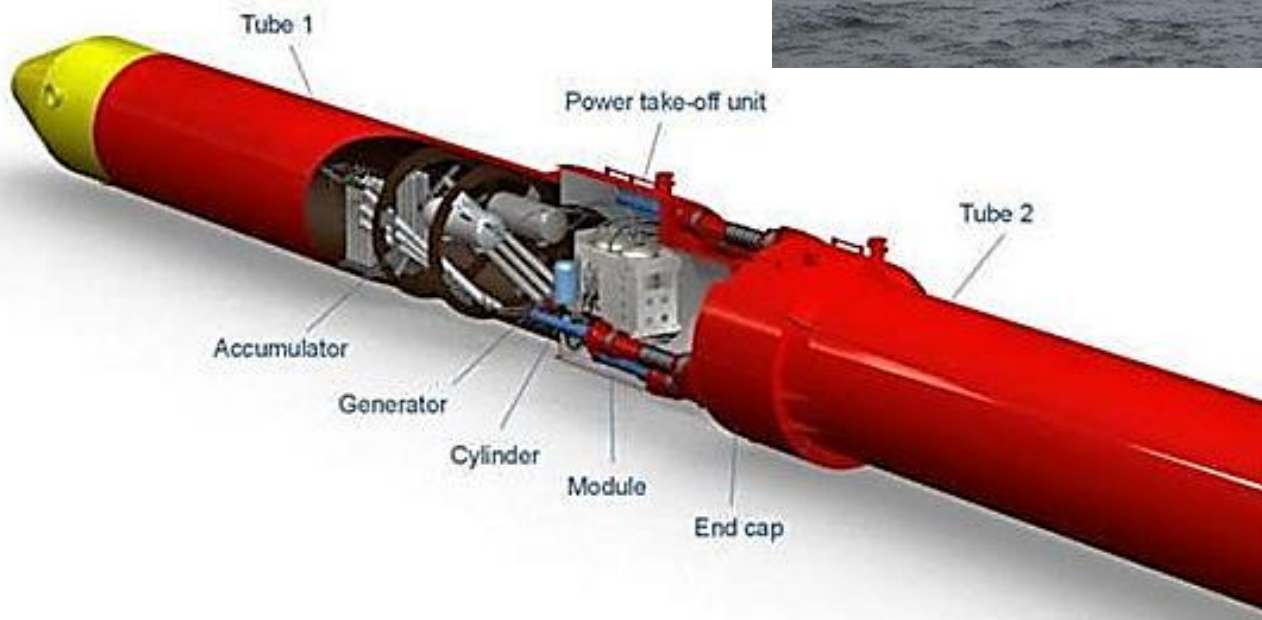




**Волновая электростанция** — электростанция, расположенная в водной среде, целью которой является получение электроэнергии из кинетической энергии волн.

длина 120 метров  
диаметр 3,5 метра  
вес 750 тонн

Мощность одного такого  
конвертера составляет 750  
КВт



**Приливная электростанция (ПЭС)** — особый вид гидроэлектростанции, использующий энергию приливов, а фактически кинетическую энергию вращения Земли. Приливные электростанции строят на берегах морей, где гравитационные силы Луны и Солнца дважды в сутки изменяют уровень воды. Колебания уровня воды у берега могут достигать 18 метров.

