

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ И
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ
ИСТОЧНИКИ
ЭНЕРГИИ**

Сухоцкий Альберт Борисович

1. Основные технические параметры ветроустановки.
2. Аэродинамическая характеристика крыльчатого ветроколеса.
3. Классификация ветродвигателей по принципу работы.

Основные технические параметры ВЭУ

$$N = M \cdot \omega = \eta \cdot N_{\text{ВП}}$$

$$N_{\text{ВП}} = \frac{1}{2} \rho v^3 S = \frac{\pi}{8} \rho v^3 D^2$$

$$\eta = \xi_i \eta_a \eta_M \eta_{\text{пр}}$$

Аэродинамические потери (около 10-12%) в ветроколесах разделяются на четыре группы:

1. Концевые потери, происходящие за счет образования вихрей на концах лопастей.
2. Профильные потери, которые вызываются трением струи воздуха о поверхность крыла и зависят только от профиля лопастей.
3. Потери на кручение струи за ветряком равной кинетической энергии тангенциальных скоростей уходящей струи.
4. Потери, происходящие вследствие неполного использования всей ометаемой площади.

Крыльчатые ветродвигатели характеризуются коэффициентом относительным ветроколеса Z и относительным крутящим моментом \bar{M}

$$Z = \frac{u}{v} = \frac{\omega \cdot R}{v}$$

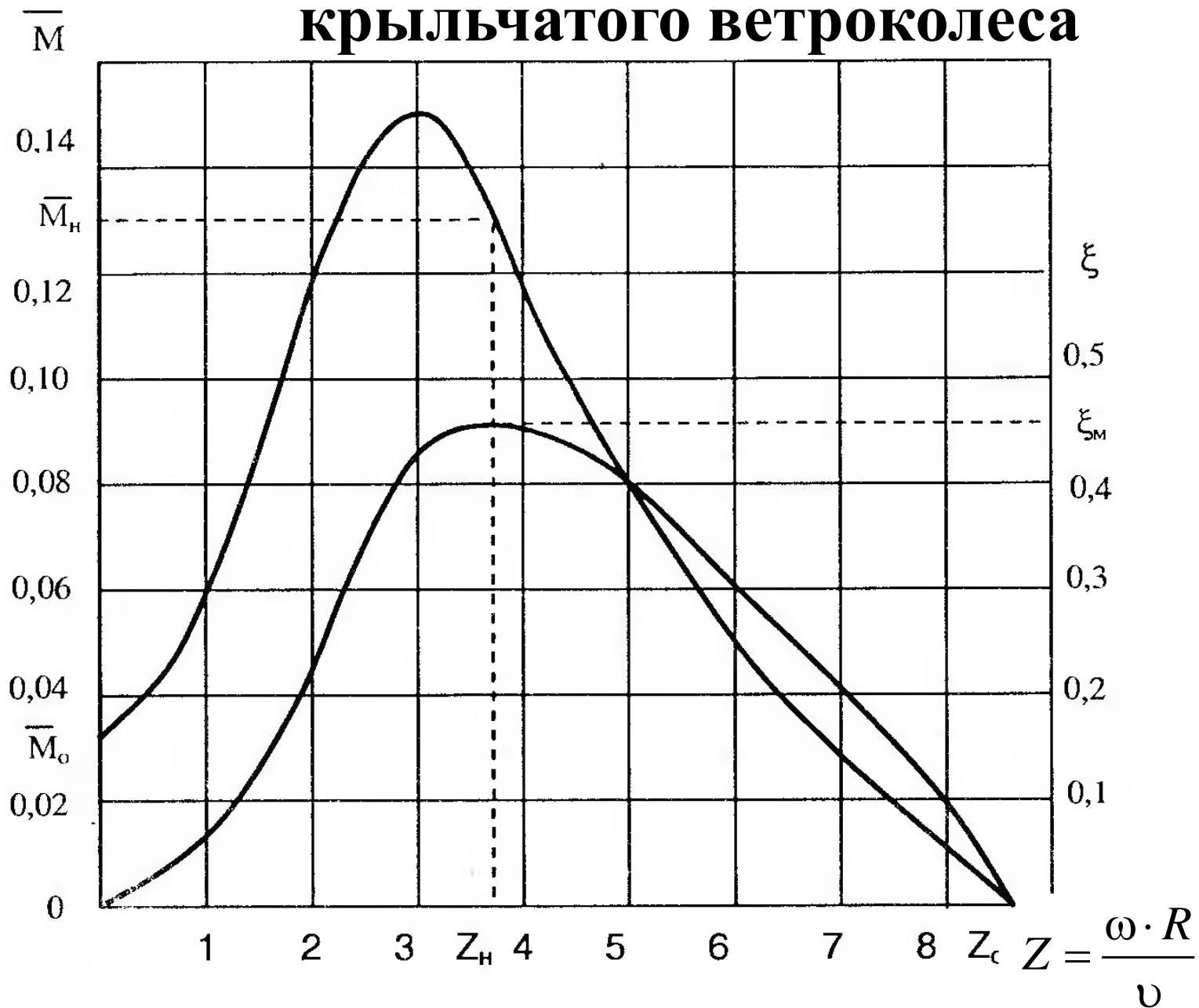
$$\bar{M} = \frac{2M}{\pi R^3 \rho v^2}$$

$$Z \cdot \bar{M} = \xi_i$$

Оптимальная быстроходность ветроколеса— это такая быстроходность, при которой оно вращается не слишком быстро, чтобы лопасти не двигались в турбулизированном предыдущей лопастью потоке и не слишком медленно, чтобы часть потока не проходила через сечение ветроколеса без взаимодействия с его лопастями

$$Z_{\text{опт}} \approx \frac{4 \cdot \pi}{N}$$

Аэродинамическая характеристика крыльчатого ветроколеса



Аэродинамическая характеристика позволяет определить следующие важные параметры ветроколеса:

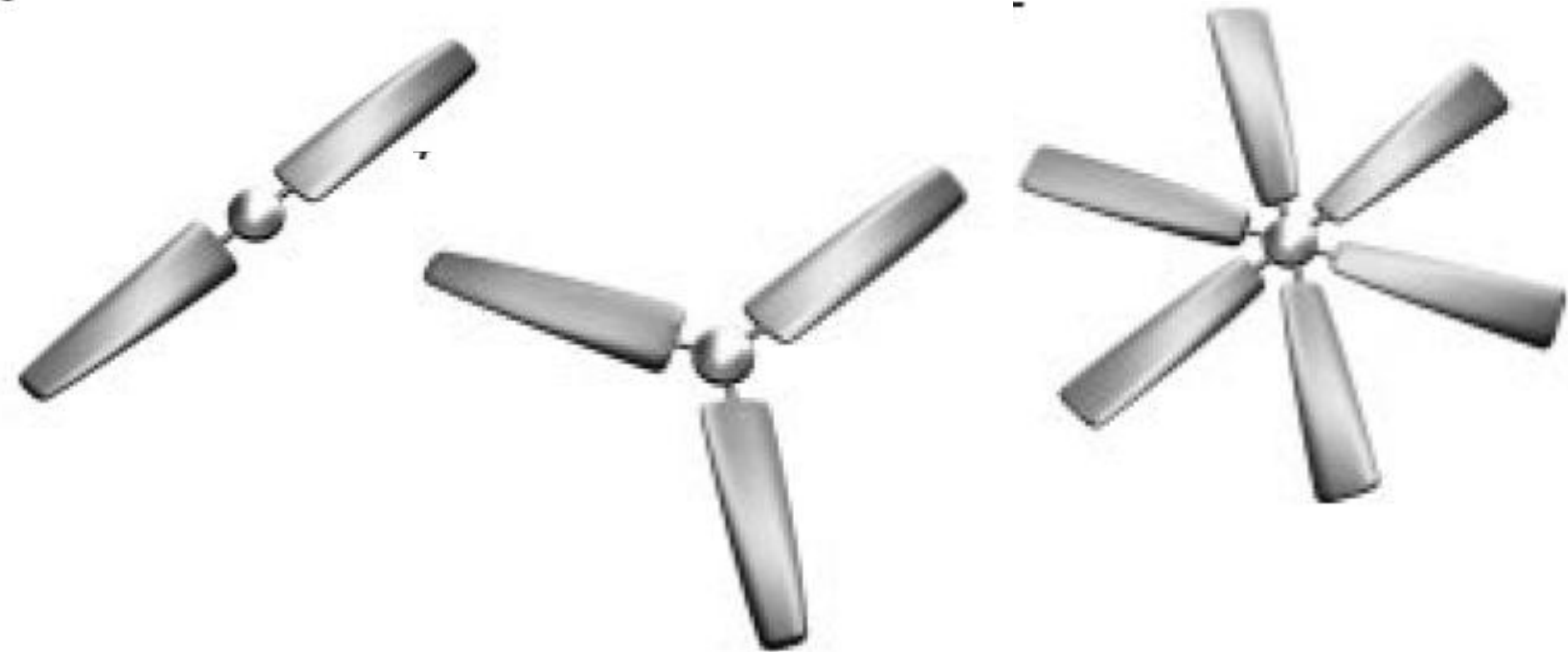
- Z_H – нормальная быстроходность ветроколеса, при которой ξ является максимальным.
- \overline{M}_H – нормальный относительный крутящий момент (на пересечении \overline{M} с вертикалью, проходящей через Z_H);
- \overline{M}_0 – начальный относительный момент или момент трогания ветроколеса;
- Z_0 – быстроходность, при которой относительный момент равен нулю.

В результате экспериментальных исследований получены следующие выводы:

- мощность ветроколеса мало зависит от числа лопастей, основное влияние на мощность оказывают диаметр ветроколеса, профиль лопастей, угол их установки;
- чем больше число лопастей, их ширина и угол установки, тем ниже быстроходность ветроколеса и выше момент трогания ветроколеса;
- у быстроходных колес величина момента трогания в несколько раз меньше нормального крутящего момента, а Z_0 в 2-2,5 раза выше Z_H ;

Классификация ветродвигателей по принципу работы

Первый класс ветродвигателей это ветродвигатели, у которых ось вращения горизонтальна и параллельна потоку ветра.



Второй класс ветродвигателей это ветродвигатели с вертикальной осью вращения ветрового колеса (аэродинамического сопротивления и подъемной силы)



Савониуса



Чашечный



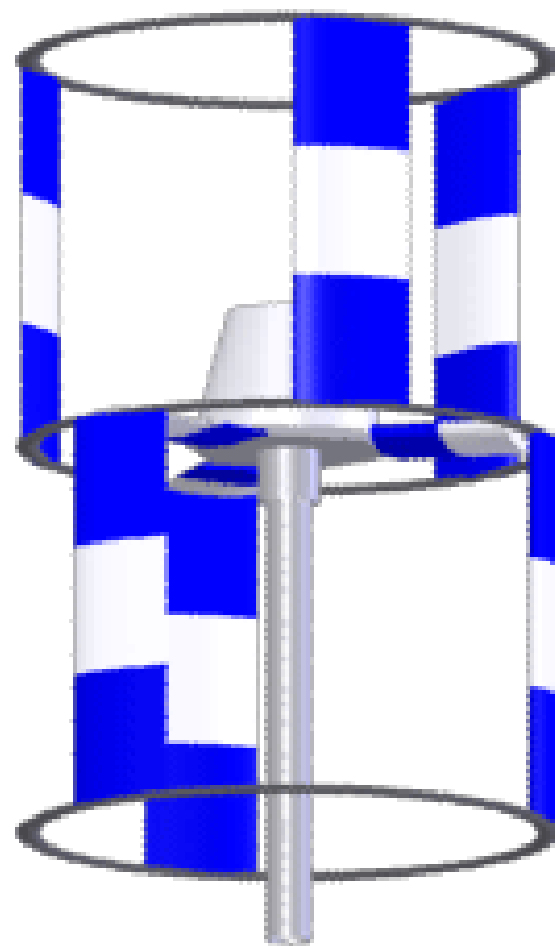
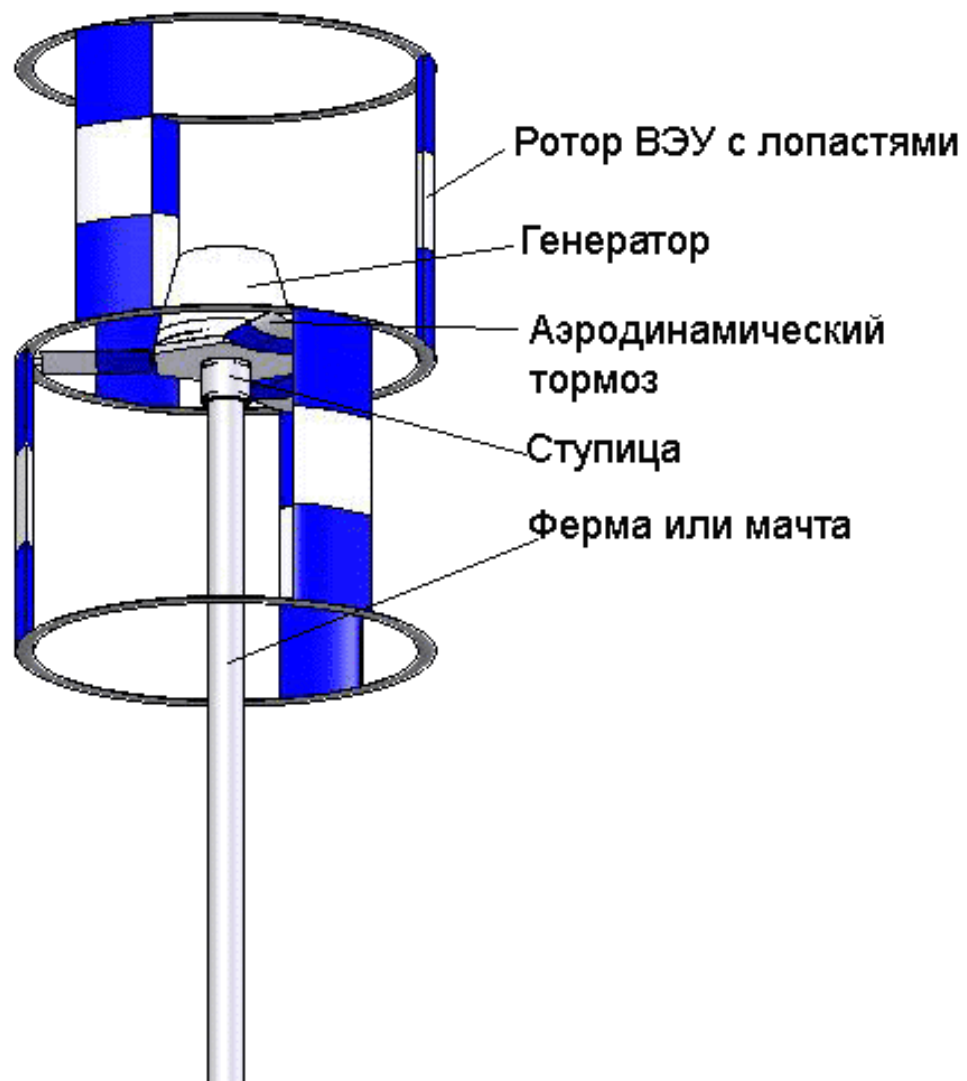
Карусельный



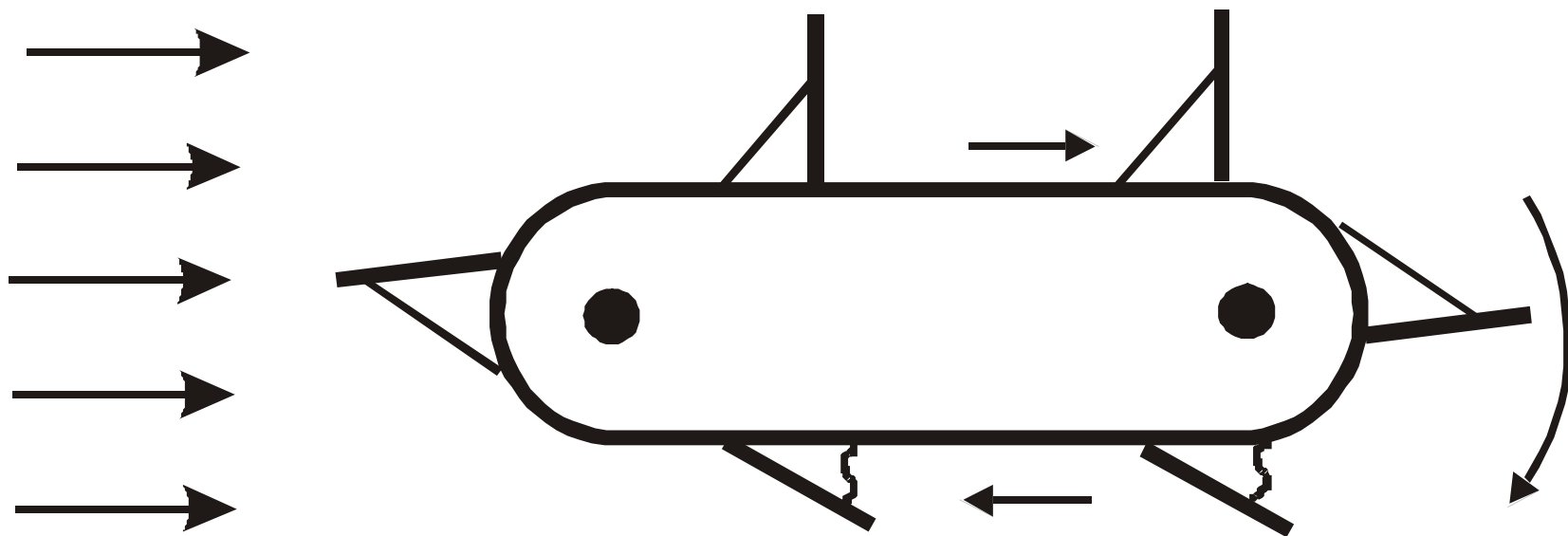
Ротор Дарье

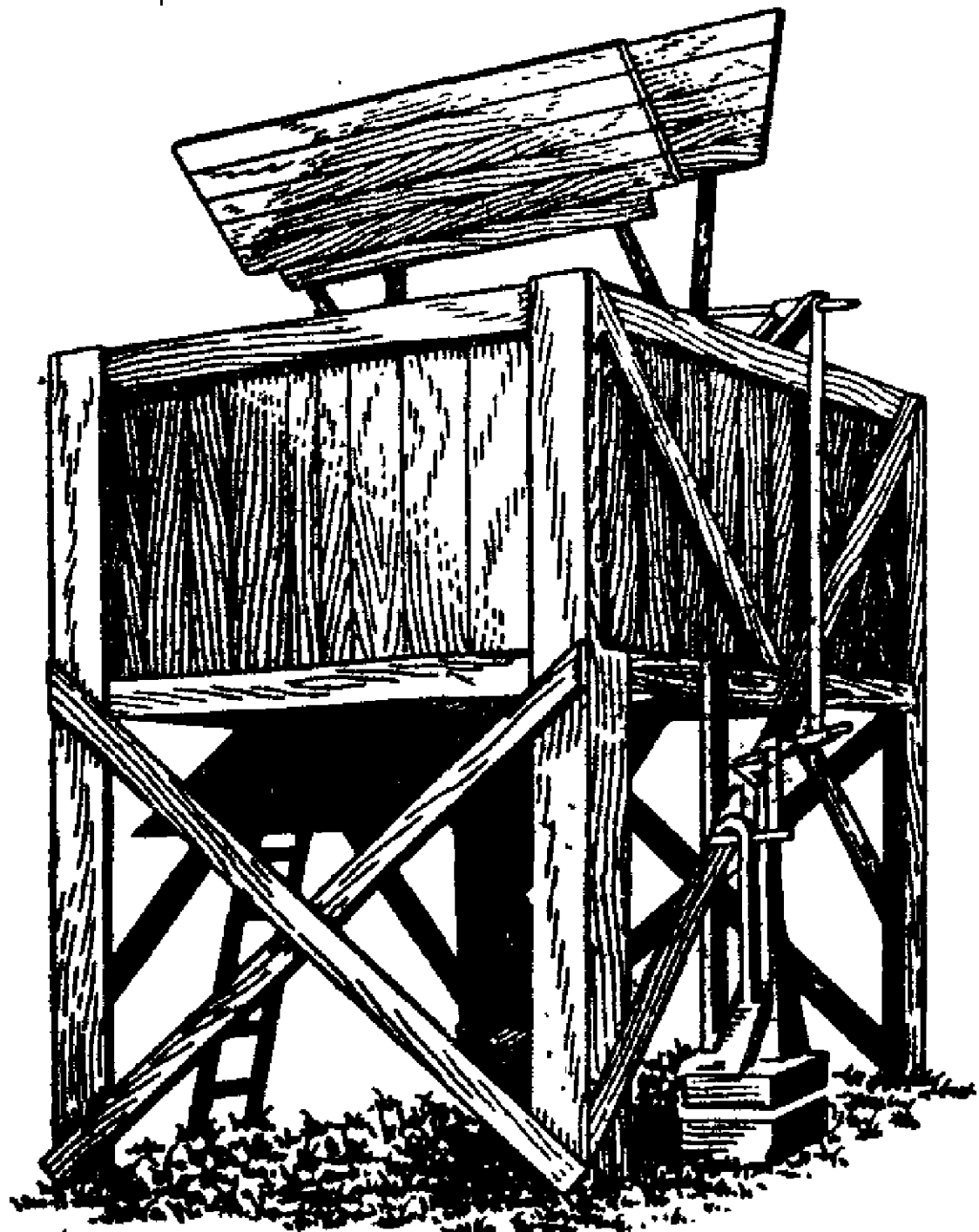


Ротор Н-типа



Третий класс ветродвигателей это барабанные, у которых ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра





Преимущества вертикальноосевых установок:

- не нуждаются в механизме поворота в направлении ветра и в сложной конструкции ротора.
- основные компоненты (редуктор и генератор), располагаются вблизи земли и легко доступны.

Таким образом, не требуется дорогостоящих мачтовых конструкций и значительно облегчается техническое, эксплуатационное обслуживание и ремонт, что ведет к снижению эксплуатационных расходов.

Основные недостатки вертикальноосевых установок и барабанных ветродвигателей :

1. Так как рабочие лопасти колеса перемещаются в направлении воздушного потока, ветровая нагрузка действует не одновременно на все лопасти, а поочередно.

2. Движение поверхностей ветроколеса в направлении ветра не позволяет развить большие обороты, так как поверхности не могут двигаться быстрее ветра.

3. Размеры используемой части воздушного потока (ометаемая поверхность) малы по сравнению с размерами самого колеса, что значительно увеличивает его вес, отнесённый к единице установленной мощности ветродвигателя.

У роторных ветродвигателей системы Савониуса максимальные коэффициент использования энергии ветра 25%, Дарье 35%, у карусельных 30%, у барабанных 18%.