

**Второй (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело»
специализации «Профессор Жуковский», весна 2019 г.
10 класс**

Ситуационная задача

Вариант – 1

Ветряная электростанция проектируется для работы при скорости ветра 10 м/с. Трехлопастной винт диаметром 50 метров имеет коэффициент использования энергии ветра 0,5 и вращается с частотой 1 оборот в секунду. Определите мощность ветряка, если плотность воздуха равна $1,15 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Решение:

1. Кинетическая энергия килограмма воздуха равна

$$E_{air} = m \frac{u^2}{2}$$

где $m = V\rho$.

Мощность потока воздуха – это расход энергии в единицу времени. Подставим массу в уравнение энергии и разделим обе части на время. Объем выразим через площадь сечения и длину горизонтального цилиндра

$$N_{air} = \frac{E_{air}}{t} = V\rho \frac{u^2}{2t} = SL\rho \frac{u^2}{2t}.$$

Здесь $\frac{L}{t}$ — скорость потока воздуха, текущего вдоль цилиндра. Таким образом,

$$N_{air} = Su \frac{\rho u^3}{2}$$

Подставив в последнее соотношение площадь, заемаемую ветряком, получим энергию воздуха, проходящего через ветряк.

$$N_{air} = \left(\pi \frac{D^2}{4} \right) \frac{\rho u^3}{2} = \pi D^2 \frac{\rho u^3}{8}.$$

Тогда искомая мощность ветряка

$$N_B = \eta \pi D^2 \frac{\rho u^3}{8},$$

где $\eta = 0,5$ коэффициент использования энергии ветра. Подстановка численных данных, дает значение $N_B \approx 565$ кВт.