

Дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»  
для специальности «Теплоэнергетика»

Дисциплина «Проектирование и эксплуатация установок возобновляемой  
энергетики»

для специальности «Электроэнергетика»

Факультет энергетики, автоматики и телекоммуникации  
Кафедра «Энергетические системы»

**Калытка Валерий Александрович**

Доктор PhD; ассоциированный профессор (доцент); доцент кафедры  
«Энергетические системы»

# Лекция № 3. Ветроэнергетика. Основные вопросы и методы ВЭ



# Ветроэнергетика

- **Ветроэнергетика** — отрасль науки и техники, разрабатывающая теоретические основы, методы и средства использования энергии ветра для получения механической, тепловой и электрической энергии и определяющая масштабы целесообразного использования ветровой энергии в народном хозяйстве.
- **Основными достоинствами** ветроэнергетики являются:
  - простота конструкций и простота их эксплуатации;
  - доступность этого поистине неисчерпаемого источника энергии.
- **К недостаткам** следует отнести:
  - непостоянство направления и силы ветра;
  - возможность длительных простоев и вытекающая из этого необходимость аккумулирования и резервирования ветроэнергетических установок;
  - отчуждение территорий и изменение традиционных ландшафтов

*Суммарные установленные мощности ВЭС (МВт) в мире по годам\*\**

| 1997 | 1998 | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008   | 2009   | 2010   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 7475 | 9663 | 13696 | 18039 | 24320 | 31164 | 39290 | 47686 | 59004 | 73904 | 93849 | 120791 | 157000 | 196630 |

*\*\* Данные Европейской ассоциации ветроэнергетики (WWEA)*

# Основы ветроэнергетики

■ При скорости ветра  $u$ , м/с, и плотности воздуха  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, ветроколесо, ометающее площадь  $F$ , м<sup>2</sup> развивает мощность  $P$ , Вт, определяемую как

$$P = \xi F \rho u^3 / 2 \quad (1.1)$$

Здесь  $\xi$  – коэффициент мощности, характеризующий эффективность использования ветроколесом энергии ветрового потока и обычно близкий к 0,35.

■ Максимальная проектная мощность ветроэнергетической установки (ВЭУ) определяется для некоторой стандартной скорости ветра. Обычно эта скорость равна примерно 12 м/с, при этом снимаемая с 1 м<sup>2</sup> ометаемой площади мощность – порядка 300 Вт при значении  $\xi$  от 0,3 до 0,45.

# Основы ветроэнергетики

- При сильном ветре, от 10 до 12 м/с, ветроустановки вырабатывают достаточно электроэнергии, которую иногда даже приходится сбрасывать в систему или запасать. Трудности возникают в периоды длительного затишья или слабого ветра. Поэтому для ветроэнергетики является законом считать районы со средней скоростью ветра менее 5 м/с малопригодными для размещения ветроустановок, а со скоростью 8 м/с – очень хорошими. Но независимо от этого во всех случаях требуется тщательный выбор параметров ветроустановок применительно к местным метеоусловиям.
- Достоверно оценить, какая доля энергии ветра может быть использована в энергетике, невозможно, так как эта оценка очень сильно зависит от уровня развития ветроэнергетики и ее потребителей.
- Автономные ветровые энергоустановки весьма перспективны для вытеснения дизельных электростанций и отопительных установок, работающих на нефтепродуктах, особенно в отдаленных районах и на островах.

# Классификация ВЭУ

- По мощности — малые (до 10 кВт), средние (от 10 до 100 кВт), крупные (от 100 до 1000 кВт), сверхкрупные (более 1000 кВт);
- По числу лопастей рабочего колеса — одно-, двух-, трех- и многолопастные;
- По отношению рабочего колеса к направлению воздушного потока — с горизонтальной или вертикальной осью вращения, параллельной (рис. 17.15) или перпендикулярной вектору скорости (ротор Дарье) (рис. 17.16).

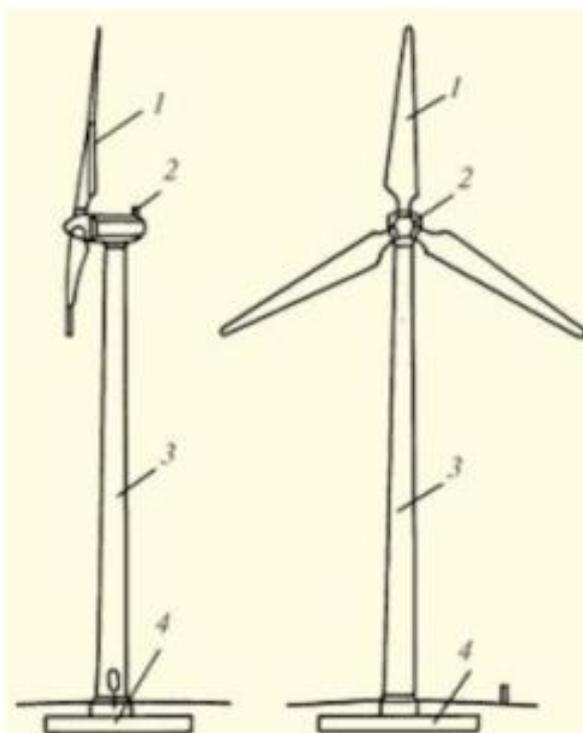


Рис. 17.15. Ветроэнергетическая установка с горизонтальной осью вращения

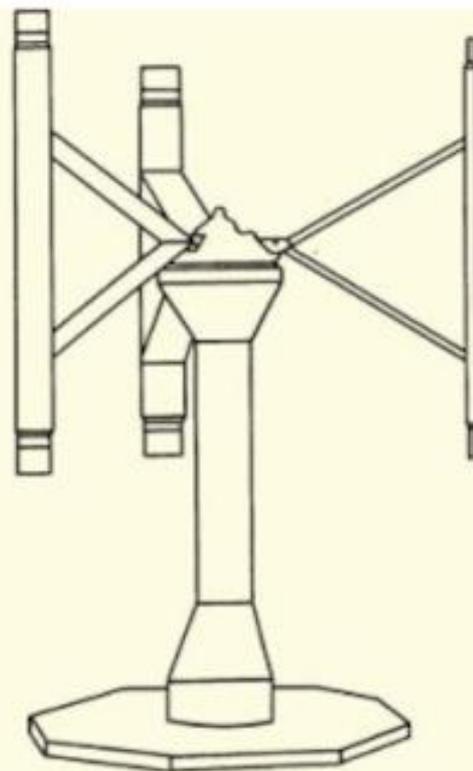
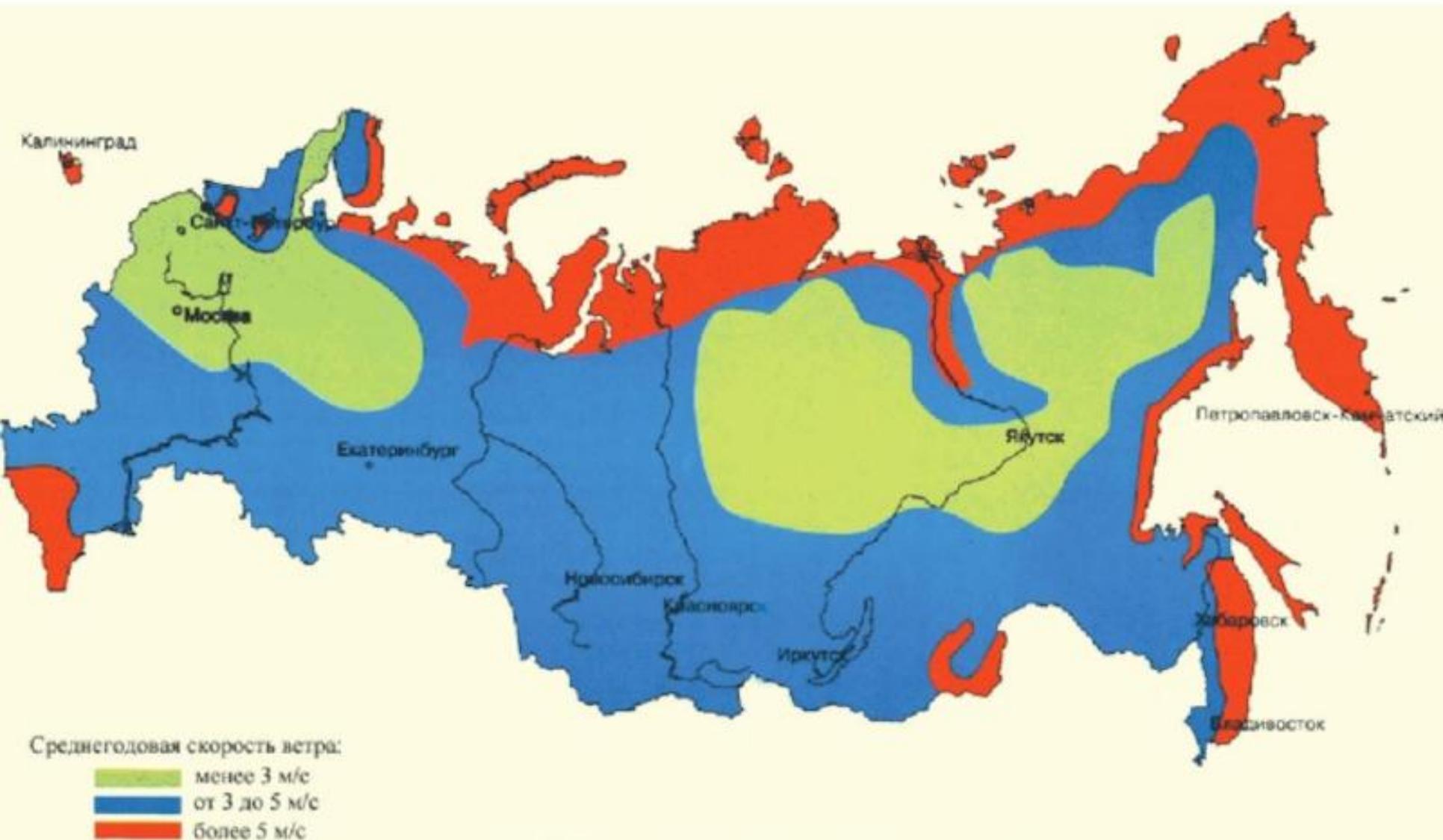


Рис. 17.16. Ветроэнергетическая установка с вертикальной осью вращения

# Ресурсы ветроэнергетики России



# Ветровая энергия

- В России валовой потенциал ветровой энергии - 80 трлн. кВт/ч в год, а на Северном Кавказе - 200 млрд. кВт/ч (62 млн. т усл. топлива). Эти величины существенно больше соответствующих величин технического потенциала органического топлива.



- Перспективы использования возобновляемых источников энергии связаны с их экологической чистотой, низкой стоимостью эксплуатации и ожидаемым топливным дефицитом в традиционной энергетике.
- По оценкам Европейской комиссии к 2020 году в странах Евросоюза в индустрии возобновляемой энергетики будет создано 2,8 миллионов рабочих мест. Индустрия возобновляемой энергетики будет создавать 1,1 % ВВП (валовой внутренний продукт).
- Россия может получать 10% энергии из ветра