Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный горный институт
Им. Г.В. Плеханова (технический университет)

БЕЛЬСКИЙ Алексей Анатольевич

Возобновляемые источники энергии.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА.

Научный руководитель:
д.т.н., проф. АБРАМОВИЧ Борис Николаевич

Ветроэнергетика в России

Русские ученные являются первопроходцами и создателями теорий описывающих использование энергии ветра.

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.

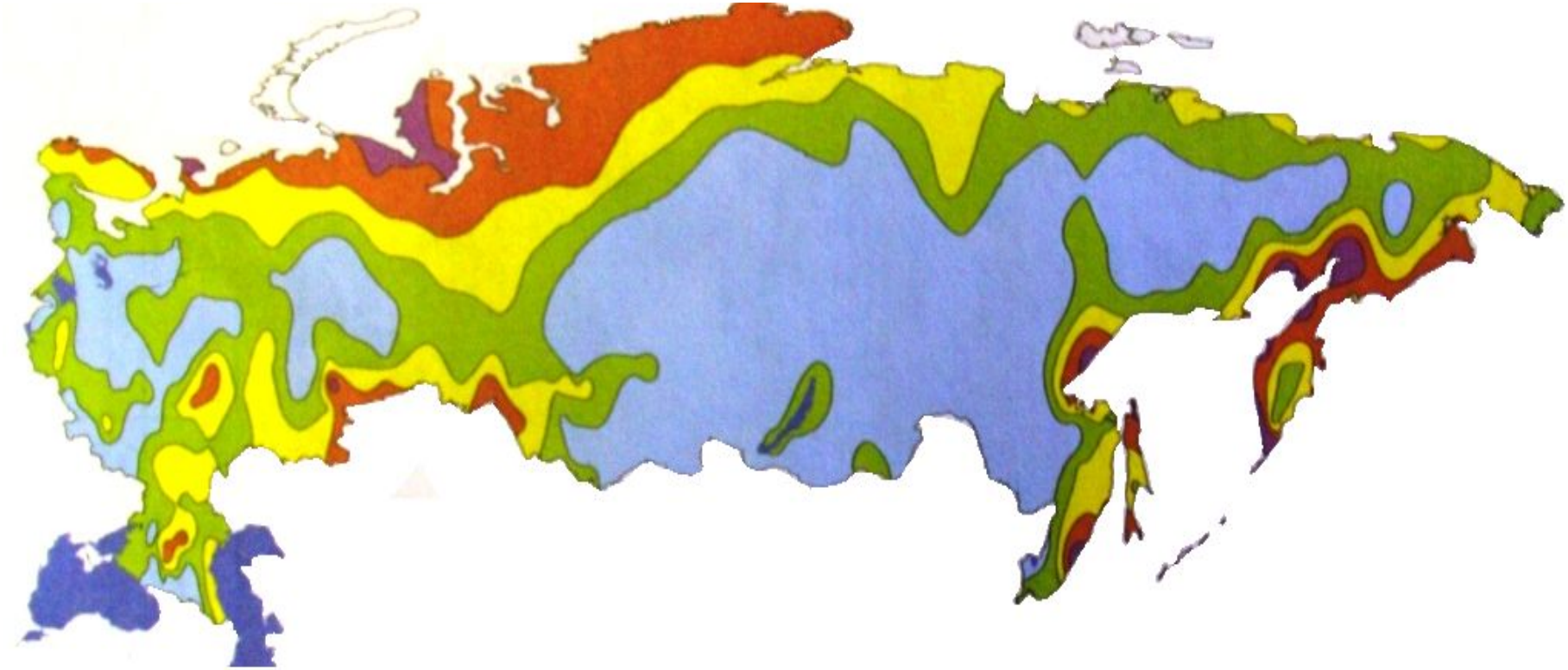
В 1920 г. проф. Н.Е. Жуковский изложил теорию «Ветряной мельницы НЕЖ».

Теория идеального ветряка проф. Н. Е. Жуковского носит название классической теории; она устанавливает, что максимальный коэффициент использования энергии ветра идеальным ветряком равен 0,593.

С точки зрения практического применения, теория идеального ветряка наиболее полно, изложена проф. Г.Х. Сабининым, согласно которой коэффициент использования энергия ветра идеальным ветряком равен 0,687.

Исследования показывают, что Россия обладает самым высоким в мире ветропотенциалом. В европейской части РФ КИУМ станций можно довести до 30%, а в районах Крайнего Севера – до 40%. Около 30% потенциала ветроэнергетики России сосредоточено на Дальнем Востоке, 16% - в Сибири, 14% - в районах Севера и менее, чем 25% в остальных регионах (в районах Нижней и Средней Волги и Каспийского моря, Карелии, Алтая и пр.).

Распределение значений среднегодовых скоростей ветра на территории России.



	Закрытая местность	Открытая местность	Морской берег	Открытое море	Холмы и горы
	>6,0 м/с	>7,5 м/с	>8,5 м/с	>9,0 м/с	>11,5 м/с
	5,0-6,0	6,5-7,5	7,0-8,5	8,0-9,0	10-11,5
	4,5-5,0	5,5-6,5	6,0-7,0	7,0-8,0	8,5-10
	3,5-4,5	4,5-5,5	5,0-6,0	5,5-7,0	7,0-8,5
	<3,5 м/с	<4,5 м/с	<5,0 м/с	<5,5 м/с	<7,0 м/с

ГОСТ Р51237-98. «Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения.»

ГОСТ Р51237-98. «Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэлектрические. Требования к испытаниям.»

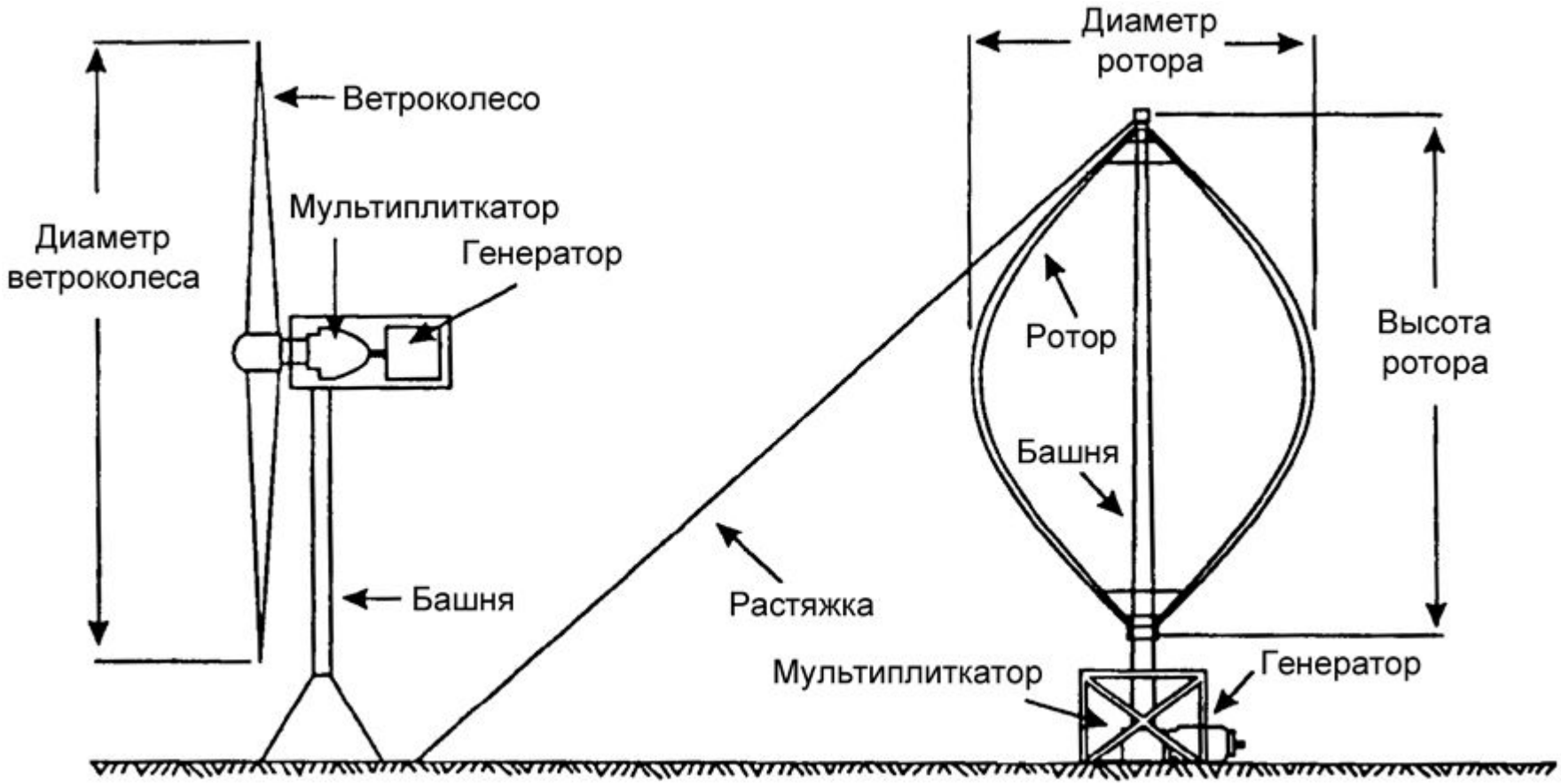
ГОСТ Р51990-2002. «Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Классификация.»

ГОСТ Р51990-2002. «Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Классификация.»

ВЭУ классифицируют:

- по виду вырабатываемой энергии (механические и электрические);
- по мощности (большой мощности — свыше 1 МВт; средней мощности — от 100 кВт до 1 МВт; малой мощности — от 5 до 99 кВт; очень малой мощности — менее 5 кВт);
- по областям применения;
- по назначению (автономные, гибридные, сетевые);
- по признаку работы (с постоянной или переменной частотой вращения ветроколеса);
- по способам управления (регулирование управлением ветроколесом, балластное сопротивление, преобразователем частоты);
- по структуре системы генерирования энергии (тип генератора).

Типы ветроэлектрических установок



С горизонтальной осью вращения ветроколеса

С вертикальной осью вращения ветроколеса

Типы ветроэлектрических установок

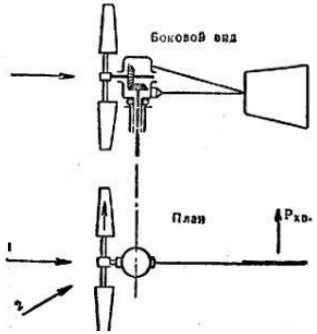
С горизонтальной осью вращения ветроколеса

С вертикальной осью вращения ветроколеса

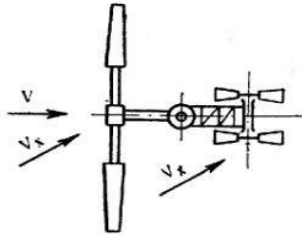
Способы ориентации по ветру

Автоматический установ Ветроколеса на ветер осуществляется следующими четырьмя способами:

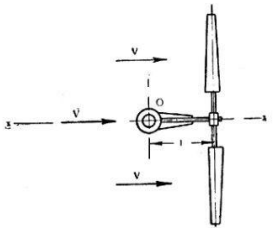
1)хвостом, действующим аналогично флюгеру;



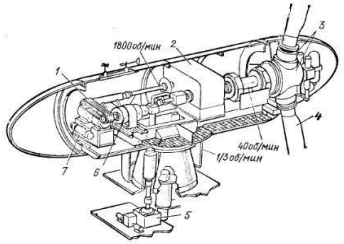
2) виндрозами, действующими па поворотную часть ветряка через зубчатую передачу;



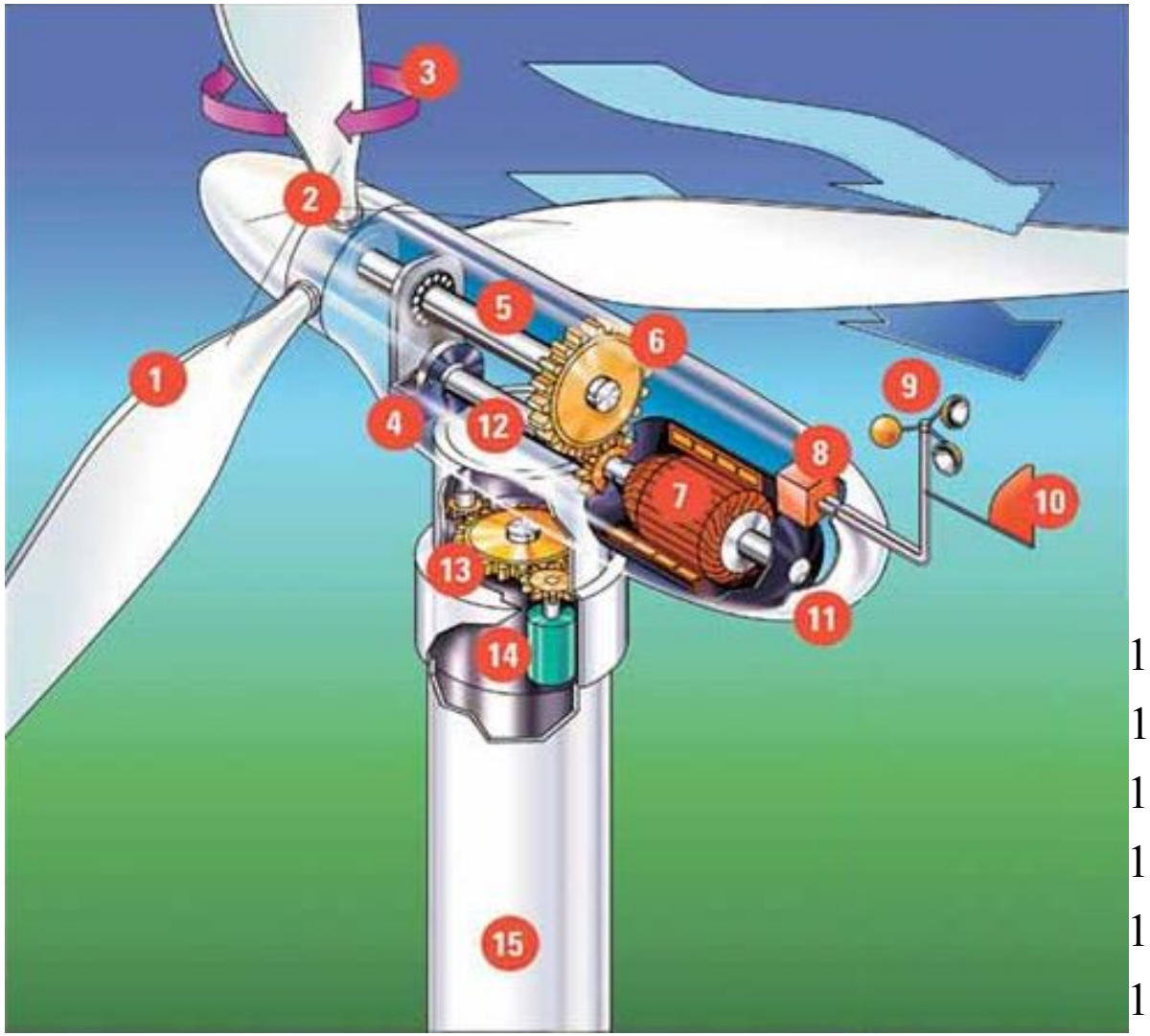
3) расположением ветроколеса позади башни ветряка по принципу установи на ветер хвостом;



4) установ на ветер электромотором.



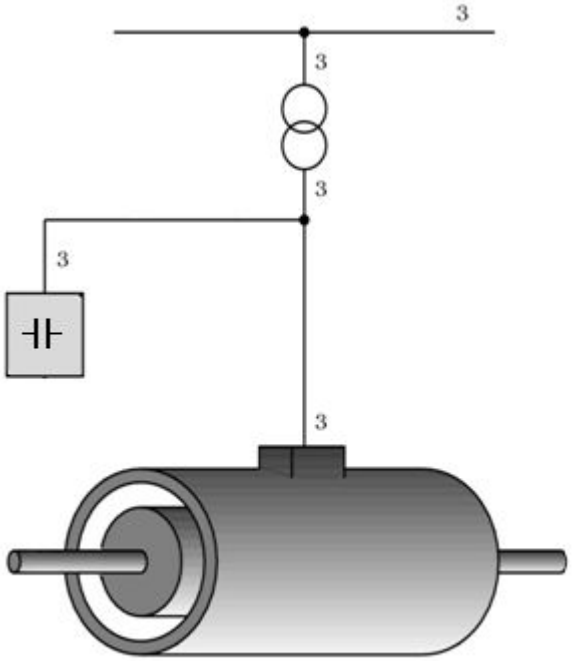
Устройство современной ветроэлектрической установки (ВЭУ) мощностью от 100кВт



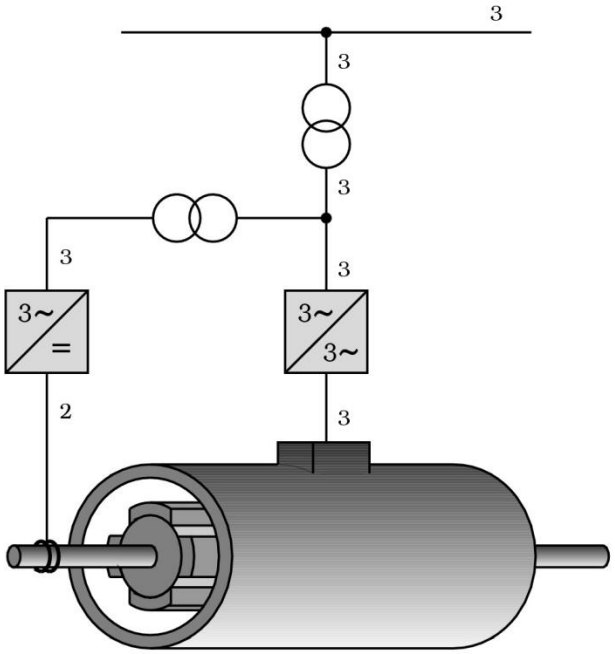
1. Лопасть
2. Ротор
3. Механизм поворота лопастей
4. Тормозное устройство
5. Тихоходный вал
6. Мультипликатор
7. Генератор (СМПЧ или АМДП)
8. Контроллер
9. Анемометр
10. Флюгер
11. Гондола
12. Быстроходный вал
13. Редуктор поворота гондолы
14. Двигатель поворота гондолы
15. Башня

Типы генераторов применяемых в ВЭУ

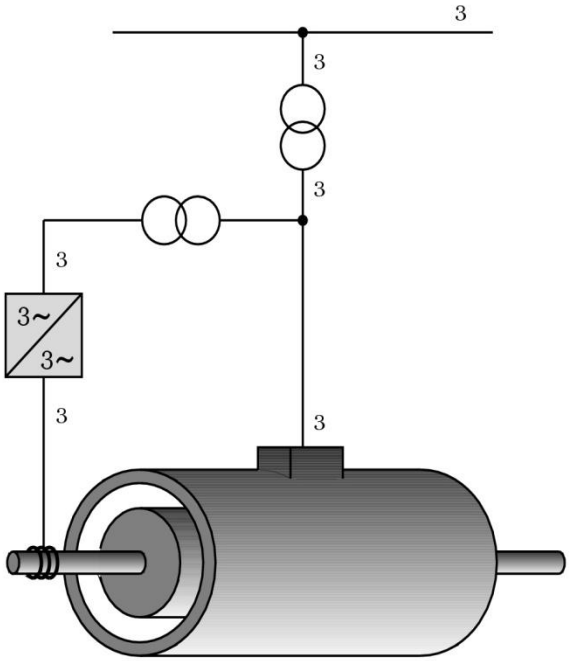
АГ



СГ с ПЧ



АМДП



Мощность ВЭУ $P_в=f(V)$

$$P_в = \frac{1}{2}\pi\left(R^2 - r^2\right)\rho v^3 \xi \frac{1}{1000}\eta_м,$$

где $P_в$ – мощность на валу мультипликатора (кВт),

R – радиус ветроколеса (м),

r – радиус ступицы ветроколеса (м),

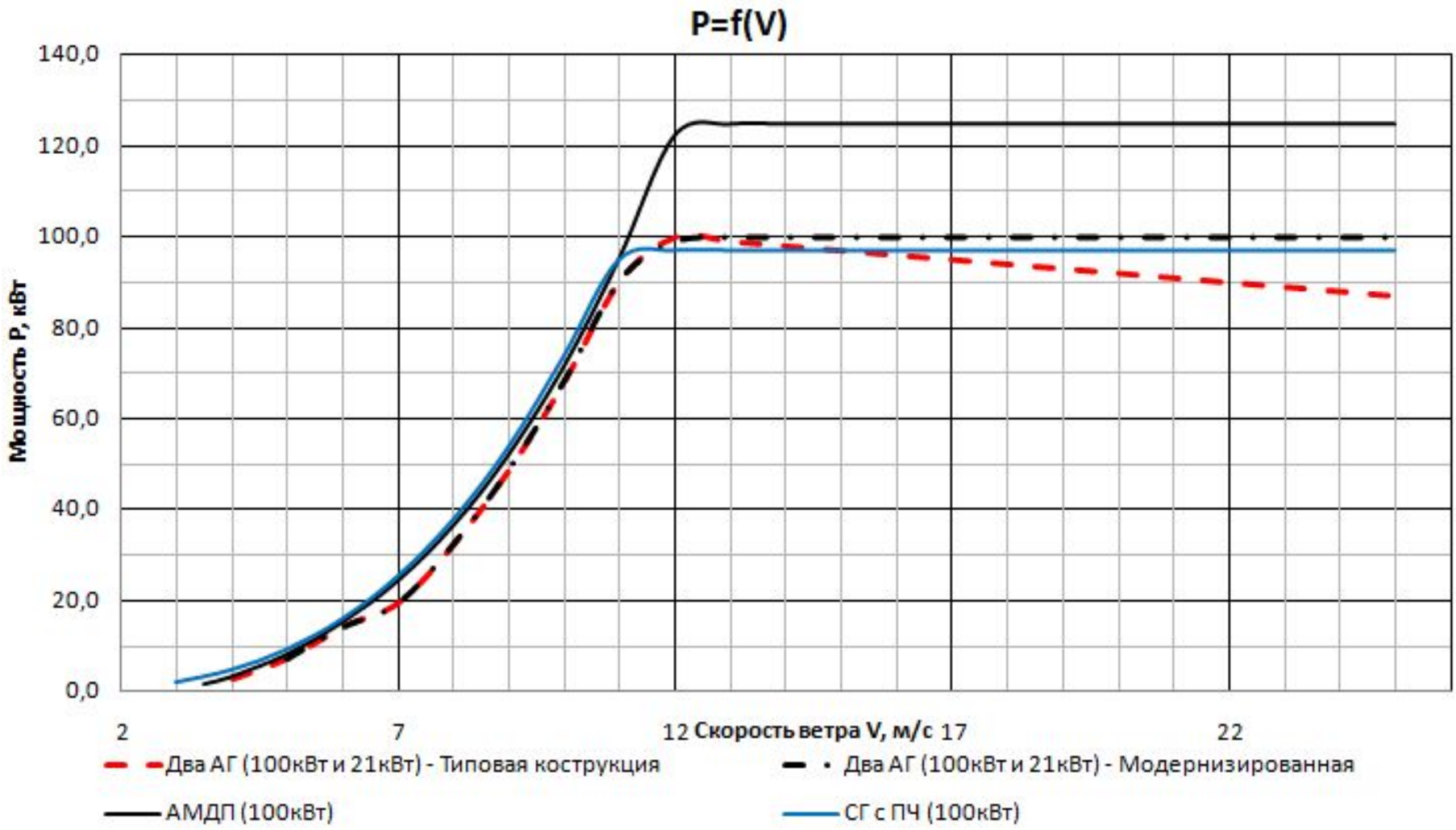
ρ – плотность воздуха (кг/м3),

v – скорость ветра (м/с),

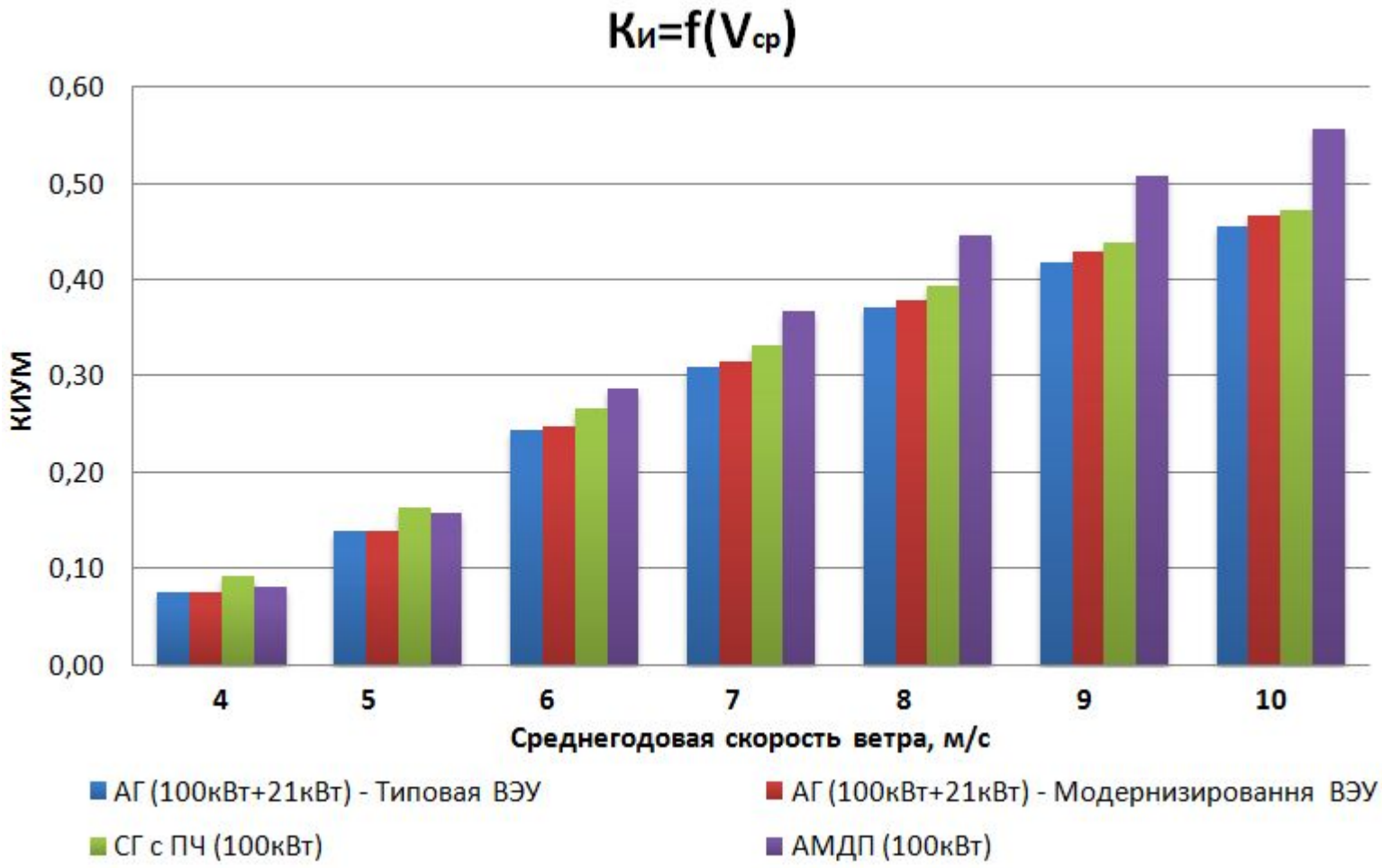
ξ – коэффициент использования энергии ветра,

$\eta_м$ – КПД мультипликатора.

Рабочие характеристики ВЭУ $P_в=f(V)$



Зависимость коэффициента использования установленной мощности ВЭУ от среднегодовой скорости ветра



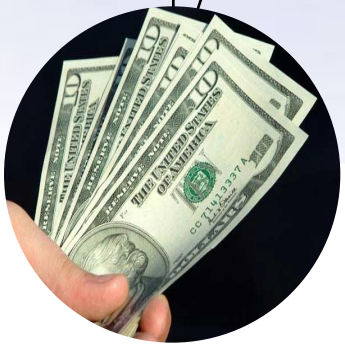
Гибридные Энергетические Системы

Автономность

Надежность

Дизель-генератор

АКБ



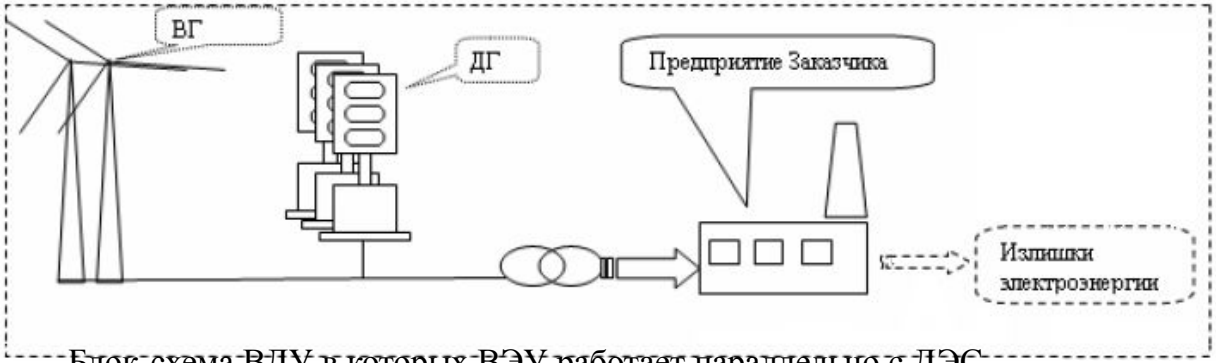
Экономичность

Солнечные батареи

Микротурбина

Варианты гибридных комплексов ВЭУ и ДЭС (ВДУ)

- **ВДУ в которых ВЭУ работает параллельно с ДЭС**

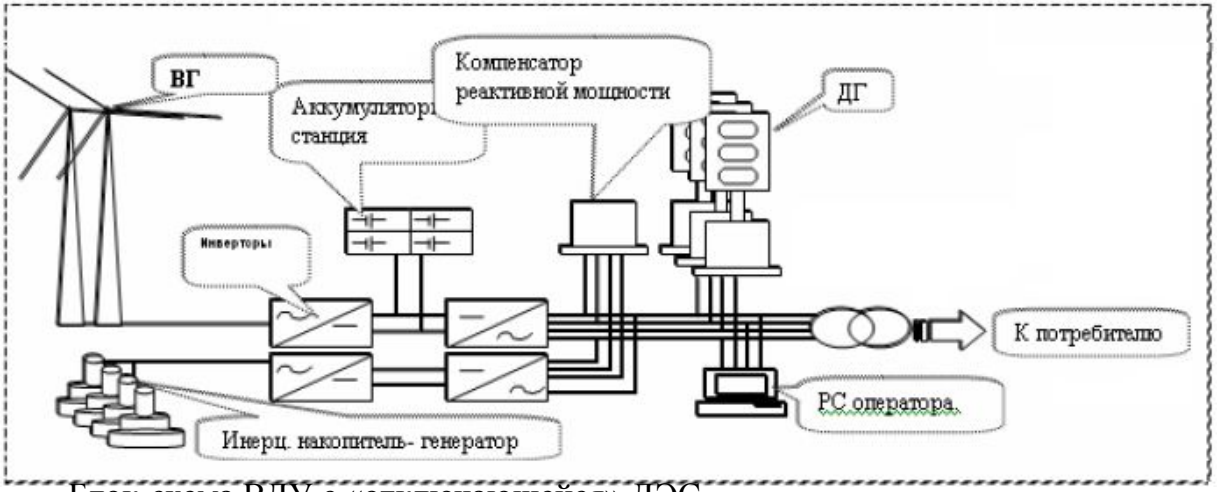


Блок-схема ВДУ в которых ВЭУ работает параллельно с ДЭС

Доля участия ВЭУ в выработке энергии до 25%.

Уровень достигаемой экономии топлива 20-30% от общего.

- **ВДУ с «отключающейся» ДЭС**

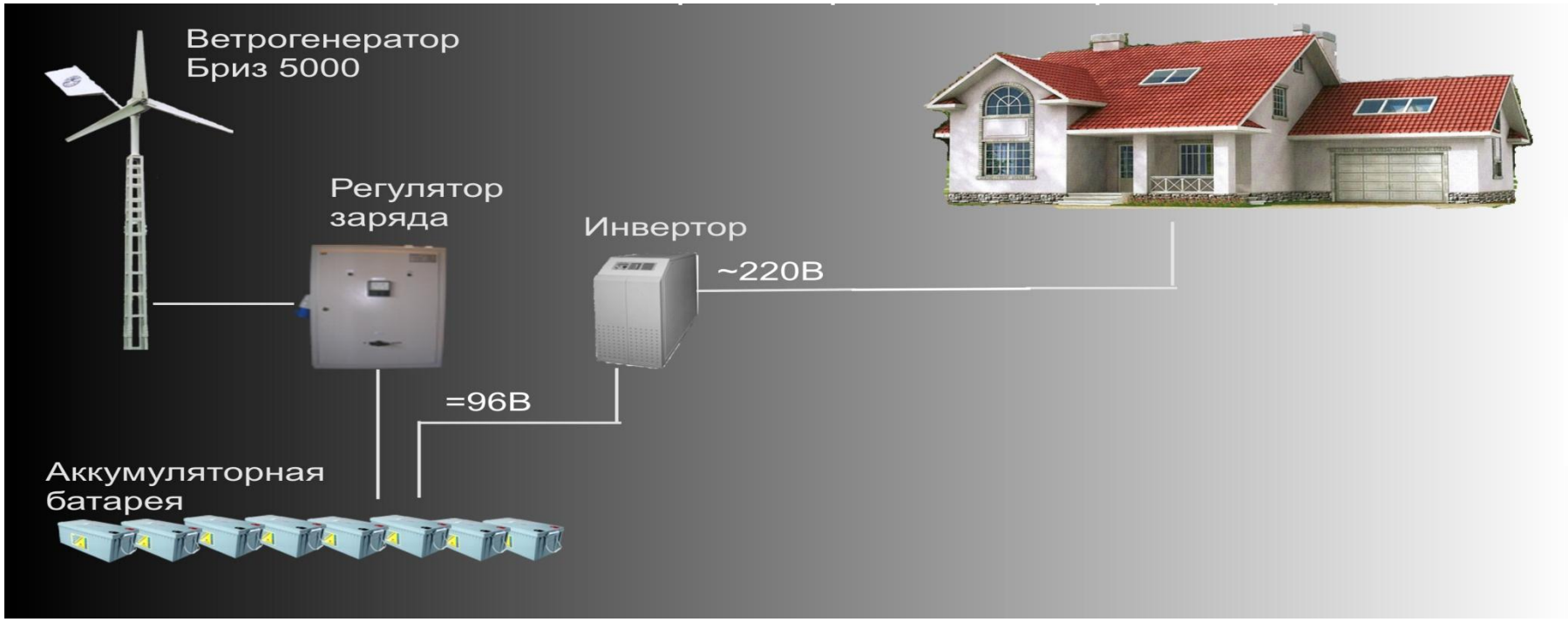


Блок-схема ВДУ с «отключающейся» ДЭС

Доля участия ВЭУ в выработке энергии до 70-85%.

Уровень достигаемой экономии топлива 65-90% от общего.

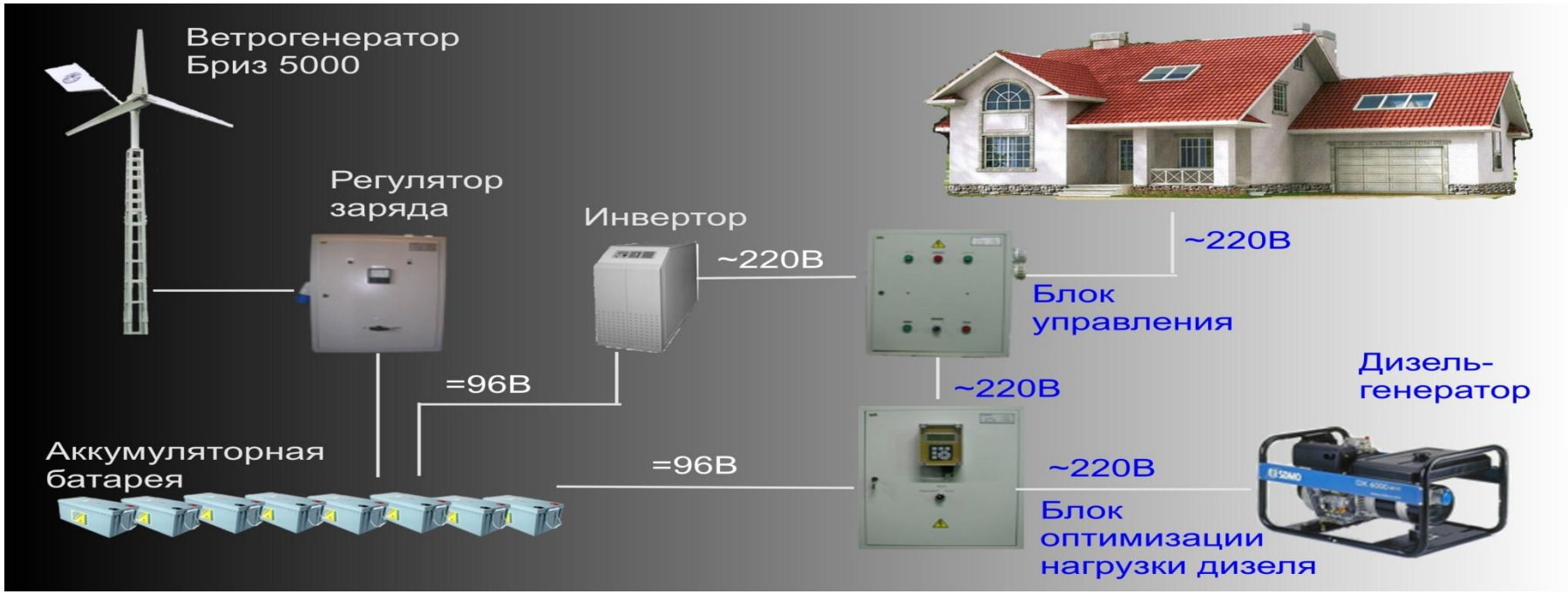
Количество вредных выбросов от ДЭС сокращается на 40-70%.



Комплекс предназначен для электроснабжения объектов, расположенных в зонах со средними и сильными ветрами. Обеспечивает потребителей качественной электроэнергией (220В 50Гц) со средним потреблением до 600 кВтч в месяц (при средних ветрах 4,5 м/с).

Состав:

- Ветрогенератор "Бриз 5000"
- Кабель 70 м
- Регулятор заряда с балластным сопротивлением и эл. тормозом
- Инвертор 96В/220В, 50 Гц
- Аккумуляторные батареи
- Мачта



Комплекс предназначен для гарантированного электроснабжения объектов, расположенных в зонах со средними и слабыми ветрами. Обеспечивает потребителей качественной электроэнергией (220В, 50Гц).

Состав:

- Ветрогенератор "Бриз 5000« с кабелем 70 м
- Регулятор заряда с балластным сопротивлением и эл. тормозом
- Инвертор 96В/220В, 50 Гц
- Блок оптимизации нагрузки дизеля и дизель – генератор
- Блок управления
- Аккумуляторные батареи
- Мачта

Ветрогенератор
Газовый генератор
~220В
НБП
3ф ~220В
Регулятор заряда
~220В
=48В
=48В
Солнечные панели
=48В
Аккумуляторная батарея

02/07/2010 10:45

02/07/2010 10:43

Мировая ветроэнергетика

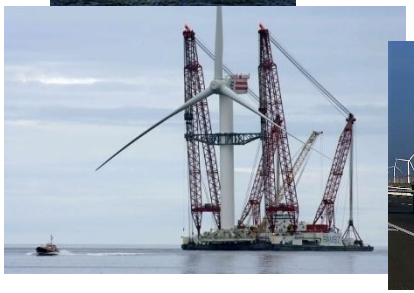
К 2020 году доля ветроэнергетики в производстве электроэнергии достигнет 10%.

Мировая практика эксплуатации сетевых ветроэлектростанций показывает, что точность прогнозов выдачи энергии ветростанций при почасовом планировании на рынке на день вперед превышает сегодня 95%.

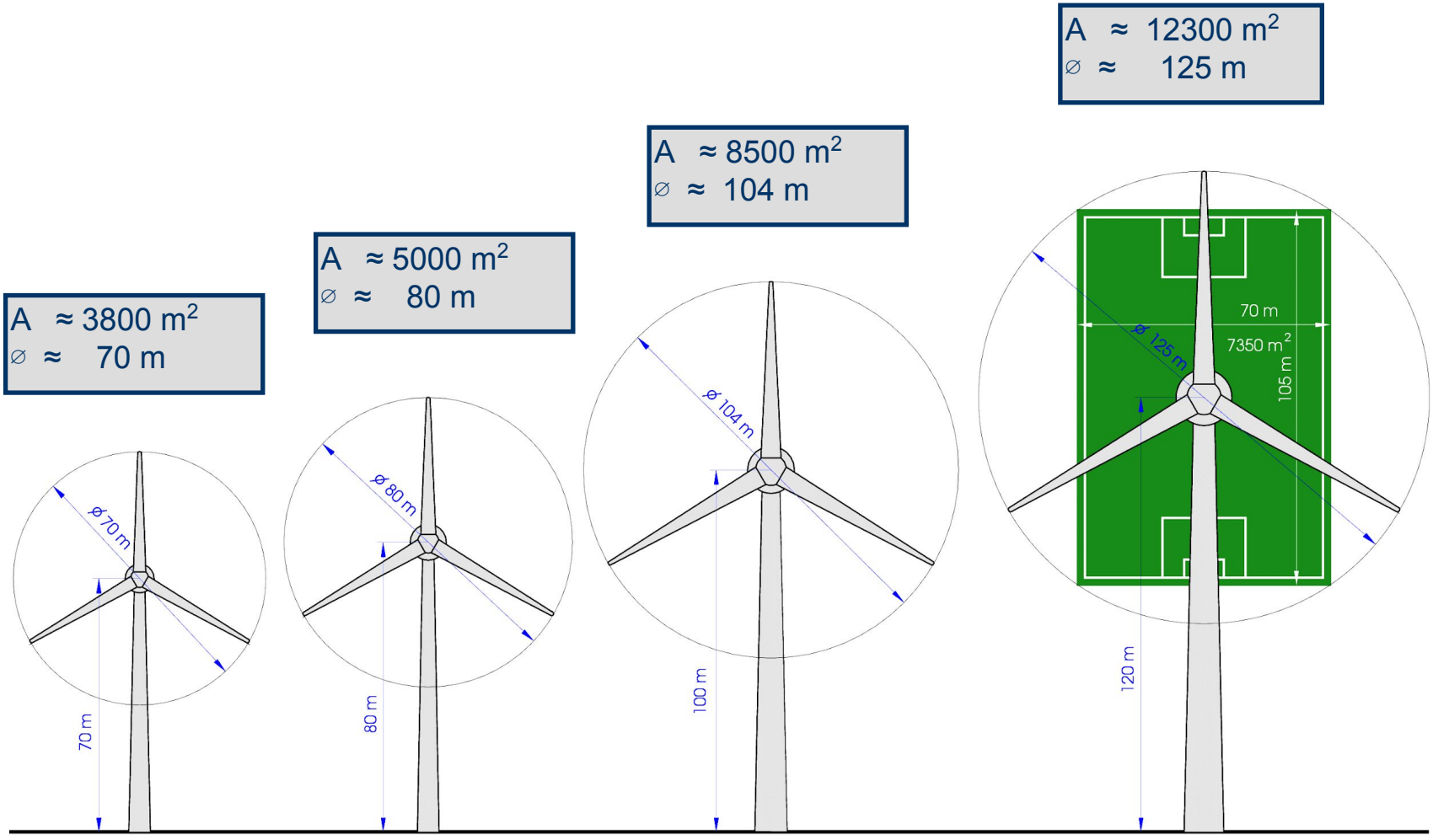
Начиная с 1980 г. установленная мощность ветровых турбин в ЕС выросла в 290 раз, а стоимость генерации за тот же период снизилась на 80%.
Появление каждых 5 % доли ВЭС на рынке электроэнергии приводит к снижению оптовых цен на 1% (анализ рынков электроэнергии Северной Германии и Дании).
1% роста энергетики на ВИЭ дает дополнительный рост ВВП на 1,5%.

Современные ВЭУ, подключенные к энергосистеме, работают с коэффициентом использования установленной мощности от 0,15 до 0,37. Электростанции на не возобновляемых источниках энергии работают с коэффициентом от 0,4 до 0,8. В 2008 году коэффициент использования установленной мощности всех электростанций России составил 0,5.

Шум от современной ВЭУ на расстоянии 200 м равен шуму холодильника на кухне.



Мировая ветроэнергетика



1,5 MW 2,5 MW 3,6 MW 5,4 MW