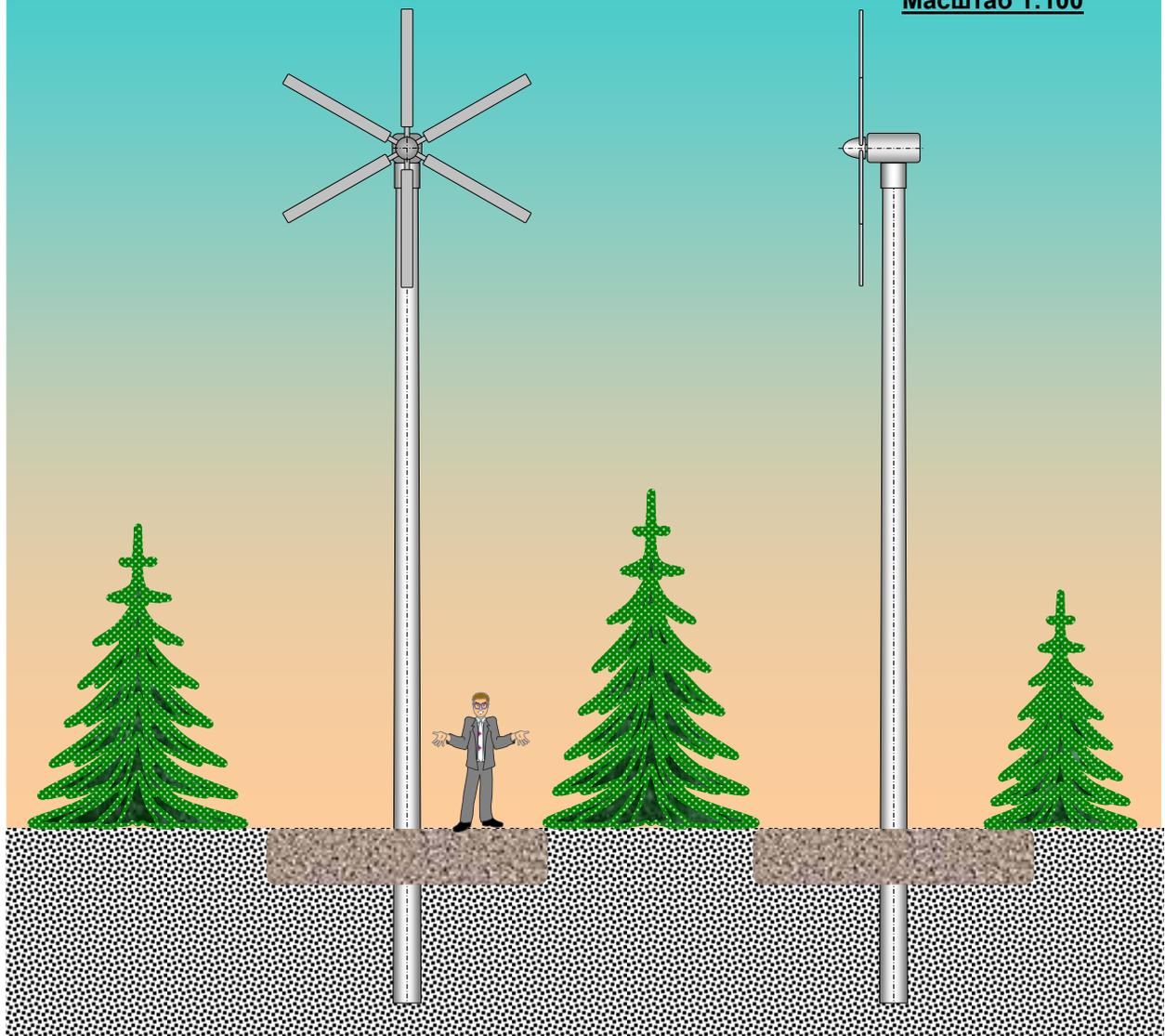


ВЕТРОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР – 2005

Масштаб 1:100



1. Назначение – электро- и теплоснабжение жилого дома или фермерского хозяйства, совместная работа с тепловыми- и электроаккумуляторами или дизель-электрическими генераторами.
2. Номинальная мощность генератора – 0,35 кВт (скорость ветра – 5 м/с).
3. Средняя (среднеквадратичная) мощность – 0,96 кВт (соответствует скорости ветра 7 м/с).
4. Максимальная мощность – не менее 2,8 кВт (при скорости ветра более 10 м/с).
5. В качестве электрогенератора применен роторный синхронный двигатель (без редуктора).
6. Рентабельности проекта можно достичь за счет применения покупных узлов, изготовленных с применением технологий серийного производства: подшипниковые узлы от колес автомобилей (2 шт.), заготовки для лопастей на основе технологии изготовления лыж (6 шт.), стандартный бетонный столб, серийный инвертор (3-фазный), автомобильные аккумуляторы.
7. Рыночная цена ветрогенераторов ($P = 1-10$ кВт) $\approx 1500 \dots 2000$ USD за 1 кВт мощности (средней).
8. Диаметр винта $D = 4$ м, количество лопастей – 6, ширина лопасти – 0,15 м.
9. Конструкция лопастей винта – дерево и стеклопластик (углепластик).
10. Винт установлен с постоянным шагом (углом установки лопастей).
11. Высота бетонного столба (стандартного, серийного!) ≈ 12 м (2,5 м под землей).
12. Высота от поверхности земли до оси винта (генератора) ≈ 10 м.
13. Номинальные обороты винта – 5,7 об/с (скорость ветра – 5 м/с).
14. Теоретический КПД винта – 0,5...0,6, расчетный КПД электрогенератора $\approx 0,9$.
15. Преобразование напряжения и управление генератором осуществляется автоматически.
16. Ориентировочный габарит станции управления – 800*500*400 мм (электрошкаф).

ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛЕЙ ВЕТРОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

1. КПД быстроходных винтов – 0,5...0,6 (справочные данные из литературы).
2. Количество лопастей – 6. Аэродинамическое качество лопасти $K_a \approx 20...25$.
3. В качестве прототипа выбирается вертолетный винт (по аэродинамике).
4. Шаг винта установлен постоянным (по максимуму полезной мощности и КПД).
5. Средняя скорость ветра ≈ 5 м/с (в течение года, на равнинной лесостепной местности).
6. КПД электрогенератора $\approx 0,9$. Применяется воздушное охлаждение.
7. В качестве электрогенератора применяются роторные синхронные двигатели.
8. Редуктор между винтом и генератором отсутствует, но тормоз желателен.
9. Средняя (среднеквадратичная) удельная мощность по ометаемой поверхности – 76 Вт/м².
10. Максимальная мощность генератора выбирается в 3...5 раз больше средней мощности.
11. Скорость вращения генератора пропорциональна скорости ветра (в 1-ой степени).
12. Момент нагрузки генератора (M) пропорционален скорости ветра в квадрате (во 2-ой степени).
13. Выходная мощность генератора (P) пропорциональна скорости ветра в кубе (в 3-ей степени).
14. Управление ветроэлектрогенератором – автоматическое, без регулярного обслуживания.
15. В таблице приведены расчеты для ветрогенераторов с диаметром винта (D) 4 и 6 метров.

№	D, м	Ном. обороты, об./с	Мном, Н*м	Рном, кВт (5 м/с)	Рср, кВт (7 м/с)	Рмакс, кВт (≥ 10 м/с)	Выработка генератором электроэнергии за год
1.	4	5,7	9,8	0,35	0,96	2,8	$\approx 8\ 410$ кВт*ч
2.	6	3,8	33,1	0,79	2,16	6,3	$\approx 18\ 920$ кВт*ч

Примечание:

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Вариант с винтом диаметром 20 м был рассчитан для винта от вертолета МИ-8 (5 лопастей). Этот винт был испытан на опытном полигоне (8 ветроэлектрогенераторов и гелиотепличное хозяйство на реке Десна, Украина). Ветроэлектрогенераторы вырабатывают ток, напряжение которого в зависимости от скорости ветра колеблется от 20 до 500 В. Инвертор преобразует его в переменный ток с постоянным напряжением 380 В, который распределяется по объектам полигона, а при избытке даже передается через трансформатор в районную энергосеть. В маловетреную погоду, когда вырабатываемое напряжение недостаточно для нормальной работы инвертора, вырабатываемая энергия используется в теплоэлектронагревателях (ТЭНах), которые вмонтированы в теплоизолированные баки-теплоаккумуляторы. В полное безветрие, когда ветроэнергетические установки бездействуют, снабжение комплекса электроэнергией берет на себя аккумуляторная батарея емкостью 160 А*ч, подключаемая к инвертору вместо ветроэлектрогенераторов (можно использовать также и дизель-электрический генератор). Эффективность системы оказалась очень высокой: 7 гелиотеплиц площадью по 75 м² и 8 ветроустановок обеспечивали даже зимой условия для развития растений, необходимую температуру воздуха и почвы, а также осуществляли круглогодичное тепло- и электроснабжение жилых домов поселка и научно-исследовательских лабораторий.

Известно, что в тридцатых годах прошлого века в Советском Союзе работало примерно 100 тысяч ветродвигателей, а в дореволюционной России насчитывалось 250 тысяч деревянных мельниц. На них размалывали 48 млн. тонн зерна в год. Перед войной на заводе имени Петровского в Херсоне серийно, до 7 тыс. в год, изготавливались ветродвигатели мощностью 2,7 кВт и 11,3 кВт. В то время в сельском хозяйстве, в основном на водоподъеме, их работало уже около 45 тысяч.

В 1958 году в Целиноградской области была построена ветроэлектрическая станция рабочей мощностью 400 кВт (ВЭС-400), состоящая из 12 агрегатов по 42 кВт. В систему входил также резерв на случай безветрия – два дизель-генератора по 200 кВт. ВЭС-400 питала три крупных колхоза в годы освоения целинных земель и выработала 12 млн. кВт*ч электроэнергии. Из них 55% дал ветер, а 45% – дизельгенераторы. Качество электроэнергии оказалось вполне приемлемым.

Материал подготовил ведущий конструктор Михалев А. И. 16.09.2005.

КАТАЛОГ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

- [начало](#) - [модели и цены](#) - [навигаторы](#)-

Цены на ветрогенераторы (прайс-лист 2005 г.).

модель	пр-во	расчетная мощность кВт	комплектация	срок поставки	цена* СПб, ЕВРО
Rutland-503	Англия	0,08	ротор, генератор 12, 24 В, с поворотным устройством, регулятор,	1,5 мес.	800
Rutland-913	Англия	0,3	ротор, генератор 12, 24 В, с поворотным устройством, регулятор	1,5 мес.	1100
AIR-X	США	0,4	ветроколесо, генератор 12, 24 В, с поворотным устройством, регулятор, вес 6 кг!	склад	1000
AIR-X Marine	США	0,4	для яхт, ветроколесо, генератор 12, 24 В, с поворотным устройством, регулятор, вес 6 кг!	склад	1200
УВЭ-500М	Россия	0,5	ротор, генератор с поворотным устройством, регулятор-блок управления, разборная мачта 4,5 м, соединительные кабели (15 м)	склад	650
WRE.007	Италия	0,75	вертикальная турбина, генератор 24 В, регулятор	1 мес.	5200
H-40	США	0,9	ротор, генератор 24 В, с поворотным устройством, регулятор	1 мес.	2250
AeroMag	США - Китай	0,9	ротор, генератор 24 В, с поворотным устройством, регулятор, вес 17 кг	1 мес.	2300
H-80	США	1	ротор, генератор 24 В, с поворотным устройством, регулятор	1 мес.	3100
WRE.015	Италия	1,5	вертикальная турбина, генератор 24 В, регулятор	1 мес.	7000
INCLIN - 1500	Испания	1,5	ротор, генератор 48 В, с поворотным устройством, регулятор	1 мес.	5200
WRE.030	Италия	3	вертикальная турбина, генератор 48, 110 В, регулятор, контроллер заряда батарей, инвертер 220В	1 мес.	12370
175	США	3	ротор, генератор 48 В, с поворотным устройством, регулятор	1 мес.	7740
INCLIN - 3000	Испания	3	ротор, генератор 48 В, с поворотным устройством, регулятор	1мес.	8400
SW-2/5	Россия	5	три лопасти, три секции башни, расчалки, закладные элементы, крепеж, головка с генератором, опорно-поворотным узлом и ступицей, энергоблок (зарядное устройство и инвертор).	1,5 мес.	9850
SC5.5	Германия	5	2-х лопастной ротор, генератор 48 В	1,5 мес.	15000
WRE.060	Италия	6	вертикальная турбина, генератор 48, 110 В, регулятор, контроллер заряда батарей, инвертер 220В	1,5 мес.	16830
INCLIN - 6000	Испания	6	ротор, генератор 300, 48 В, DC, с поворотным устройством, регулятор	1 мес.	14600
E10-25	Германия	25	2-х лопастной ротор, генератор 120 В	3 мес.	36000
E15-75	Германия	75	3-х лопастной ротор, генератор 240 В	3 мес.	110000

*цены указаны при получении комплекта оборудования в Санкт-Петербурге, с учетом таможенных платежей и НДС.

Внимание!

Для питания электроприборов (220В/50 Гц) от ветрогенераторов или батарей необходимо использовать инвертеры - преобразователи напряжения (DC-AC), обычно не поставляемые в комплекте с ветрогенератором.