

*Международный Конгресс REENCON –
XXI «Возобновляемая энергетика – XXI век: энергетическая и экономическая
эффективность»*



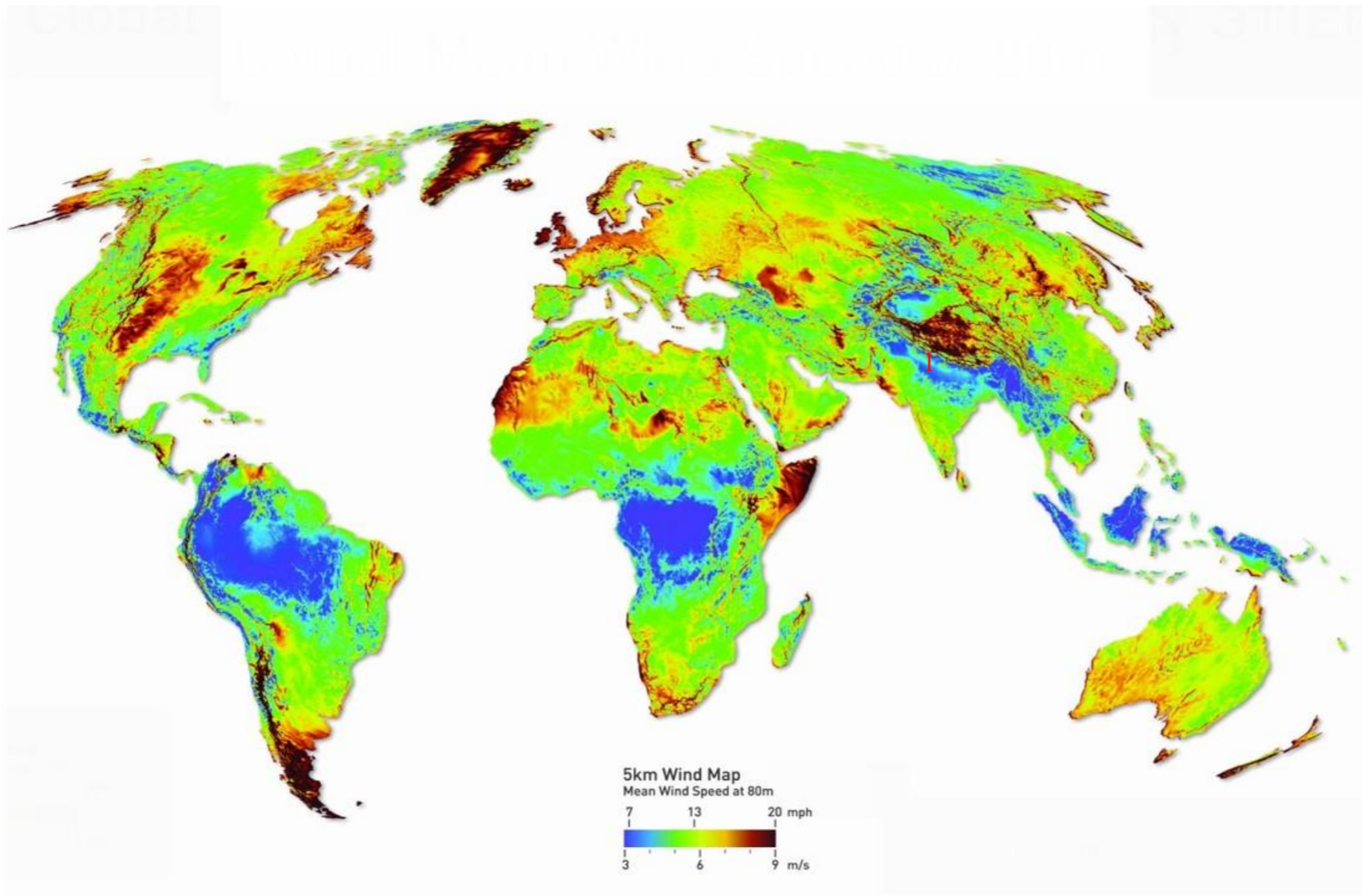
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВЭУ В АВТОНОМНЫХ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*(реализация проекта «Электронно-машинный генератор для
ветроэнергетической установки»)*

Масолов В.Г., к.т.н.

Генеральный директор ООО «ВДМ-техника»

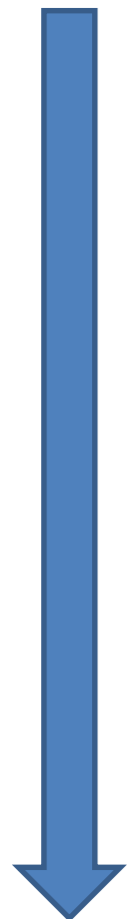
Проект направлен на создание нового сегмента рынка малых ВЭУ и развитие распределенной электрогенерации на территориях со среднегодовой скоростью ветра 3-6 м/с



- Площадь территории со значением среднегодовой скорости ветра 3-6 м/с составляет не менее 50% суши
- Районы с высокой скоростью ветра 7-9 м/с большей частью освоены
- Необходимость освоения регионов с низкой скоростью ветра

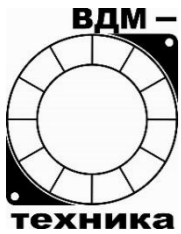
Основной тренд ветроэнергетики – снижение расчетной скорости ветроустановок

WTG TYPE	WIND CLASSES IEC 61400			
	CLASS I HIGH WIND (8,5-10 m/s)	CLASS II MEDIUM WIND (7,5-8,5 m/s)	CLASS III LOW WIND (6,0-7,5 m/s)	CLASS IV ULTRALOW WIND (< 6,0 m/s)
NORDEX N90/2500, N100-3300	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
VESTAS V105-3,3MW, V112-3,3 MW	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
GOLDWIND GW 70/1500	Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
NORDEX N100/2500, N117/3000	Light Blue	Blue	Light Blue	Light Blue
VESTAS V112-3,3MW, V117-3,3 MW	Light Blue	Blue	Light Blue	Light Blue
GOLDWIND GW 77/1500	Light Blue	Blue	Light Blue	Light Blue
NORDEX N117/2400, N131/3000	Light Blue	Light Blue	Blue	Light Blue
VESTAS V126-3,3 MW	Light Blue	Light Blue	Blue	Light Blue
GOLDWIND GW 82/1500	Light Blue	Light Blue	Blue	Light Blue
VDM-TECHNIKA	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Red

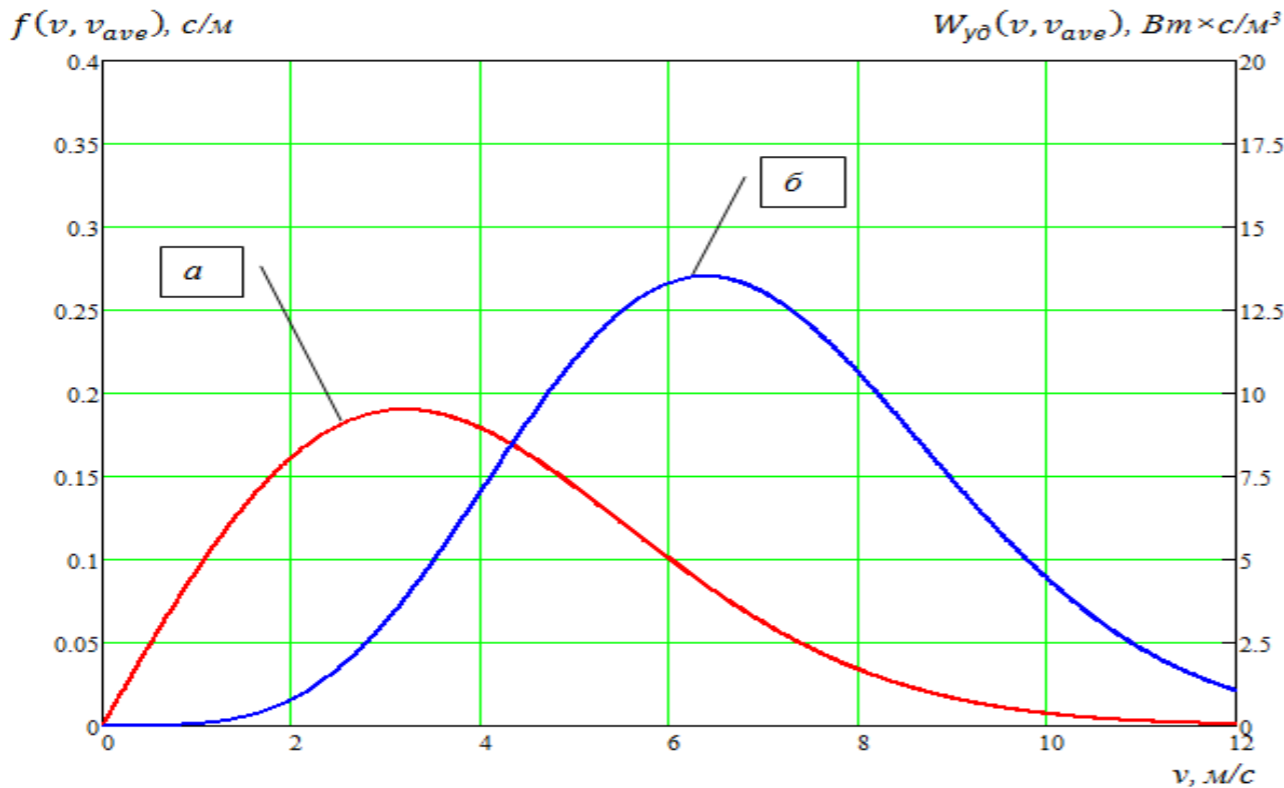


2016 г.

Производители ВЭУ снижают расчетную скорость ветроустановок в целях расширения рынков



Выбор параметров ВЭУ для местности со среднегодовой скоростью ветра 4 м/с



Зависимости плотности вероятности:
 а. – значений скорости ветра;
 б. – удельной энергии ветрового потока

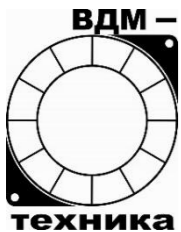
В таблице приведены расчётные значения интегральной плотности мощности ветрового потока для бинов по 0,5 м/с

В графе (%) приведены расчётные интегральные значения плотности мощности ветрового потока, заключённой в интервале значений от 0 м/с до V_i м/с, отнесённые к величине полной удельной мощности ветрового потока

V_i , м/с	P_i , Вт/м ²	%
0,5	0,00037	0,0005
1,0	0,011	0,016
1,5	0,073	0,11
2,0	0,25	0,45
2,5	0,61	1,3
3,0	1,2	2,9
3,5	2,0	5,5
4,0	3,0	9,5
4,5	4,0	14,9
5,0	5,0	21,7
5,5	5,9	29,5
6,0	6,5	38,2
6,5	6,7	47,2
7,0	6,7	56,1
7,5	6,3	64,5
8,0	5,7	72,0
8,5	4,9	78,6
9,0	4,1	84,1
9,5	3,3	88,5
10,0	2,6	91,9
10,5	1,9	94,5
11,0	1,4	96,4
12,0	0,7	98,5
12,5	0,4	99,1
13,0	0,3	99,5
13,5	0,2	99,7
14,0	0,1	99,8
14,5	0,06	99,9
15,0	0,03	100

1. В интервале значений скоростей ветра от 2,0 м/с до 13,0 м/с заключено 99% мощности ветрового потока
2. Максимум значения плотности мощности ветрового потока в диапазоне 6,5-7,0 м/с
3. 90% времени ВЭУ работает при скорости ветра менее 6,5 м/с

В рамках Проекта разрабатывается ВЭУ с расчетной скоростью ветра 6,5 м/с
для местности со среднегодовой скоростью ветра 4 м/с



Конкурентные преимущества ветроустановки ВДМ

	Аналоги	Производитель	Номинальная мощность, кВт	Стоимость ВЭУ, USD	Стоимость за 1 кВт установленной мощности, USD	Расчетная скорость ветра, м/с	Годовая выработка электроэнергии АЕР*, кВт*час	Годовая выработка электроэнергии на 1 кВт установленной мощности АЕР*, кВт*час	КИУМ ВЭУ*	LCOE*, USD/кВт*час
1	VDM-2кВт	"VDM-tehnika" LLC, Russia	2,0	8000	4000	6,5	5654**	2827**	0,32**	0,18
2	Kestrel e400nb 3.5kW 250V	Eveready Diversified Products (Pty) Ltd, RSA	2,5	9700	3880	11,0	1880	752	0,09	0,67
3	Skystream 3.7	Xzeres Wind Corporation, USA	2,4	15000	6250	13,0	1736	723	0,09	1,13
4	S-343	Endurance Wind Power Inc., USA	5,4	30600	5667	12,0	4078	755	0,09	0,98
5	EXCEL 6	BERGEY Windpower Company, USA	5,5	49170	8940	11,0	5522	1004	0,11	1,61
6	Evance R9000	Evance Wind Turbines Limited, UK	4,7	48960	10417	11,0	4962	1056	0,12	1,29
7	KW6	Kingspan Renewables Ltd., UK	5,2	48348	9298	13,0	4629	890	0,10	1,36
8	GW133-11 kW	Gaia-Wind, UK	11,0	76500	6955	12,0	16220	1475	0,17	0,61
9	Excel 10	BERGEY Windpower Company, USA	10,0	70000	7000	13,8	7135	714	0,08	1,28

*Данные приведены для среднегодовой скорости ветра 4 м/с

**Расчеты выполнены в соответствии с IEC 61400-2 (ГОСТ 54418.12.1-2011)

**Продукт проекта обладает уникальными конкурентными преимуществами в сегменте «малых» ветров
При среднегодовой скорости 4 м/с АЕР и LCOE более чем в 3 раза превосходит конкурентов**

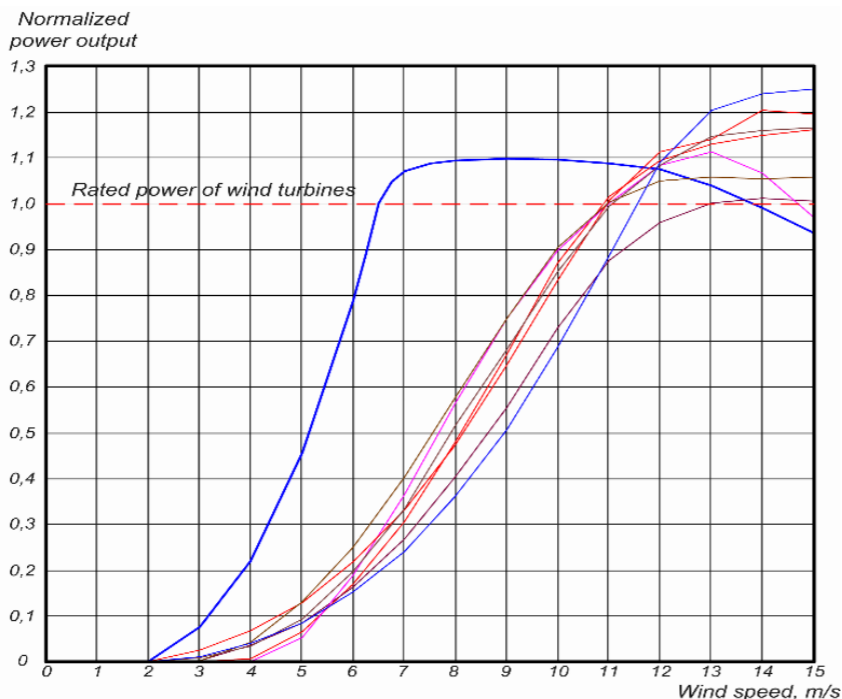
Резюме проекта

Продукт проекта

ВЭУ с ЭМГ малой мощности 2 кВт.
Расчетная скорость ветра 6,5 м/с

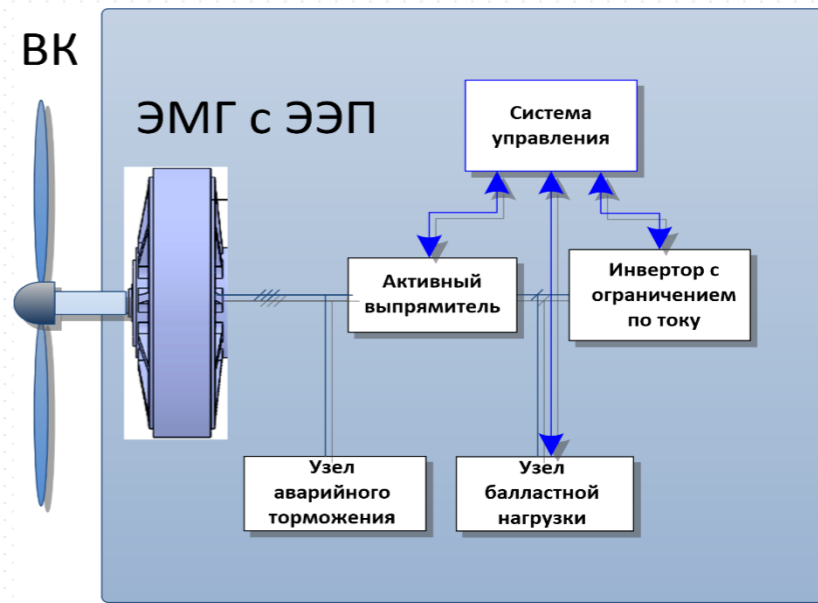
Суть инновации

Создание инновационных технических решений для ВЭУ, позволяющих обеспечить эффективный отбор мощности и преобразование энергии низкопотенциального ветрового потока в электрическую энергию



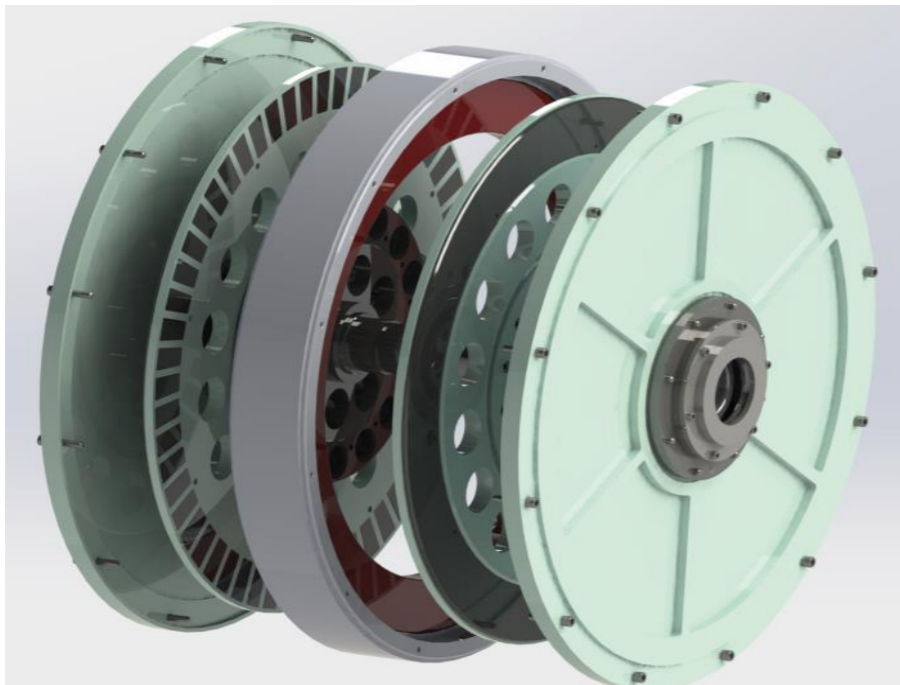
Нормированная расчетная мощность ВЭУ с ЭМГ в сравнении с аналогами

Основные направления разработок



1. Синхронный электрический генератор со статором беспазовой конструкции, позволяющий снизить момент трогания примерно в 10 раз
2. Электронный энергетический преобразователь (ЭЭП), позволяющий регулировать момент на валу и повысить КПД ЭМГ в расширенном диапазоне скоростей вращения
3. Ветроколесо, адаптированное к низкопотенциальному ветровому потоку

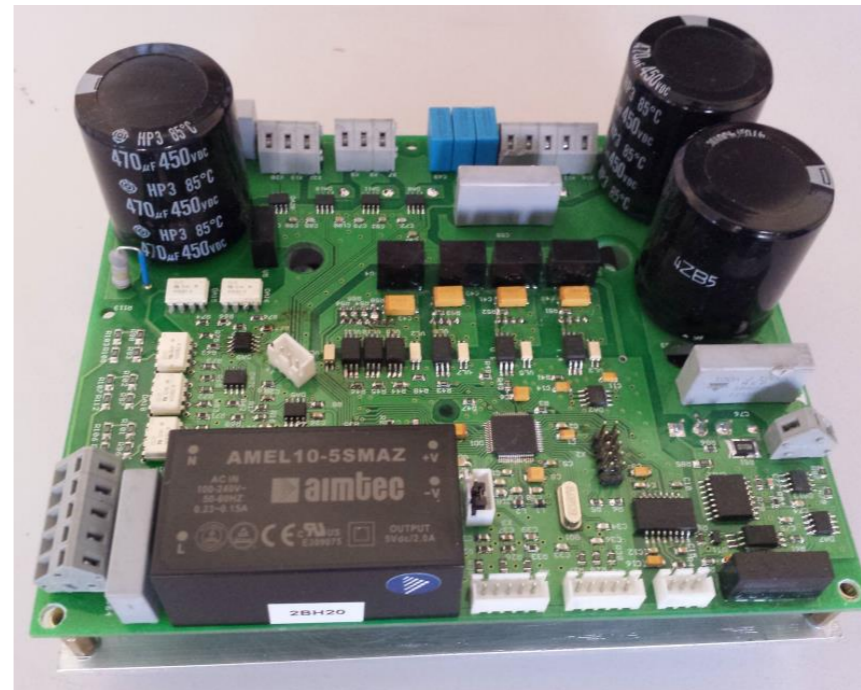
Электронно-машинный генератор (ЭМГ)



Электрогенератор

Преимущества:

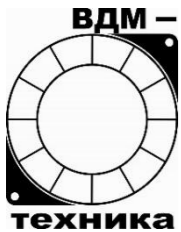
- низкоскоростной многополюсный для работы в безредукторных ВЭУ
- осевая система возбуждения на постоянных магнитах
- беспазовый статор
- низкий момент срагивания
- повышенная плотность тока
- высокие удельные показатели мощности и момента



Электронный энергетический преобразователь

Преимущества:

- управление моментом на валу ЭМГ и ВЭУ в расширенном рабочем диапазоне скоростей ветра
- формирование синусоидальных синфазных с ЭДС токов заданной амплитуды, обеспечивающее повышенный КПД
- регулирование выходного тока с ограничением выходного напряжения
- использование алгоритмов эффективного отбора мощности ветродвигателя



Стенд для моделирования работы ВЭУ

(аттестат № 432-3582-15 ФБУ «ТЕСТ-С.-Петербург»)

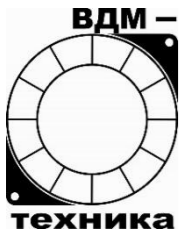


*Моделирование режимов работы ветроколеса.
Моделирование работы ВЭУ с ЭМГ*

Прототип ВЭУ VDM-2кW

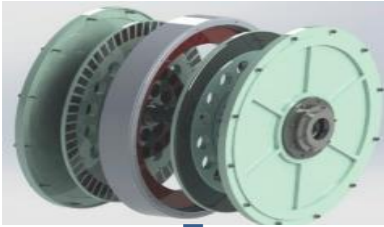


Масштабируемые технические решения



Разработка и проектирование. Прототип. Испытания

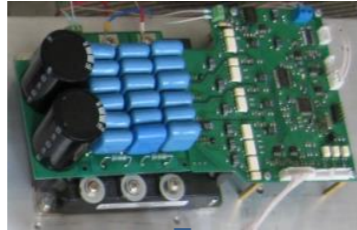
Электрические машины



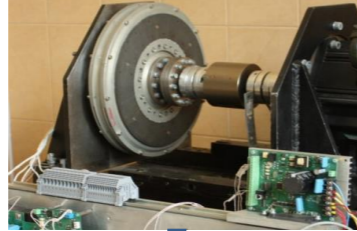
Электродвигатели



Силовая и управляющая электроника

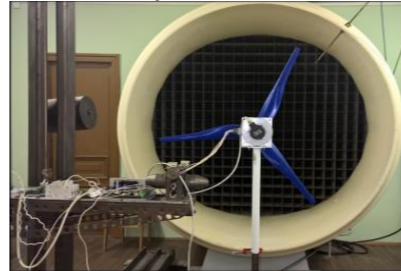


ЭМГ генераторы

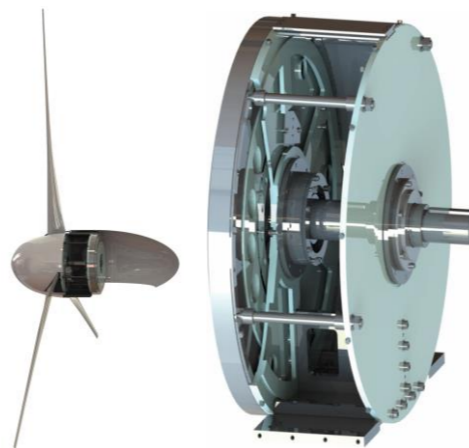


ИСПЫТАНИЯ В
СООТВЕТСТВИИ С
ГОСТ Р 54418.12.1-2011
(IEC 61400-12-1:2005)

Ветроколесо



Ветроустановка



ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В
СООТВЕТСТВИИ С
ГОСТ Р 54418.12.1-2011
(IEC 61400-12-1:2005)

Ветроизмерительный
полигон



ИСПЫТАНИЯ по ГОСТ Р 52776-2007
(IEC 60034-1:2004)

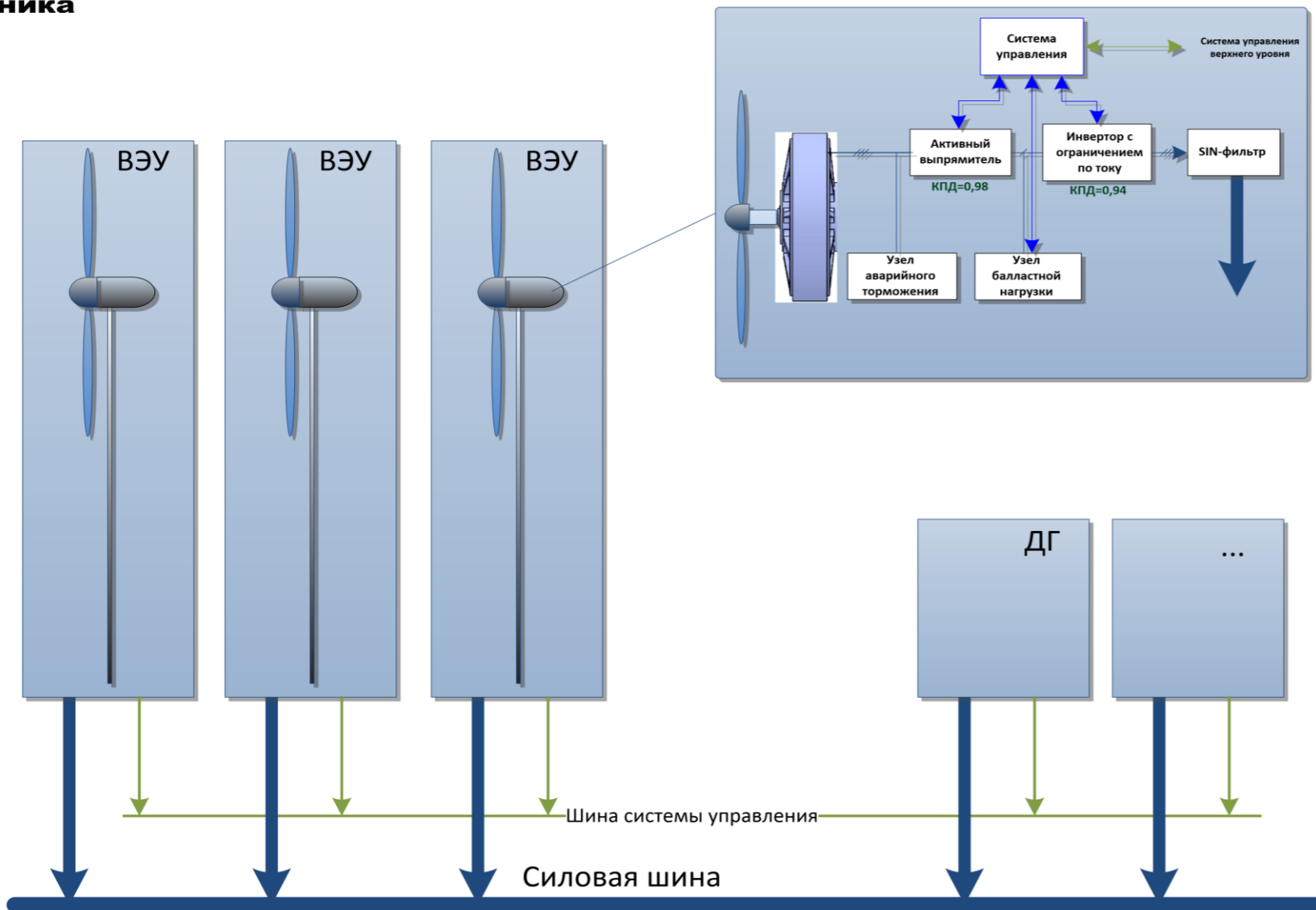
Стенд для испытаний



Стенд для испытаний



ВЭУ в автономной гибридной системе электроснабжения



Стратегия построения ВЭУ — максимизация выработки электрической энергии

- система сквозного проектирования узлов и компонентов;
- эффективный отбор энергии ветра на ветроколесе во всех диапазонах скоростей ветра и частот вращения генератора;
- обеспечение минимальных потерь при преобразовании электроэнергии

Возможные комплектации:

- с токовым выходом по постоянному напряжению;
- с токовым выходом по переменному напряжению

Взаимодействие с системой управления верхнего уровня

- диагностика состояния ВЭУ;
- получение и исполнение управляющих команд



Контакты

**Масолов Владимир Геннадьевич, к.т.н.
Генеральный директор
ООО «ВДМ-техника»**

+7 (903) 960-5634

ООО «ВДМ-техника»

<http://www.vdm-tech.ru/>

Москва, Россия, тел.: +7 (499) 978-4405

Email: vdm-tech@mail.ru

Спасибо за внимание!