



**Международный Конгресс Energy Fresh  
г. Москва, 23 сентября 2009 г.**

**Доклад**

**«К выбору целесообразных сценариев развития  
ветроэнергетики в России»**

**Николаев Владимир Геннадьевич**

**Научно-информационный Центр «АТМОГРАФ»,  
Москва, Россия**

**Тел./факс: 8-499-744-41-63, E-mail: [atmograph@gmail.com](mailto:atmograph@gmail.com)**



## Защищаемые в докладе тезисы:

В настоящее время для России выработка электроэнергии на вновь строящихся ВЭС экономически выгоднее, чем на ЭС на газе за счет возможности экспорта замещенного газа

- ▶ **Экономический эффект от использования ВЭС растет пропорционально их суммарной установленной мощности => России интересна крупномасштабная ветроэнергетика**
- ▶ **Создание ветроэнергетической отрасли, дающей до 5 – 7% электроэнергии к 2030 г. целесообразно с экономической, социальной, экологической и политической точек зрения, и обеспечено ветровыми ресурсами, технологическими, промышленными и финансовыми возможностями страны**
- ▶ **Создание новой отрасли ВЭ требует и обуславливает необходимость изменения существующих правовых, хозяйственных и экономических отношений в ТЭК России**
- ▶ **В силу экономической заинтересованности основную роль (организационную и финансовую) в создании отрасли ВЭ должны сыграть, по мнению авторов, Государство и крупнейшие компании ТЭК, и прежде всего добывающие и экспортирующие топливо (ГазПром, РосНефть и др.)**



## Существующая структура производства электроэнергии в России



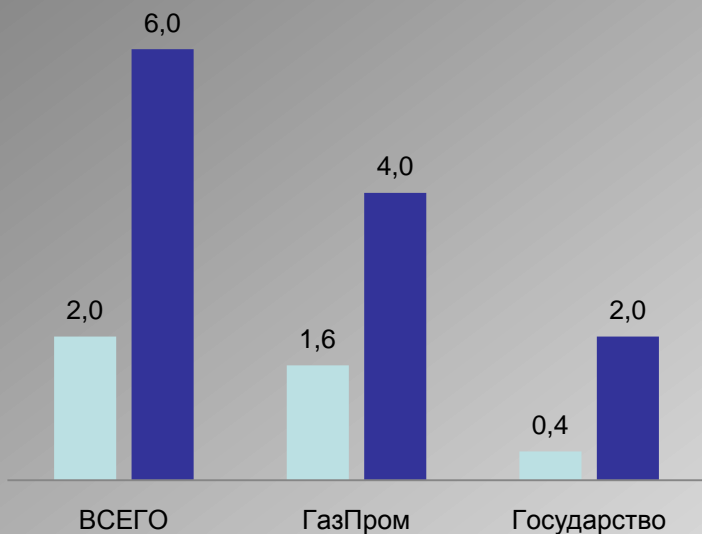
- Основа электроэнергетики России – топливосжигающие технологии
- **2/3** топливной самой дешевой **электроэнергии** дают **ТЭС на газе (ГазЭС)**
- Цена газа в 2009 г. для ТЭС – 80 - 100 €/т, на экспорт – ≈ 300 €/т
- В 2008 г. на ТЭС сожжено газа на **9 млрд. €** (в экспортных ценах **30 млрд. €**)



## Удельные характеристики топливной составляющей ЭС на газе

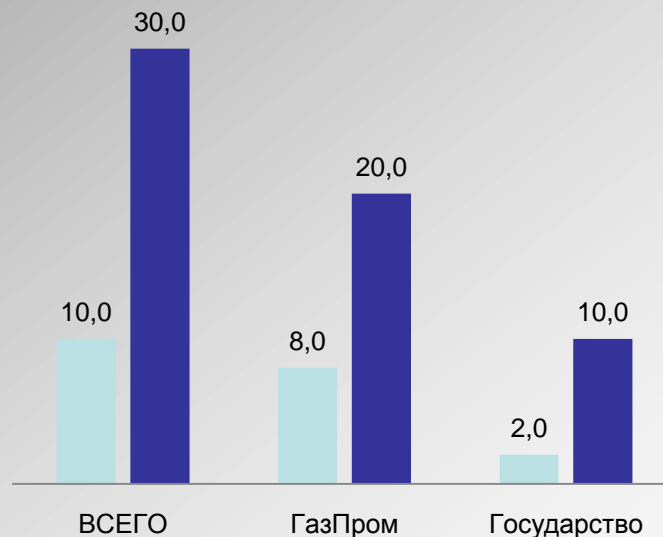
Удельные доходы, €-ц/кВтч

■ Сжигание на ЭС, ■ Продажа на экспорт



Суммарные доходы, млрд. €

■ Сжигание на ЭС, ■ Продажа на экспорт



- Замещение газа на ЭС и его реализация на экспорт сверхвыгодно и для ГазПром, и для Государства и его граждан
- **Есть ли возможности для реализации такой схемы?**



## Исходные предпосылки широкомасштабного использования ВЭС в России

Постановление Правительства РФ № 1-р от 08.01.2009 о доведении к 2020 г. доли ВИЭ в электрогенерации России до 4,5% (без больших ГЭС)

- Постановление подразумевает долю ВЭС в электрогенерации страны к 2020 г.  $\approx 1\%$  (17,5 млрд. кВт•ч при суммарной мощности ВЭС 7 ГВт)
- Проект с обоснованием рубежей ВЭС согласовывается Министерствами трудно и долго ( $\approx$  года).

### Ключевые спорные вопросы:

- ▶ нужны ли России ВЭС вообще??? (долго, дорого, ГазЭС выгоднее !!!)
- ▶ если нужны, то в каких масштабах? (1 – 2% всего-то, а возни сколько !!!)
- ▶ если нужны, то в какие сроки ? (когда углеводороды кончатся !!!)
- ▶ откуда средства ? (2% газа  $\approx$  400 млн. €/год, а капзатраты на ВЭС  $\geq$  10 млрд. €!!!)
- ▶ если строить, то какими силами ? (своих кадров и производств нет !!!)

**Стоит ли овчинка выделки, и в пору ли России заниматься мелочами?**

**За рубежом – дело другое: топлива нет, а денег навалом, вот и чудят ...**

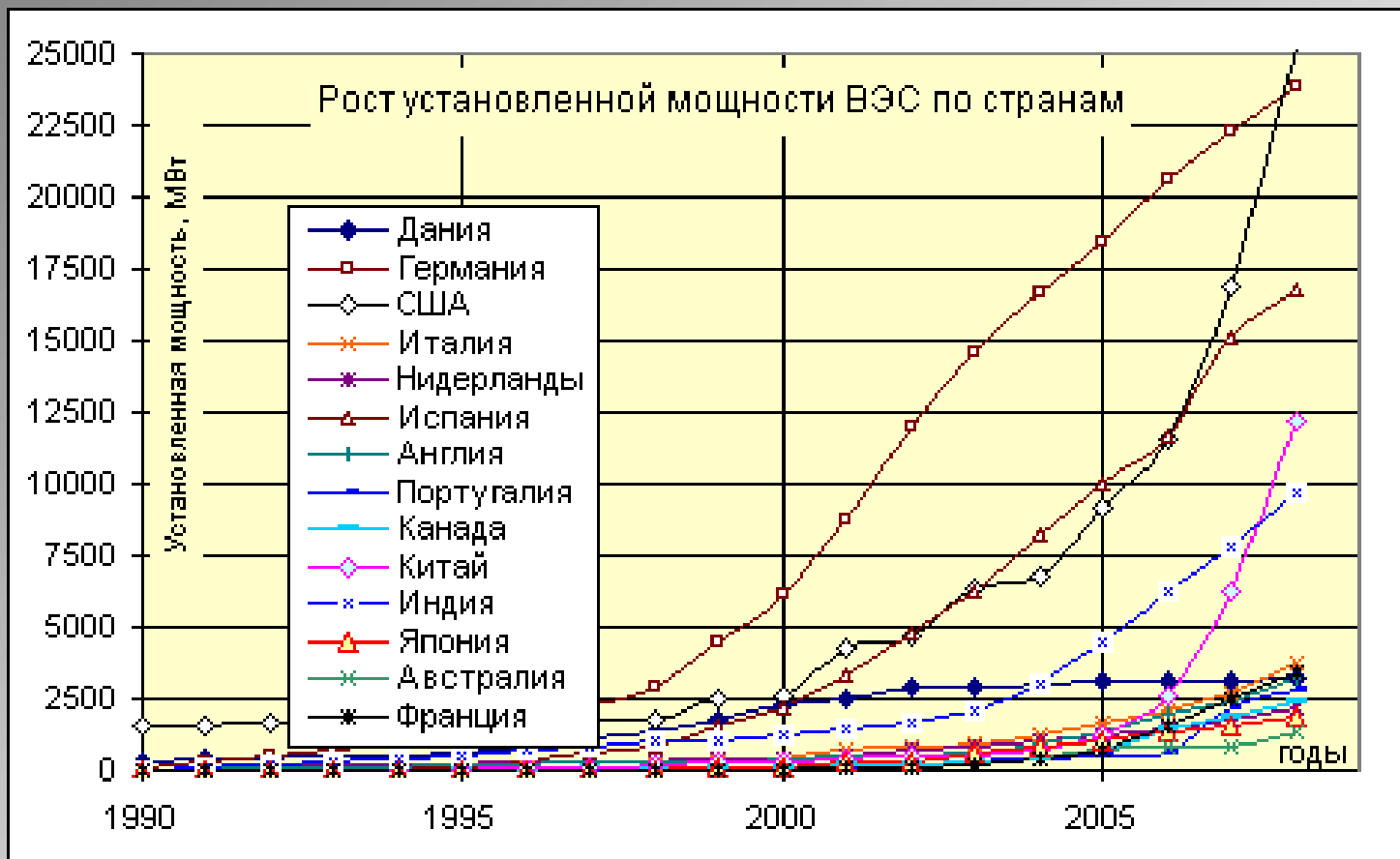


## Зарубежный опыт применения ветроэнергетических станций (ВЭС).

На начало 2006 г. суммарная установленная мощность ВЭС в мире – 59 091 ГВт  
На начало 2007 г. суммарная установленная мощность ВЭС в мире – 74 141 ГВт  
На начало 2008 г. суммарная установленная мощность ВЭС в мире – 94 123 ГВт  
На начало 2009 г. суммарная установленная мощность ВЭС в мире – 120 798 ГВт

### Ведущие страны мира в ветроэнергетике:

США (25,2 ГВт), Германия (23,9 ГВт), Испания (16,8 ГВт), Китай (12,2 ГВт),  
Индия (9,65 ГВт), Италия (3,74), Франция (3,40), Англия (3,24), Дания (3,16 ГВт)



## Тэмпы роста суммарной установленной мощности ВЭС





## Примеры планов развития ветроэнергетики по странам

Суммарная мощность ВЭС в мире к 2030 г. – 300 ГВт

К 2020 г. в соответствии Программой Wind Force 12  
ВЭС покроют 12% мирового потребления электроэнергии

США к 2030 г. планируют покрыть  
собственное электропотребление за счет ВЭС на 20%

Китай к 2020 и 2030 г. планирует довести мощность ВЭС  
до 30 ГВт и 100 ГВт соответственно

Германия к 2030 г. – до 55 ГВт

Испания к 2010 и 2020 г. – 20 и 45 ГВт (30% электропотребления)

Англия, Италия и Франция планируют к 2020 г.  
довести мощность ВЭС соответственно – до 10, 16 и 25 ГВт



## Достигнутый и планируемый вклад ВЭС (в % к суммарной электрогенерации стран)

Страна \ Годы	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2015	2020	2025	2030
Дания	4,29	7,15	11,65	14,78	15,73	16,47	16,88		20,0		
Германия	0,52	0,91	1,90	3,77	5,29	6,64	7,78		25,0		
Италия	0,03	0,12	0,27	0,52	0,83	1,41	2,51		10,0		
Нидерланды	0,59	0,75	0,90	1,41	2,11	3,15	4,73		10,0		
Испания	0,22	0,58	1,51	3,30	5,72	8,14	11,86		20,0		30,0
Великобритания	0,11	0,16	0,19	0,26	0,42	0,93	1,56		10,0		
Франция		0,0	0,02	0,05	0,13	0,53	1,17		10,0		
Португалия	0,07	0,20	0,32	0,63	1,28	4,32	9,62				
Польша		0,00	0,01	0,08	0,09	0,20	0,63		13,0		
Швеция		0,06	0,22	0,39	0,57	0,75	1,36		10,0		
Турция		0,0	0,03	0,03	0,03	0,07	0,61		8,0		
США	0,09	0,09	0,12	0,22	0,32	0,56	1,24				20,0
Канада	0,01	0,03	0,05	0,08	0,15	0,50	0,83			20,0	
Китай	0,0	0,02	0,03	0,04	0,07	0,24	1,12	4,0	8,0		
Индия	0,23	0,33	0,40	0,56	1,00	2,12	3,30				8,0
Япония	0,0	0,01	0,02	0,06	0,15	0,24	0,35	2,0	5,0		
Австралия			0,02	0,08	0,29	0,64	1,03		5,0		
Новая Зеландия			0,16	0,16	0,77	0,79	1,53			15,0	
Египет			0,01	0,14	0,30	0,48	0,78		12,0		
Бразилия				0,01	0,01	0,12	0,17				20,0
<b>Россия</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		<b>1,0</b>		<b>7,0</b>



## Опыт передовых в ветроэнергетике стран доказывает:

- ▶ в настоящее время **увеличение** суммарной **электрогенерации** стран за счет ВЭС **на 1 – 2% в год** вполне **реально** (Германия, Дания, Испания, Португалия, Индия, Китай)
- ▶ доля электрогенерации ВЭС  $\approx 7 – 10\%$  от суммарной в стране технологически **достижимо** и экономически **эффективно** (Германия – 7,8%, Дания – 16,9, Испания – 11,9%, Португалия – 9,6%)
- ▶ при поддержке государств доли ВЭС в суммарной электрогенерации  $\approx 3 – 5\%$  и  $10 – 13\%$  реально **достигаются за  $\approx 6 – 7$  и  $10 – 12$  лет**
- ▶ **многие страны, в том числе уступающие России по производственно-технологическому потенциалу, приняли и реализуют стратегические планы по использованию ВЭС в качестве одного из базовых источников электроэнергии** (Великобритания, Германия, Дания, Испания, Италия, Польша, Португалия, Франция, Бразилия, Канада, США, Новая Зеландия)



## Опыт передовых в ветроэнергетике стран

Ряд активно развивающих ветроэнергетику стран в большой степени обеспечены углеводородным сырьем:

- нефтью (Великобритания, Германия, Дания, Канада, США, Китай, Египет)
- газом (Нидерланды, Канада, США, Австралия)
- углем (Германия, Польша, Канада, США, Индия, Китай, Турция, Австралия)
- ураном (Франция, США, Индия)

и обладают технологиями и опытом выработки энергии на их основе

Этот факт существенно ослабляет аргумент оппонентов масштабного развития ВИЭ в России, уповающий на большие запасы и традиционно развитые технологии добычи углеводородов и ядерного топлива и выработки на их основе дешевой электроэнергии, и оправдывающий отставание в области ВИЭ от таких стран, как Италия, Франции, США, Япония и др.

**Активность страны в развитии ветроэнергетики определяется не только отсутствием в ней других источников энергии !!!**

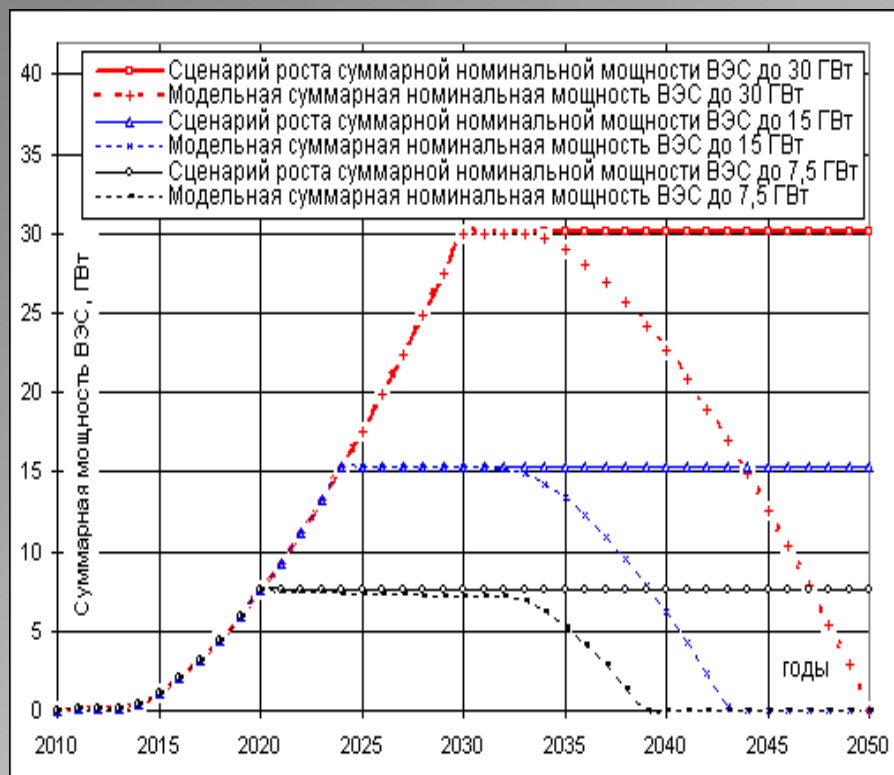




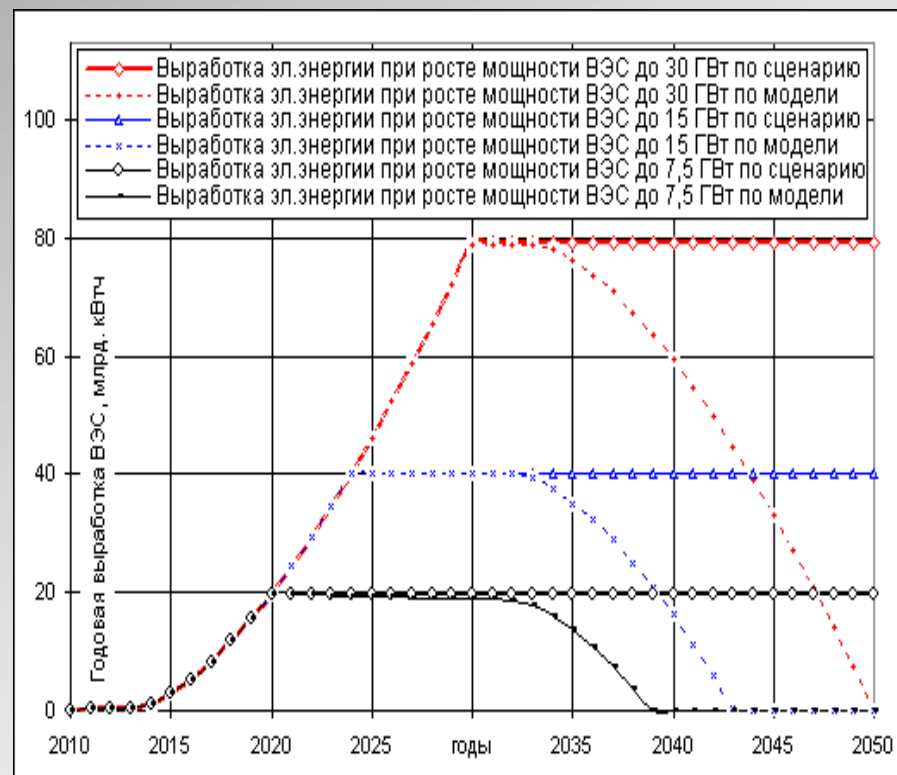
## Сценарии развития ветроэнергетики в России

- Рост установленной мощности и выработки электроэнергии ВЭС в России в рассмотренных сценариях

Мощность, ГВт



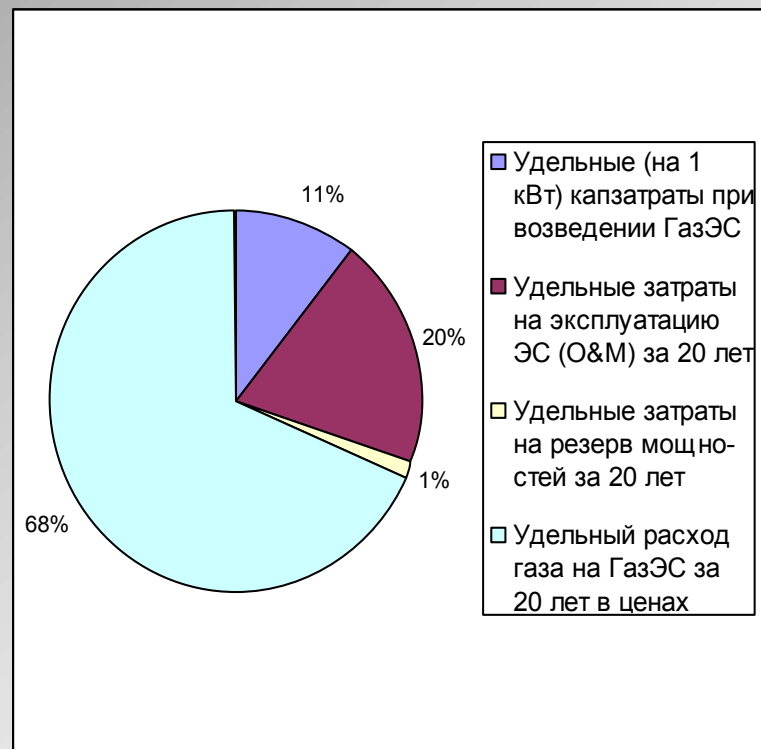
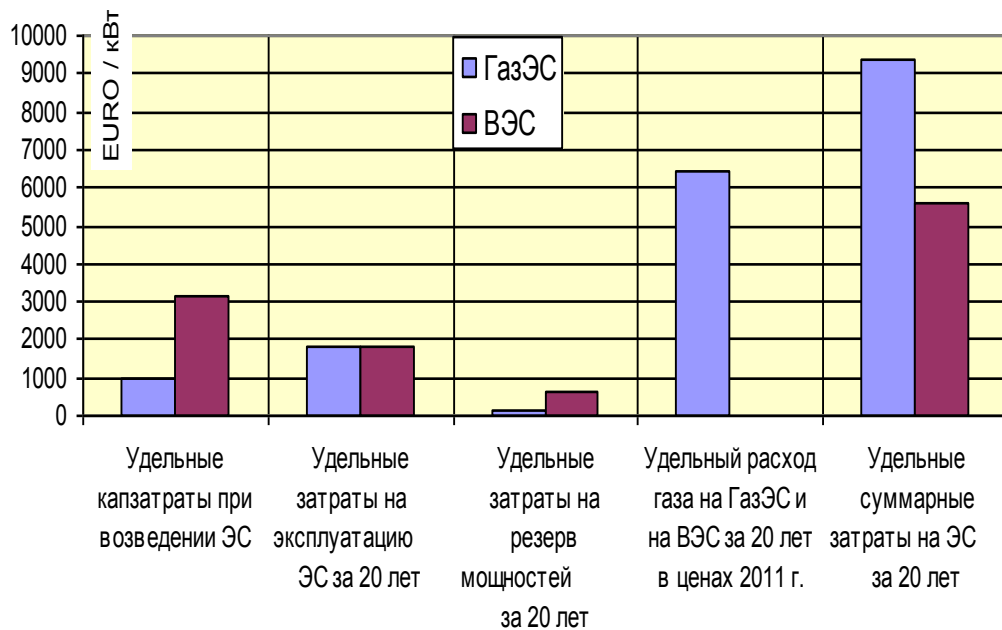
Выработка, млрд. кВтч





# Экономические резоны масштабного использования ВЭС

Составляющие удельных (на 1 кВт ГазЭС и на мощность ВЭС эквивалентной выработки) затрат на возведение и эксплуатацию ЭС

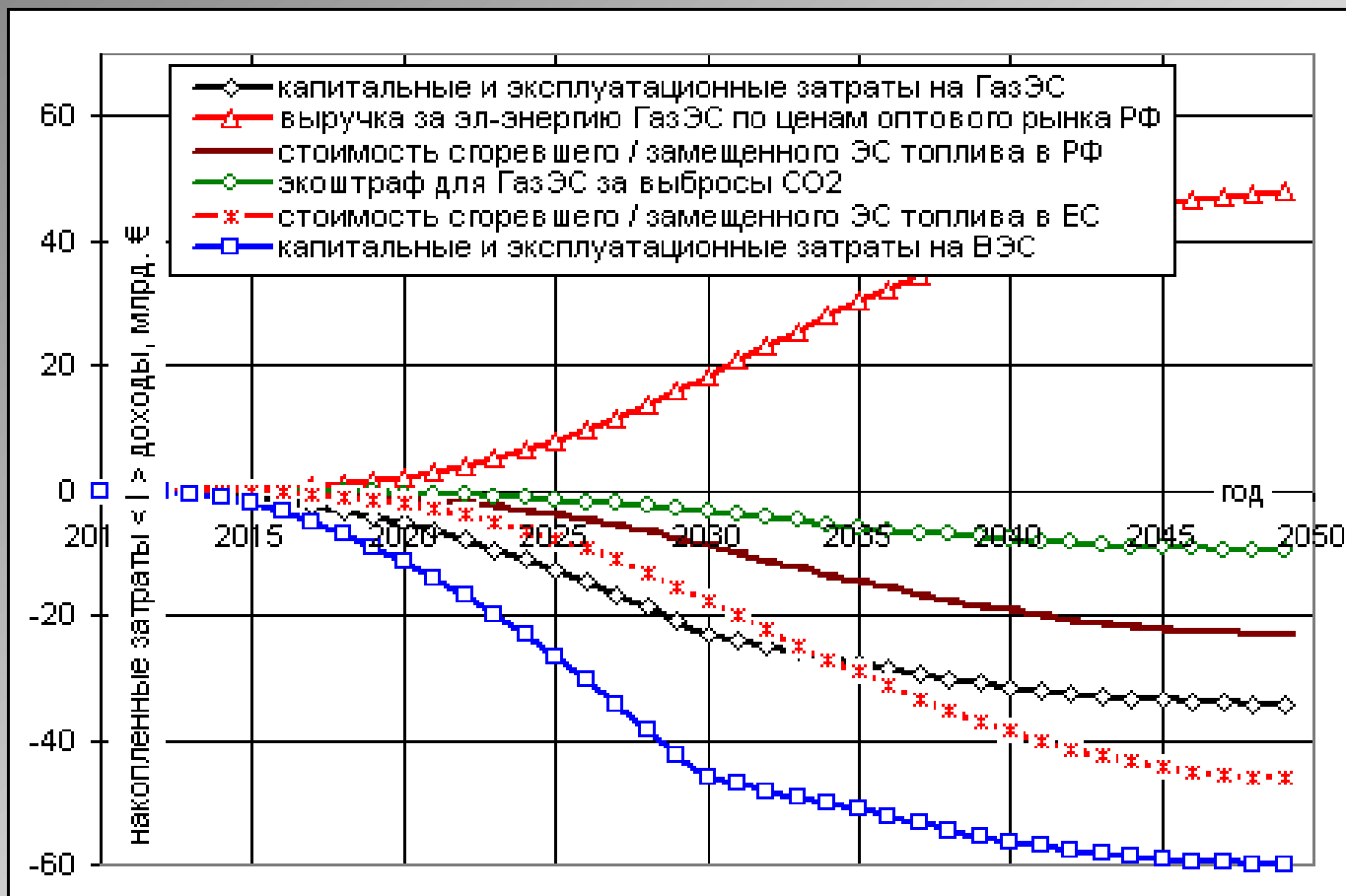






## Экономика ВЭС и ГазЭС при “русском” сценарии 28 ГВт

Накопление доходов и расходов при строительстве и эксплуатации ГазЭС ( $K_{ИУМ} = 50\%$ ) и ВЭС ( $K_{ИУМ} = 30\%$ )





## Экономика ГазЭС и ВЭС (28 ГВт к 2030 г.)

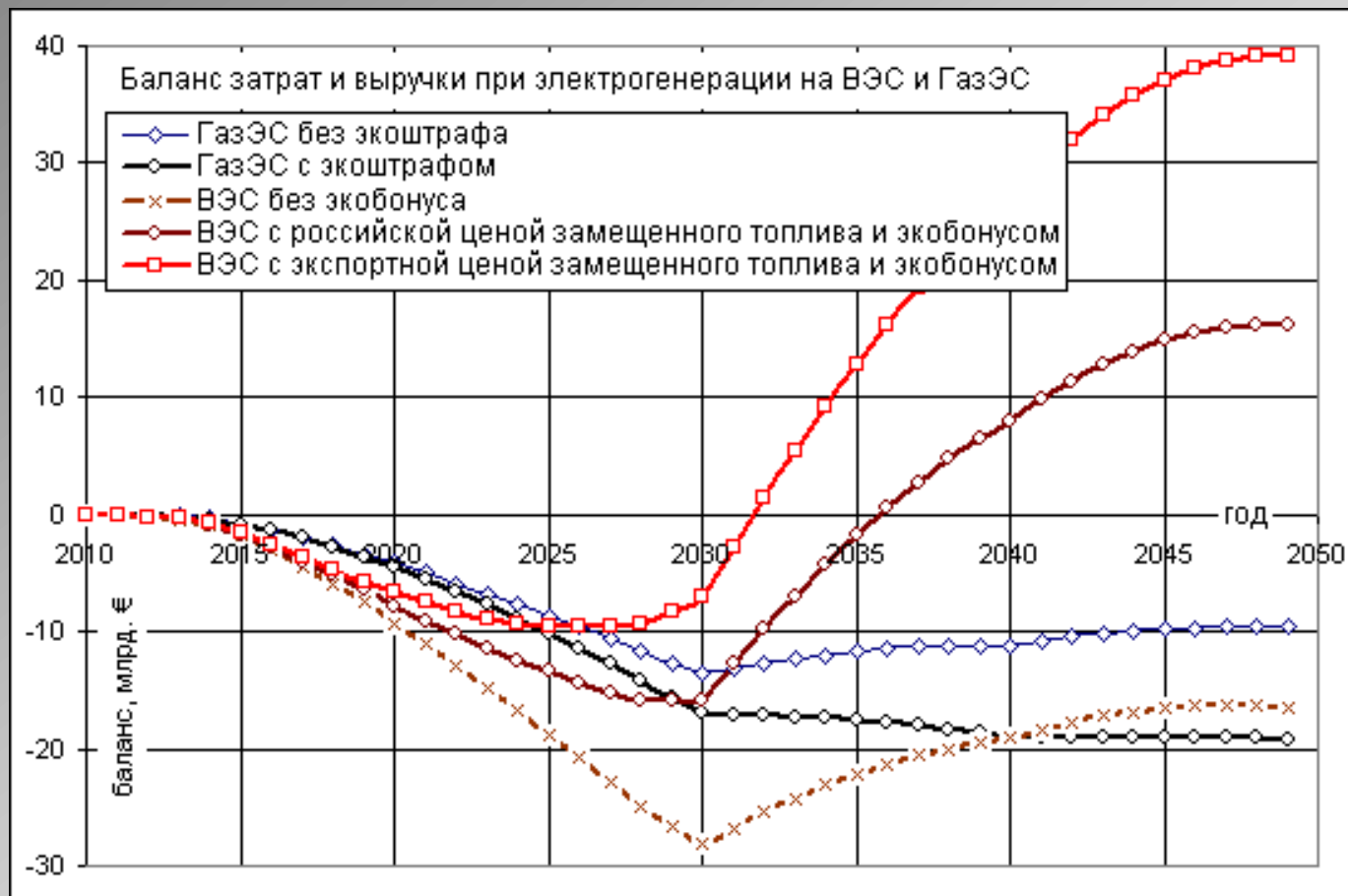
Итоговые расчетные экономические показатели электрогенерации на ВЭС и ГазЭС (в ценах, приведенных к 2010 г.) при различных сценариях роста цен на газ и эл.энергию

Сценарий :	с заморозкой цен		российский		мировой	
	ГазЭС	ВЭС	ГазЭС	ВЭС	ГазЭС	ВЭС
Показатель						
Номинальная мощность ЭС в 2030 г., ГВт	15,80	27,93	15,80	27,93	15,80	27,93
$K_{инм}$ , %	0,50	0,28	0,50	0,28	0,50	0,28
Стоимость присоединения к сети, млрд. €	-1,58	-2,80	-1,58	-2,80	-1,58	-2,80
Капитальные затраты, млрд. €	-17,84	-38,84	-17,84	-38,84	-17,84	-38,84
Эксплуатационные затраты, млрд. €	-18,83	-21,87	-18,83	-21,87	-18,83	-21,87
<b>Затраты на топливо для ГазЭС, млрд. €</b>	<b>-15,67</b>	<b>0</b>	<b>-20,13</b>	<b>0</b>	<b>-40,10</b>	<b>0</b>
<b>Экспортная стоимость топлива, млрд. €</b>		<b>39,76</b>		<b>40,12</b>		<b>40,12</b>
Экоштраф за выбросы CO <sub>2</sub> , млрд. €	-8,35	0	-8,35	0	-8,35	0
Выручка за электроэнергию, млрд. €	17,03	17,03	41,61	41,61	62,4	62,4
<b>Баланс расходов и выручки, млрд. €</b>	<b>-36,89</b>	<b>-46,49</b>	<b>-16,71</b>	<b>-21,91</b>	<b>-15,97</b>	<b>-1,10</b>
<b>Себестоимость эл.энергии ЭС, €/кВт·ч</b>	<b>0,043</b>	<b>0,031</b>	<b>0,051</b>	<b>0,031</b>	<b>0,087</b>	<b>0,031</b>
<b>Топливная составляющая, %</b>	<b>66,3</b>	<b>0</b>	<b>71,3</b>	<b>0</b>	<b>83,3</b>	<b>0</b>



## Сравнение экономических показателей ВЭС и ГазЭС

Балансы доходов и затрат при производстве электроэнергии на ГазЭС и ВЭС с наращиваемой мощностью до 28 ГВт к 2030 г. при “русском” ценовом сценарии





## Сравнение экономических показателей ВЭС и ГазЭС

Результаты расчетов и анализа сценариев ввода мощностей ГазЭС и ВЭС с нарастанием до 2020 и 2030 годов приводят к следующим выводам.

- ▶ Выработка электроэнергии на вновь строящихся ГазЭС неизбежно будет дорожать с ростом стоимости газа как в мире, так и в России, и не окупится при всех рассмотренных вариантах роста оптовых рыночных цен на электроэнергию и газ (самое дешевое топливо). *Поэтому ждать притока частных инвестиций в отечественную электроэнергетику не следует.*
- ▶ Для обеспечения безубыточности топливной электроэнергетики в России даже при заморозке внутренних цен на газ необходимо увеличение цен оптового рынка как минимум вдвое с соответствующим увеличением тарифов на электроэнергию, *что противоречит либо принципам рыночной экономики, либо социальной или экономической, направленной на поддержку отечественного производства, политике государства.*
- ▶ Для обеспечения безубыточности ВЭС в России также необходимо увеличение закупочных цен на электроэнергию ВЭС примерно на 70 – 80% по российскому сценарию.
- ▶ Источником финансирования ВЭС в России, помимо социально противоречивого повышения тарифов, могут являться перераспределенные доходы от экспортной реализации газа, замещенного при использовании ВЭС вместо ГазЭС, а также от уменьшения затрат на экологические мероприятия по сокращению выбросов в атмосферу.



## Сравнение экономических показателей ВЭС и ГазЭС

Финансовые итоги деятельности участвующих в производстве электроэнергии сторон в российском сценарии роста ВЭС до 30 ГВт и ГазЭС до 17 ГВт к 2030 г. ЭС (генератор и продавец электроэнергии), ГазПром (поставщик газа), Государство (получатель налогов) и конечный потребитель электроэнергии.

Финансовые показатели электрогенерации на ГазЭС и ВЭС при существующей и предлагаемой системе перераспределения дополнительных доходов от использования ВЭС

Параметр	Электростанции		ГазПром		Потребители		Государство	
	ГазЭС	ВЭС	ГазЭС	ВЭС	ГазЭС	ВЭС	ГазЭС	ВЭС
Затраты, млрд. €	-67,0	-60,1	0	0	-47,8	-47,8	0	0
Выручка, млрд. €	39,2	39,2	18,9	30,9	0	0	12,8	23,8
Расчетный баланс, млрд. €	-27,8	-20,9	18,9	30,9	-47,8	-47,8	12,8	23,8
Реальный баланс, млрд. €	0	0	18,9	30,9	-75,6	-68,7	12,8	23,8
<i>Проект баланса, млрд. €</i>	<i>0</i>	<i>15,5</i>	<i>18,9</i>	<i>25,55</i>	<i>-75,6</i>	<i>-73,5</i>	<i>12,8</i>	<i>18,45</i>

От использования ВЭС в наибольшем выигрыше окажутся ГазПром и Государство с дополнительным доходом каждого  $\approx 11 - 12$  млрд. €, что достаточно для финансирования рассмотренных проектов ВЭ

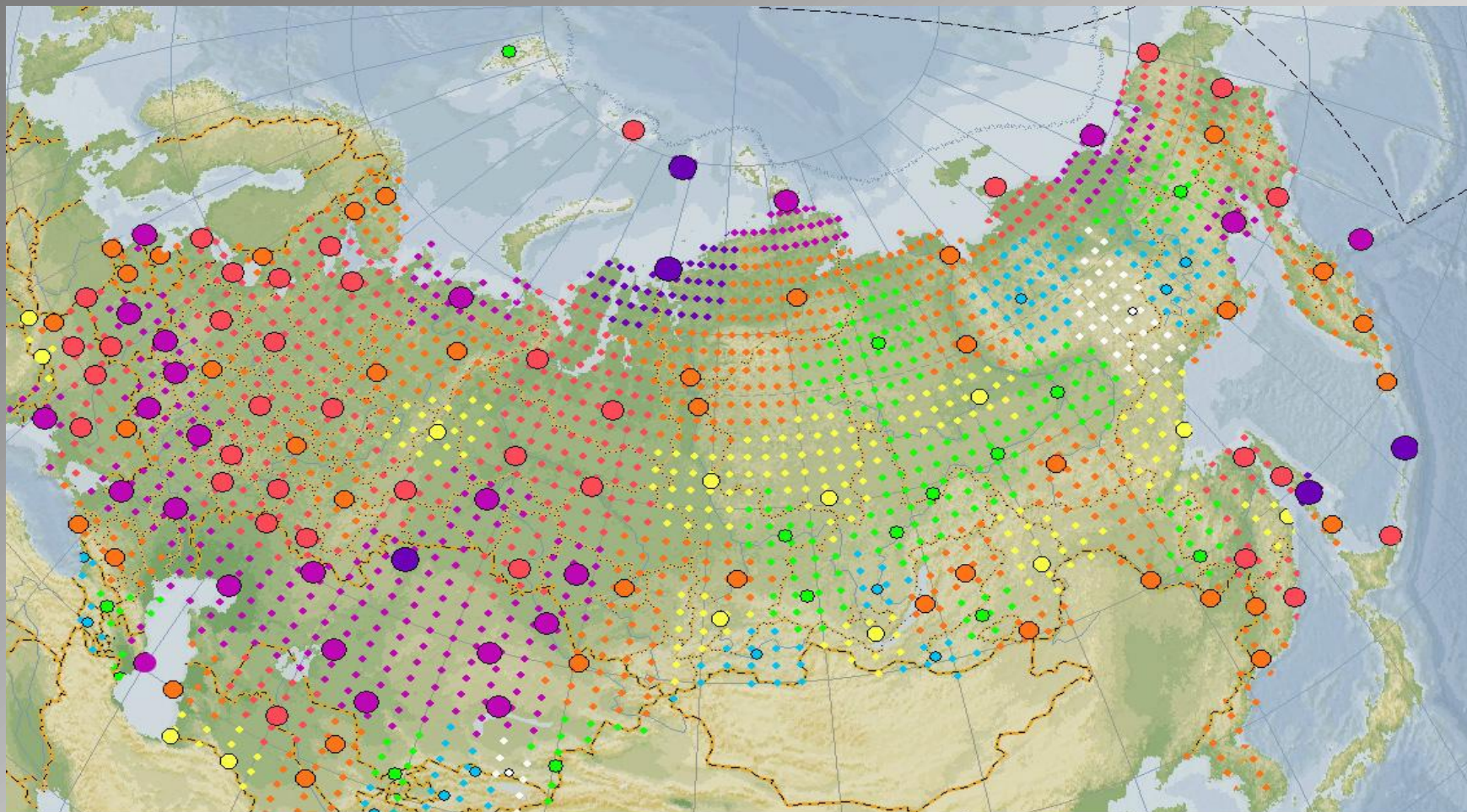


## Выводы сравнительного анализа ВЭС и ГазЭС

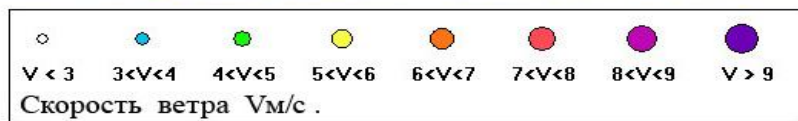
- ▶ Наиболее заинтересованы и реальные инвесторы масштабного использования ВЭС в России, по мнению автора, – само Государство и крупные предприятия нефтегазового и энергетического комплекса
- ▶ Сценарий вывода внутренних цен на электроэнергию и топливо на уровень мировых, влекущий за собой наибольшее повышение тарифов и лишаящий преференций отечественного производителя, а также возможностей выгодной для государства экспортной реализации замещенного на ВЭС газа представляется наименее целесообразным для энергетики России
- ▶ Для реализации экономических выгод предложенных сценариев требуется существенная перестройка хозяйственной, правовой и налоговой системы, действующих в настоящее время в топливно-энергетическом комплексе России



## Моделирование и анализ ветроэнергетических ресурсов России, стран СНГ и Балтии

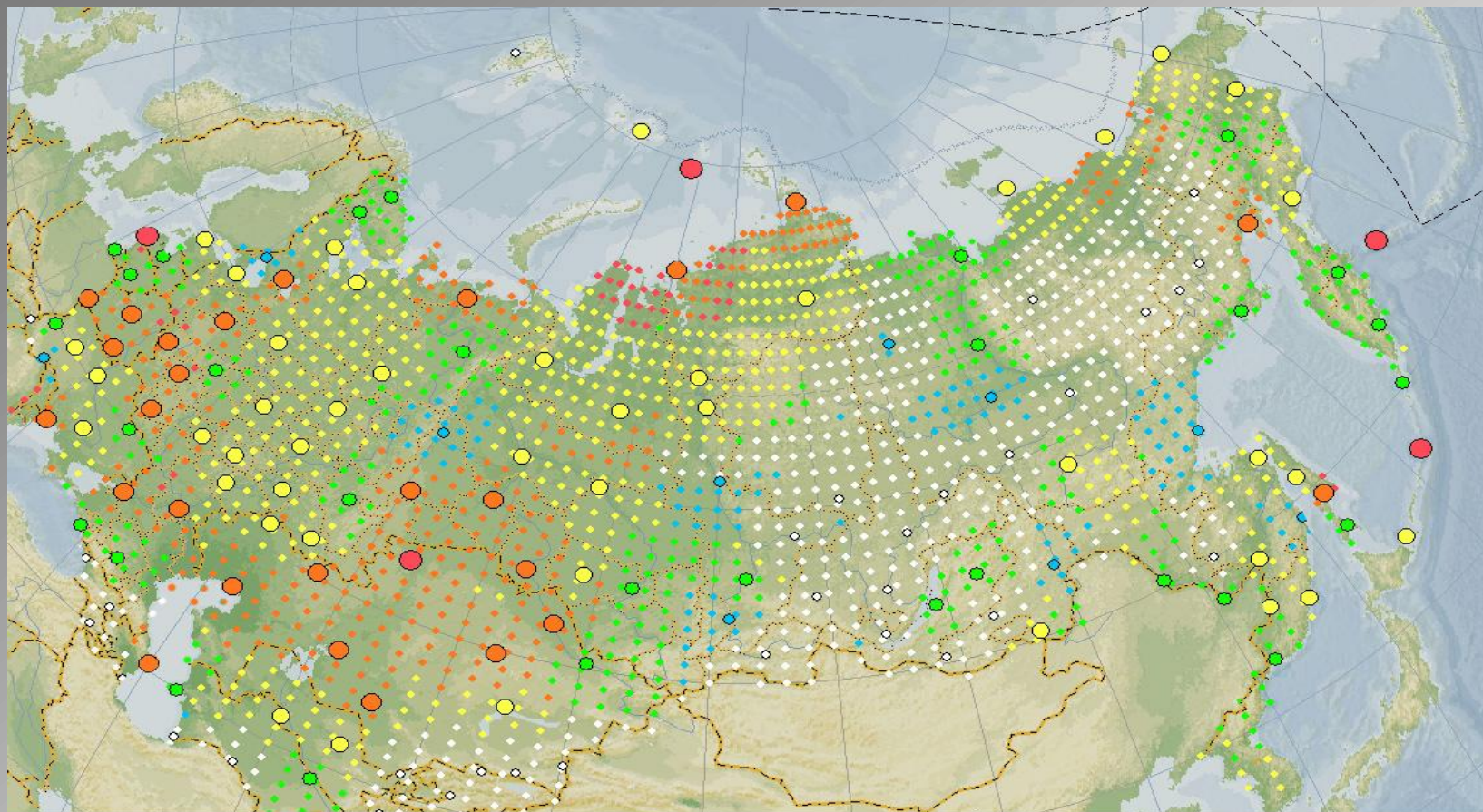


Скорость ветра на высоте 100м на территории России, стран СНГ и Балтии. Среднегодовая.





# Анализ ветроэнергетических ресурсов



Коэффициент использования номинальной мощности (%)  
VESTAS V-90 3МВт с высотой башни 100м на территории  
России, стран СНГ и Балтии. Среднегодовой.



Приведенная на карте энергетическая эффективность ВЭС ( $K_{ИУМ}$ ) позволяет получать электроэнергию с себестоимостью  $\leq 4,0 - 4,5$  €-центов/кВт·ч во многих районах РФ, включая энергодефицитную европейскую часть РФ и приграничные районы (возможность экспорта электроэнергии в Европу, Китай, Корею, Японию).



## Выводы анализа ветроэнергетического потенциала России

- Оцененный в работе с учетом энергетических показателей современных ВЭУ технический ВЭП России уникален и  $\approx$  в 13 раз превышает годовую выработку всех электростанций страны ( $\approx 1000$  млрд. кВт $\cdot$ ч /год).
- Ветровые ресурсы имеют весьма благоприятное для их промышленного освоения распределение по территории России
- Допустимая по технико-энергетическим нормативам суммарная выработка электроэнергии установленных в РФ ВЭС может составлять  $\approx 60 - 90$  млрд.кВт $\cdot$ ч /год ( ).
- Для размещения ВЭС, обеспечивающих указанную выработку, требуются суммарные площади  $\approx 0,7$  % территории России (при установке ВЭУ в районах со среднегодовыми значениями  $K_{иум} \geq 30$  % )
- Богатейшие в мире сухопутные запасы ВЭР при наличии больших территориальных возможностей для выбора оптимальных для ВЭУ мест их размещения позволяют рассматривать ветроэнергетику как одну из наиболее экономичных, эффективных и перспективных отраслей энергетики РФ.



## Выводы сравнительного анализа ВЭС и ГазЭС

- Качественно аналогичные результаты расчетов и логические следствия имеют место и при реализации сценария развития отечественной ветроэнергетической отрасли до 7 ГВт к 2020 г. и до 15 ГВт к 2024 г.
- Однако, с количественной точки зрения реализация сценариев 7,5 ГВт и 15 ГВт обеспечивает долю выработки ВЭС в суммарном энергобалансе страны не более 1,3 – 2,7%, что с учетом возможных экономических результатов для всех потенциальных участников проекта (Государства, ГазПром, крупных энергокомпаний, частных инвесторов) представляется недостаточно привлекательным, масштабным и целесообразным.
- Принципиально значимыми для электроэнергетики России представляются сценарии развития отечественно ВЭ, в соответствии с которыми к 2020 и 2030 г. суммарная установленная мощность ВЭС должна составлять соответственно не менее 7,5 ГВт в 2020 г. и 30 МВт в 2030 г. Данные рубежи позволили бы довести долю выработки электроэнергии на ВЭС примерно до 1,5% к 2020 и 5% к 2030 гг. от предполагаемой суммарной выработки электроэнергии страны.
- Такие итоговые энергетические показатели являются, по мнению авторов, достаточно веским основанием для создания в стране новой энергетической отрасли на базе ВЭС и соответствующей ей индустрии, а с учетом возможной высокой энергетической и экономической эффективности ВЭС, имеющихся ветровых ресурсов, а также принципиальной осуществимости, практическая реализация такого сценария представляется в высшей степени целесообразной и неотложной для страны



Автор убежден, что **принятие и реализация программы создания крупномасштабной отечественной ветроэнергетической отрасли** не только **возможны**, но и **эффективны** и **для власти**, и **для бизнеса**, в том числе специализирующемся на экспорте углеводородов, и **для всего сегодняшнего населения страны и последующих поколений россиян.**

### **НИЦ “АТМОГРАФ”**

обладает информацией, методиками и технологиями для разработки, обоснования и реализации государственных и региональных программ широкомасштабного внедрения ВЭС, а также подготовки технико-экономических обоснований ветроэнергетических проектов и

**готов активно участвовать в создании отечественной ветроэнергетической отрасли.**

**Спасибо за внимание.**

**Будем рады сотрудничеству.**

**Тел./факс: 8-499-744-41-63,**

**E-mail: [atmograph@gmail.com](mailto:atmograph@gmail.com)**