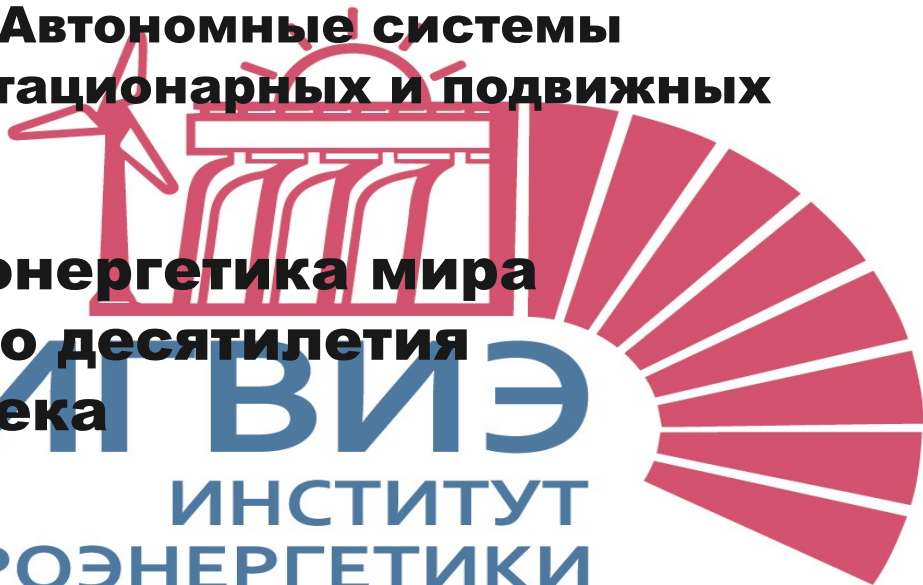


**XX Международная конференция
«Возобновляемая и малая энергетика 2023.
Энергосбережение. Автономные системы
электрообеспечения стационарных и подвижных
объектов»**

**Возобновляемая энергетика мира
в начале третьего десятилетия
XXI века**

Безруких Павел Павлович, д.т.н.,
председатель Комитета ВИЭ РосНИИО, академик
РИА, профессор кафедры ГВИЭ, заслуженный
энергетик РФ.

Москва, НИУ «МЭИ», 9 – 10 октября 2023 г.



Вопросы для обсуждения



1. **Производство электроэнергии** – объективный **показатель** состояния экономики страны.

2. Производство электроэнергии **на базе ВИЭ** устойчиво развивается **в условиях кризисных явлений в экономике.**

3. Нормированная стоимость производства электроэнергии (**LCOE**) на базе **большинства видов ВИЭ** меньше, чем на самых эффективных **тепловых электростанциях на ископаемом (органическом) топливе.**

Таблица 1. Производство электроэнергии в Море, Европе и некоторых странах в период 2020-2023 годов



Год	Мир		Европа		Китай		США		Германия		Индия		Великобритания	
	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%
2020	26981	99,56	3880,6	97,13	7779,1	103,67	4287,6	97,17	574	94,2	1581,9	97,58	312,3	96,42
2021	28520	105,7	4043,6	104,2	8534,3	109,7	4400,9	102,64	589,3	102,66	1714,8	108,4	308,7	98,85
2022	29165	102,26	3900,9	96,47	8848,7	103,68	4547,7	103,33	577,3	97,96	1858	108,32	326	105,6
2023 (ожидаемые)	29748	102	3842,4	98,5	9202,6	104	4338,6	102	580,2	100,5	1932,3	104	332,5	102

Год	Япония		Бразилия		Испания		Италия		Канада		Австралия		Турция		Россия	
	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%
2020	997	97,19	628,8	99,27	263,4	98,47	280,5	95,44	653,4	99,6	265,2	100	306,7	101,09	1085,4	97,07
2021	1019,7	102,28	656,1	104,34	274,3	104,14	289,1	103,06	646,8	98,98	267,5	100,09	334,7	109,13	1157,1	106,6
2022	1033,6	101,6	677,2	103,25	293,7	107,20	287,3	99,38	659,6	101,98	273,6	102,28	326,2	97,46	1166,9	100,8
2023 (ожидаемые)	1043,9	101	690,7	102	302,5	103	288,7	100,5	666	101	276,3	101	336	103	1178,5	101

Источник: BP Statistical Review of World Energy 2020-2023

Примечание: % отношение к предыдущему году в процентах.

Производство электроэнергии в Море, Европе и некоторых странах в период 2020-2023 годов



1. В «ковидном» 2020 году производство электроэнергии снизилось в Море, Европе, большинстве стран мира. Исключение составили Китай, Турция и Австралия.

2. В 2021 году в большинстве стран последствия Пандемии были преодолены. Исключения составили Великобритания и Канада.

Производство электроэнергии в Море, Европе и некоторых странах в период 2020-2023 годов



В следующем 2022 году производство электроэнергии повысилось в Море и большинстве стран мира. Как видим, антироссийские санкции из-за событий на Украине отрицательно сказались на Европе в целом, производство электроэнергии в которой составило 96,5% от уровня 2021 года, а также Германии (98%) и Италии (99%). Снижение производства электроэнергии в Турции (97,5%), скорее всего, объясняется случившимся землетрясением. Производство электроэнергии в России, не смотря на санкции, удержалось на уровне 2021 года, что следует считать большим достижением экономики России.

Таблица 2. Доля ВИЭ (без ГЭС) в производстве электроэнергии в Море, Европе и некоторых странах мира в период 2020-2023 годов



Год	Мир		Европа		Китай		США		Германия		Индия		Великобритания	
	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%
2020	3378,8	12,5	998,4	25,7	914,7	11,7	565,1	13,2	257,9	44,9	151,8	9,6	135,5	43,4
2021	3918,8	13,7	1022,7	25,3	1199	14	634,7	14,4	240,9	40,9	174,3	10,2	125,8	40,7
2022	4474,8	15,04	1122	28,8	1427,4	16,1	731	16,1	260,3	45,1	207,2	11,1	140	42,9
2023 (ожидаемые)	4970		1200		1600		800		280		240		155	

Год	Япония		Бразилия		Испания		Италия		Канада		Австралия		Турция		Россия	
	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%
2020	190,4	19,1	121,3	19,3	85,1	32,3	73,4	26,2	51,9	7,9	50,2	18,9	50,1	16,3	8,4	0,8
2021	217	21,3	147,2	22,4	100,6	36,7	71,7	24,8	54,6	8,4	61,7	23,1	64	19,1	10,9	0,9
2022	237,5	23	166,8	24,6	108,2	36,8	75,6	26,3	56,8	8,6	74,2	27,1	71,4	21,9	12,7	1,1
2023 (ожидаемые)	250		185		110		80		60		85		75		15	

Источник: BP Statistic Review World Energy 2020 – 2023.

Примечания: 1. % Доля ВИЭ в общем производстве электроэнергии.

2. Производство на базе ВИЭ, включает также «прочие источники» (Биогаз, ГеоЭС, БиоЭС, Волновые и т.д.)

Доля ВИЭ (без ГЭС) в производстве электроэнергии в Мире, Европе и некоторых странах мира в период 2020-2023 годов.



В таблице 2 показаны данные о производстве электроэнергии на базе ВИЭ и доля производства на базе ВИЭ в общем производстве электроэнергии.

Как видим, по объёму производства электроэнергии на базе ВИЭ показатели за 2022 год превосходят показатели 2020-го года в мире, Европе и в других странах. Даже снижение этого показателя в 2021 году в трёх странах Европы (Германия, Великобритания и Италия), не повлияло на увеличение производства электроэнергии на базе возобновляемых источников энергии в Европе.

Доля ВИЭ (без ГЭС) в производстве электроэнергии в Мире, Европе и некоторых странах мира в период 2020-2023 годов.



Следует отметить, что доля ВИЭ в производстве электроэнергии в Мире достигла 15%,

в Европе - 28,8%, в США - 16,1%, в Китае - 16,1%, в Великобритании - 42,9%, в Германии - 45,1%, во многих странах доля ВИЭ превысила 20%. Эти показатели свидетельствуют о чрезвычайной устойчивости возобновляемой энергетики к нестабильности мировой экономики и разного рода политических и социальных процессов. Эта устойчивость определяется, на наш взгляд, по крайней мере двумя факторами: высокой степенью автоматизации производства электроэнергии на ВЭС и ФЭС и независимостью производства от колебаний цен на ископаемое топливо. К сожалению, приходится отмечать, что Россия, занимающая четвертое место в мире по объёму производства электроэнергии в мире, по объёму производства электроэнергии на базе ВИЭ

Таблица 3. Производство электрической энергии по видам топлива и энергии в Мире, Европе и шести странах мира в 2022 году.



Ресурс	Мир		Китай		США		Европа		Индия		Россия		Япония		Бразилия	
	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%
Всего	29165,10	100	8848,7		4547,70		3900,90		1858,00		1166,7		1033,60		677,20	
Нефть	789,60	2,5	11,90	0,13	25,10	0,55	52,60	1,35	2,50	0,13	6,70	0,57	40,60	3,93	10,10	1,49
Природный газ	6631,40	22,75	290,60	3,28	1816,60	39,95	768,00	19,69	47,00	2,53	533,90	45,76	319,70	30,93	42,10	6,22
Уголь	10317,20	35,37	5397,80	61,00	904,20	19,88	650,00	16,66	1380,10	74,28	192,30	16,48	309,00	29,89	16,50	2,44
АЭС	2679,00	9,18	417,80	4,72	812,10	17,86	741,50	19,01	46,20	2,48	223,70	19,17	51,80	5,01	14,60	2,15
ГЭС	4334,20	14,86	1303,10	14,73	258,60	5,69	566,90	14,53	174,90	9,41	197,70	16,94	74,90	7,25	427,10	63,07
ВИЭ + прочие	4204,30 + 270,50	15,34	1367,0 + 60,40	16,13	719,50 + 11,50	16,07	1040,10 + 81,90	28,76	205,90 + 1,30	11,15	7,40 + 5,30	1,09	152,10 + 85,40	22,98	164,50 + 2,30	24,63
Доля в мире	100,0%		30,3%		15,6%		13,4%		6,4%		4,0%		3,5%		2,3%	

Источник: BP Statistical Review of World Energy 2023.

Доля 6 стран и Европы в Мире: 75,5%.

Доля ВИЭ + ГЭС выходит в лидеры



Итак, в Мире доля ВИЭ в общем производстве электроэнергии (15,3%) больше доли нефти, АЭС и ГЭС, а вместе с ГЭС (30,2%) уступает пока только доле угля (35,4%).

В Европе доля ВИЭ (28,8%) больше доли всех остальных видах топлива и энергии, а вместе с ГЭС (43,3 %) обеспечивает почти половину электробаланса.

В Китае доля ВИЭ (16,1 %) уступает только доле угля (61,0 %), а вместе с ГЭС (30,8 %) обеспечивает почти треть электробаланса.

В США доля ВИЭ (16,1 %) больше доли нефти и ГЭС, а вместе с ГЭС (21,7 %) превышает долю АЭС (17,9 %), долю угля (19,9 %) и уступает только доле природного газа (39,9 %).

Доля ВИЭ + ГЭС выходит в лидеры



В Индии доля ВИЭ (11,1 %) превышает доли нефти, газа, АЭС и ГЭС, а вместе с ГЭС (20,5 %) и углём (74,3 %) является основой электробаланса.

В России доля ВИЭ (1,1 %) превосходит только долю нефти (0,6 %) и немного добавляет к доле ГЭС (18,0 %), это меньше доли АЭС, газа, но превышает долю угля.

В Японии доля ВИЭ (23,0 %) уступает доле угля (29,9 %) и доле газа (31,0%), но существенно превосходит долю нефти и долю АЭС. Совместно доля ВИЭ и ГЭС (30,2 %) становится равной с долями угля и газа, образуя самый сбалансированный состав энергоносителей для производства электроэнергии.

В Бразилии доля ВИЭ (24,6 %) уступает лишь доле ГЭС (63,0 %), а совместно с ГЭС (87,6 %) образует электробаланс наиболее близкий к 100% ВИЭ.

Приведённые выше данные свидетельствует о том, что возобновляемая энергетика стала одним из основных показателей в электробалансе как ведущих электроэнергетических стран, так и мировой электроэнергетики.

Дальнейшее увеличение доли ВИЭ в общем производстве электроэнергии не вызывает сомнений.

Таблица 4. Динамика удельной стоимости оборудования и удельной стоимости производства электроэнергии на базе возобновляемых источников энергии.



	Удельная стоимость установленной мощности			Коэффициент использования установленной мощности			Нормированная стоимость производства электроэнергии		
	(2022 USD/кВт*ч)			%			(2022 USD/кВт*ч)		
	2010	2022	% изменения	2010	2022	% изменения	2010	2022	% изменения
Биоэнергетика	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0,082	0,061	-25%
Геотермальные электростанции	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0,053	0,056	6%
ГЭС	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0,042	0,061	47%
ФЭС	5 124	876	-83%	14	17	23%	0,445	0,049	-89%
СЭС термодинамические	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0,380	0,118	-69%
Береговые ВЭС	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0,107	0,033	-69%
Офшорные ВЭС	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0,197	0,081	-59%

Источник: IRENA Renewable Power Generation Costs in 2022 Summary (опубликовано в 2023 г.)

Береговые ВЭС и ФЭС – лидеры эффективности среди ЭС

Но интегральным показателем эффективности является средневзвешенная нормированная стоимость производства электроэнергии (LCOE). Этот показатель увеличился на ГеоЭС (на 6%) и на ГЭС (на 47%). Но значение этого показателя, соответственно, USD 0,056/кВт*ч и USD 0,061/кВт*ч , означает, что указанные выше электростанции вполне конкурентоспособны. На остальных электростанциях на базе ВИЭ стоимость производства электроэнергии снизилась более, чем на 50% и составила:

- на береговых ВЭС - USD 0,033/кВт*ч;**
- на ФЭС - USD 0,049/кВт*ч; на БиоЭС – USD 0,061/кВт*ч.**

Выводы



1. Производство электроэнергии на базе ВИЭ в Мире, Европе и большинстве стран мира развивается беспрецедентно высокими темпами. В результате, по состоянию на конец 2022 года доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире составила 15 %, т.е. больше чем доля АЭС (9,2 %) и ГЭС (14,9 %), а совместно с ГЭС возобновляемые источники составили почти треть электробаланса.

Доля ВИЭ в Европе составила 28,8%, что больше, чем ГЭС (14,3%), АЭС (19,0%), угольных электростанций (16,7%) и электростанций на природном газе(19,7%). Так что в Европе доля ВИЭ совместно с ГЭС (43,1%) занимает доминирующее положение.

Выводы



2.В России состоялся заметный сдвиг в развитии возобновляемой энергетики. Так в 2022 году производство электроэнергии на базе ВИЭ составило 12,7 ТВт*ч. Это 27 место по объёму производства электроэнергии на базе ВИЭ среди стран мира. Но доля ВИЭ в общем производстве электроэнергии в 2022 году составил 1,1% - это место в конце четвёртого десятка среди неразвитых стран мира.

Вызывает сожаление решение перенести исполнение государственной цели (4,5%) с 2025 года на 2030 год.

Выводы



3.В 2022 году средневзвешенная нормированная стоимость производства электроэнергии (LCOE) на береговых ВЭС, ФЭС, ГЭС, ГеоЭС и БиоЭС меньше, чем на самых экономичных электростанциях на ископаемом топливе. Это означает, кроме всего прочего конец мифа о дороговизне электростанций на базе ВИЭ, активно распространяемого в России представителями научных и около научных кругов.

Источник: IRENA 2023 Renewable Power Generation Cost in 2022.

Спасибо за

внимание!

ИГВИЭ

ИНСТИТУТ
ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ
И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

