

Анализ развития ветроэнергетики в Украине

В.С. Подгуренко, канд. техн. наук
Южный НПЦ НИЭ «Бояр»

Продолжающееся глобальное потепление климата Земли и ухудшение экологической обстановки в промышленно развитых регионах мира настоятельно требуют внедрения экологически чистых технологий обеспечения энергией, среди которых важнейшее место принадлежит ветроэнергетике.

К началу 2000 г. суммарная установленная мощность ветровых электрических установок (ВЭУ) составила: в мире 13250 МВт, в странах европейского содружества — 8959 МВт (табл. 1 [1—3]). Среднегодовой темп роста мощностей превысил 40 %.

Стартовала ветроэнергетика и в Украине, чему способствовало принятие ряда специальных политических решений. Как и в передовых странах зарубежья, наше государство оказывает поддержку ветроэнергетике, предусмотрев целевое финансирование ее развития. Лучшие предприятия Украины задействованы в производстве ветроэнергетического оборудования. Для строительства ветроэлектростанций (ВЭС) выбираются площадки с наибольшим ветроэнергетическим потенциалом. Однако проделанная работа вызывает у специалистов чувство неудовлетворенности.

Соответствует ли избранный Украиной курс тенденциям развития ветроэнергетики в передовых странах и мировому опыту? К каким результатам приведет избранный ею путь? Какие стратегически выверенные решения необходимо заложить в основу развития отечественной ветроэнергетики?

Поиски ответов на эти вопросы — цель данной статьи.

Фактическое состояние ветроэнергетики в Украине

Управлением ветроэнергетики при Госкомитете промполитики Украины выпущен отчет Межотраслевого координационного совета (МКС) о состоянии выполнения Комплексной программы строительства ветровых электростанций [4]. На основе его данных на рис.1 представлена динамика роста установленной мощности ветроэнергетики Украины.

Первые ВЭУ были установлены в 1993 г., а к началу 2000 г. суммарная установленная мощность ВЭУ составила 12,75 МВт, общее количество выработанной ими электроэнергии с начала эксплуатации достигло 18,3 млн кВт·ч. Из рис.1 видно, что ежегодный при-

Таблица 1

Годы	Установленная мощность ВЭУ, МВт						Доля мощностей стран Европы, %
	в мире			в странах Европы			
	Введено за год	Суммарная на конец года	Темп роста, %	Введено за год	Суммарная на конец года	Темп роста, %	
1980		10			0		
1985		1020			80		
1990		1983			475		
1991	240	2223		193	668		80
1992	338	2561	+ 41	218	886	+ 13	64
1993	480	3041	+ 42	370	1256	+ 70	77
1994	730	3771	+ 52	475	1731	+ 28	65
1995	1290	5061	+ 77	836	2567	+ 76	65
1996	1292	6353	+ 0,2	967	3534	+ 16	75
1997	1326	7679	+ 2,6	1161	4695	+ 20	74
1998	1921	9600	+ 45	1733	6430	+ 49	90
1999	3650	13250	+ 90	2520	8959	+ 45	69
Среднегодовой темп роста			+ 44	Среднегодовой темп роста		+ 40	73



Рис. 1. Динамика развития ветроэнергетики Украины

рост суммарной мощности нестабилен, а в 1998—1999 гг. по сравнению с предшествующими годами было введено значительно меньше мощностей.

Для выяснения причины замедления роста используем широко применяемый в теории надежности принцип сохранения постоянными всех факторов, кроме одного — меняющегося [5], с тем, чтобы изучить его влияние. Как известно, ВЭС Украины укомплектованы двумя типами ВЭУ: отечественными АВЭ-250С, разработанными и изготовленными ГКБ «Южное», единичной мощностью 200 кВт;

лицензионными иБУ 56-100 производства СП «Уинд-энерго ЛТД», единичной мощностью 107,5 кВт.

Меняющимся фактором выберем тип ВЭУ и по каждому из них проанализируем показатели.

Результаты работы ВЭС с лицензионными ВЭУ представлены в табл. 2.

К концу 1999 г. мощность парка лицензионных ВЭУ составила свыше 95 % от суммарной установленной мощности. С начала эксплуатации этими станциями выработано 15,2 млн кВт·ч электроэнергии, или 83 % от общего количества энергии, произведенной всеми ВЭС.

Анализ показателей позволяет сделать следующие выводы:

темпы роста суммарной установленной мощности ВЭС после 1995 г.

Таблица 2

Показатель	Годы						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1	2	3	4	5	6	7	8
Установленная мощность, МВт							
Всего	0,32	0,75	1,935	4,3	7,1	10,54	12,15
Донузлавская ВЭС	0,32	0,75	1,935	4,3	5,7	5,7	5,7
Сакская ВЭС:							
Воробьевский участок	-	-	-	-	0,65	0,65	0,65
Мирновский участок	-	-	-	-	-	183	1,83
Новоазовская ВЭС	-	—	—	—	—	1,29	1,29'
Асканийская ВЭС	—	-	-	-	-	0,32	0,32
Трускавецкая ВЭС	—	-	-	-	0,75	0,75	0,75
Прирост установленной мощности, %	-	+133	+157	+122	+65	+48	+15
Темпы роста установленной мощности, %		+33	+175	+100	+18	+23	-53
Производство электроэнергии, МВт · ч							
Всего	139,01	546,77	1368,3	2502,3	2544,6	4229,79	3911,66
Донузлавская ВЭС	139,01	546,77	1368,3	2502,3	2544,6	2692,86	2259,75
Сакская ВЭС:							
Воробьевский участок	-	-	-	-	0	290,84	0
Мирновский участок	-	-	-	-	-	728,63	910,90
Новоазовская ВЭС	—	—	—	—	—	5,52	577,59' 0

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Асканийская ВЭС	-	-	-	-	-	159,66	67,68
Трускавецкая ВЭС	-	-	-	-	0	352,28	95,74
Прирост производства электроэнергии, %	—	+ 293	+ 150	+ 83	+ 1,7	+ 66	-9
КИУМ, %							
Осредненный	7,2	8,2	8,1	6,6	5,1	5,5	4,2
Донузлавская ВЭС Сакская ВЭС:	7,2	8,2	8,1	6,6	5,1	5,4	4,5
Воробьевский участок	-	-	-	-	0	5,1	0
Мирновский участок	-	-	-	-	-	6,8	5,7
Новоазовская ВЭС	—	—	—	—	—	0,6	5,Г 0
Асканийская ВЭС	-	-	-	—	—	6,7	2,4
Трускавецкая ВЭС	-	-	-	-	0	5,3	1,45

' В числителе приведены данные по первой очереди, в знаменателе — по второй.

ВЭУ иллюстрирует табл. 3, составленная с использованием данных разработчиков (поставщиков) оборудования и эксплуатирующих организаций.

Следует отметить, что на Евпаторийской ВЭС смонтирована вертикально-осевая ВЭУ ЕСО-420 единичной мощностью 420 кВт разработки и производства фирмы «Энергетические системы и оборудование». Разработка такой ВЭУ — новое направление

Таблица 3

имеют тенденцию к снижению, а в 1999 г. достигли отрицательных значений;

прирост суммарной установленной мощности с 1996 г. имеет устойчивую тенденцию к снижению, а в 1999 г. составил всего 15 %;

прирост суммарного производства электроэнергии этими ВЭС ниже прироста установленной мощности, а в 1999 г. имеет отрицательное значение, что свидетельствует о значительном снижении эффективности вводимых мощностей;

средний коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) этих ВЭС с 1996 г. имеет устойчивую тенденцию к снижению, а в 1999 г. достиг значений, практически вдвое ниже чем в 1994 г.

Результаты работы ВЭС с отечественными

Показатель	Годы							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 (первое полугодие)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установленная мощность, МВт								7
Всего	0,4	1,6	1,8	2,4	2,82	1,22	0,6	0,6
Акташская ВЭС	0,4	0,8	0,8	1,0	1,0	0	0	0
Черноморская ВЭС		0,2	0,4	0,8	0,8	0,2	0	0
Аджигольская ВЭС	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Евпаторийская ВЭС	-	-	-	-	0,42	0,42	0	0
Прирост установленной мощности, %	—	+ 300	+12,5	+ 33	+ 17	-57	-51	0
Темпы роста установленной мощности, %	-	+ 200	-83	+ 200	-30	-481	- 139	-
Производство электроэнергии, МВт • ч								
Всего	—	270,7	592,6	649,5	809,9	331,8	413,9	326,3
Акташская ВЭС	Не учтены в ал.	128,8	293,3	301,9	336,0	0	0	0
Черноморская ВЭС	-	114,3	144,7	233,6	373,6	113,3	0	0
Аджигольская ВЭС	-	27,6	154,6	114,0	100,4	218,5	413,9	326,3
Евпаторийская ВЭС	—	—	~	—	Не учитывалась 0			0

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прирост производства электроэнергии, %	—	—	+ 119	+9,6	+ 24,7	-59	+24,8	+57,7
КИУМ, %								
Осредненный	—	3,7	4,1	3,3	3,9	4,7	7,9	12,5
Акташская ВЭС	—	2,5	4,2	3,7	3,8	-	-	-
Черноморская ВЭС	-	12,9	6,2	3,8	5,3	6,5	-	-
Аджигольская ВЭС	-	2,2	2,9	2,2	1,9	4,2	7,9	12,5

даже для стран, имеющих высокоразвитую ветроэнергетику, и выпуска ЕСО-420, Украина намного бы их опередила. Для обеспечения высокого качества и надежности установки фирма выполнила значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области аэродинамики, аэроупругости, резонансных явлений и устойчивости генерирования энергии. Масштабная модель установки (ЕСО-0020) прошла всесторонние испытания в московском ЦАГИ им. Жуковского, в том числе на циклическую прочность с подтверждением срока службы 20 лет, и в итоге была сертифицирована этим институтом.

Установленная к концу 1999 г. мощность отечественных ВЭУ составила менее 5 % от суммарной установленной мощности. Станциями, укомплектованными отечественными ВЭУ, за период с начала эксплуатации выработано 3,1 млн кВт*ч электроэнергии, или 17 % от общего количества энергии, произведенной всеми ВЭС.

Анализ показателей табл. 3 приводит к следующим выводам:

1. Темпы роста суммарной установленной мощности резко снижаются с 1997 г.

2. Прирост суммарной установленной мощности прекратился в 1997 г., а с 1998 г. началось его снижение. Выведены из работы Акташская, Черноморская и только начавшая работать Евпаторийская ВЭС. Лишь благодаря усилиям руководства в числе действующих в 1999 г. осталась Аджигольская ВЭС. За самостоятельность и принципиальность ее персонал наказан: с мая 1999 г. прекращено финансирование эксплуатации из средств, выделенных на осуществление Комплексной программы. Именно выводом из эксплуатации вышеперечисленных ВЭС объясняется резкий спад вводимых мощностей, зафиксированный на рис. 1.

3. Прирост суммарного производства электроэнергии до 1997 г. соответствует приросту установленной мощности, а в 1999 г. и в первом полугодии 2000 г. значительно вырос за счет повышения эффективнос

ти работы Аджигольской ВЭС.

4. Эффективность работы ВЭС на отечественных ВЭУ значительно выше эффективности ВЭС на лицензионных ВЭУ.

5. Если в 1994 — 1997 гг. (период опытной отработки ВЭУ) осредненное значение КИУМ

колебалось в пределах от 3,3 до 4,1 %, то с 1998 г. начался его рост (4,7 %) с достижением максимума (12,5%) в первом полугодии 2000 г. Рост объясняется улучшением эксплуатационных характеристик и качества агрегатов АВЭ-250С, доработанных в августе 1998 г.

Почему же выведены из эксплуатации три станции?

В Комплексной программе строительства ВЭС сформулирована ее стратегическая цель: выход Украины на уровень передовых государств в развитии ветроэнергетики. Главная задача этой программы сформулирована так: создание условий производства отечественных ВЭУ и оборудования для ВЭС с использованием мощностей конверсионных предприятий. Показатели, приведенные в табл. 3, убедительно свидетельствуют, насколько фактическое положение отличается от продекларированного: станции выведены из эксплуатации из-за отсутствия финансирования из того целевого фонда, который продолжает финансировать ВЭС, укомплектованные лицензионными ВЭУ.

Какое же место занимает Украина среди стран Европы после семи лет становления ветроэнергетики? В специальной литературе [1—3 и др.] рейтинг стран строго отслеживается, но, к сожалению, Украине похвалиться нечем.

Установленные мощности ВЭУ стран Европы характеризует табл. 4 [2].

В первой десятке находятся страны, в которых суммарная установленная мощность ВЭУ составляет более 50 МВт. Украина занимает 15 место, отставая по этому показателю от Германии в 750 раз, Дании — в 130, Испании — в 90, Голландии — в 32, Англии — в 27 раз.

Общие тенденции развития ветроэнергетики в Европе к концу 20-го века отражены на рис. 2. Прямоугольником и квадратом с надписью «Украина 2000» на рис. 2 обозначено место Украины: по годовой выработке — уровень 1982 г.; по диаметру ветроколеса — 1984 г.; по единичной мощности ВЭУ — 1986 г.; стоимости электроэнергии — 1987 г.

Таблица 4

Страна	Установленная мощность ВЭУ, МВт					
	Установлено в 1998 г.	Суммарная на конец года	Прирост, %	Установлено в 1999 г.	Суммарная на конец года	Прирост, %
Германия	793	2875	38	1569	4444	55
Дания	300	1441	26	259	1700	18
Испания	383	834	85	346	1180	41
Голландия	22	340	7	69	409	20
Англия	13	325	4	18	343	5,5
Италия	80	180	80	101	281	56
Швеция	46	176	26	19	195	11
Греция	10	39	34	82	121	210
Ирландия	13	63	26	5	68	8
Португалия	32,5	51	176	6	57	12
Австрия	10	30	50	12	42	40
Финляндия	5,5	17	48	21	38	123
Франция	9	19	90	0	19	0
Норвегия	5	9	125	4	13	44
Украина	1,8	11,8	18	1	12,75	8
Чехия	Нет данных	• 7	-	5	12	71
Люксембург	6	9	200	1	10	11
Бельгия	1,5	6	33	3	9	50
Турция	Нет данных				9	-
Польша	2	5	67	0	5	0
Швейцария	0,7	3	30	0	3	0
Румыния	1	1	0	0	1	0
Итого:	1735	6442	37	2521	8972	39

Парадоксальным выглядит показатель стоимости электроэнергии: то ли мы обогнали всю Европу, то ли у нас не все учитывается при установлении тарифов. Автор считает, что вопрос стоимости производимой украинскими ВЭС электроэнергии заслуживает отдельного анализа. Но это уже тема другой работы.

Картину фактического состояния ветроэнергетики Украины дополняют данные табл. 5.

Заметим только, что для доведения в годовом балансе 2010 г. доли электроэнергии, выработанной ВЭС, до 8 % (такая цифра приведена в документальном источнике [4]), потребуется увеличить выработку ВЭС Украины в 3200 раз по сравнению с 1999 г. О реальности таких прогнозов читатель пусть судит сам.

Анализ причин неудовлетворительного состояния украинской ветроэнергетики

Таблица 5

Годы	Произведено электроэнергии в Украине		
	Суммарно, млрд кВт-ч	ВЭС, млн кВт-ч	Доля электроэнергии, выработанной ВЭС, в суммарной, %
1997	178	3,36	0,0019
1998	173	4,56	0,0026
1999	172,8	4,33	0,0025

Комплексным показателем правильности выбранной стратегии строительства ВЭС является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), достигнутые значения которого за время эксплуатации украинских ВЭС проанализируем более подробно.

Значения КИУМ функционировавших в 1999 г. в Украине ВЭС приведены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что фактическое значение КИУМ Аджигольской ВЭС на 76 % больше, чем на Донузлавской, имеющей практически такой же ветропотенциал, и на 55 % больше, чем на Новоазовской ВЭС, ветропотенциал которой примерно на 20 % выше Аджигольского.

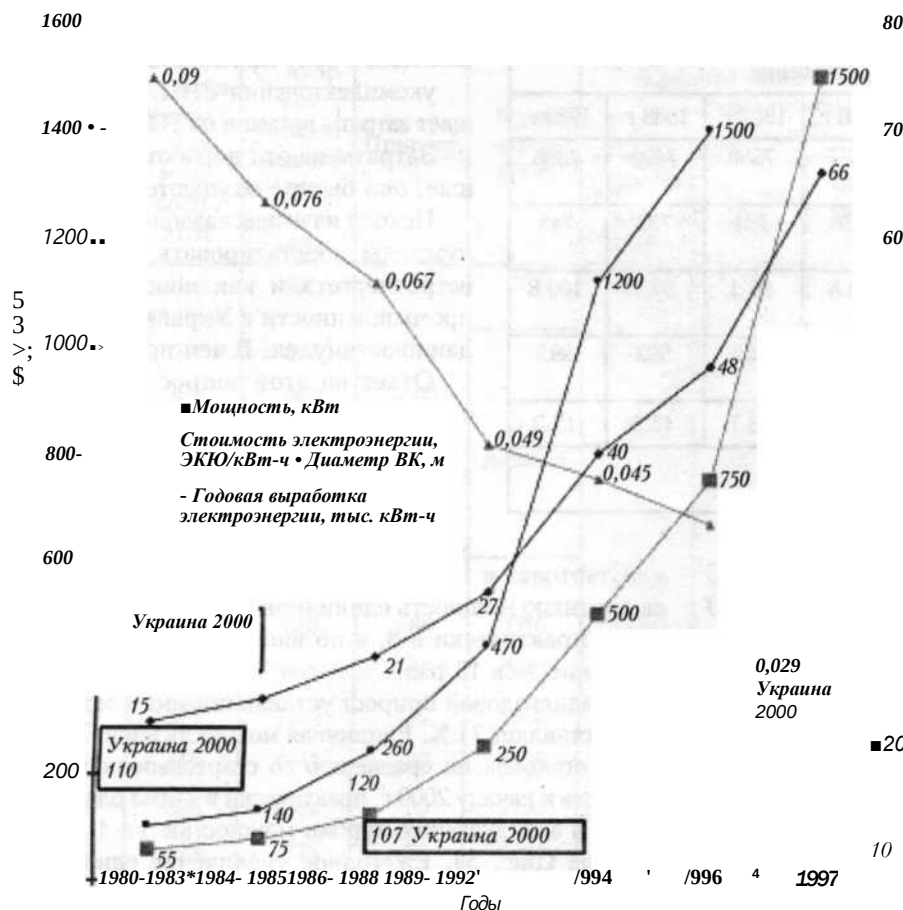


Рис. 2. Общие тенденции развития ветроэнергетики в Европе

Проанализируем причины, которые привели к таким результатам. В 1993 г. КИУМ Донузлавской ВЭС составил 7,2 % (табл. 2). Этот год характерен тем, что на станции работали только серийные ВЭУ американского производства (три турбины). Как видно из табл. 2, введение в эксплуатацию большого количества таких же турбин украинского производства привело к снижению КИУМ. Поэтому вызывает сомнение, что использование лицензионной ВЭУ ИБ\У 56-100 в условиях ветропотенциала Украины позволит получить значения КИУМ более 10 %.

В правильности данного вывода убеждает анализ многолетней работы ветрофермы Алтамонт Пэсс, Калифорния [6]. Ветроэнергетики на ней начали устанавливать в 1981 г. и к концу 1989 г. весь парк состоял из 7388 турбин, почти половину которых (3428 шт. или 46,4 %) составляли турбины ИБ\У 56-100. Из суммарной (745 МВт) установленной мощности парка 153 МВт составляли ВЭУ другого типа единичной мощности

от 120 до 750 кВт. В остаточной суммарной установленной мощности ветротурбины ИБ\У 56-100 составляли 62 %.

Из анализа показателей работы ветрофермы (табл. 6 [6]) видна общая тенденция роста значений КИУМ с ростом единичной мощности ВЭУ. В правильности сделанного заключения убеждает низкое значение КИУМ в 1984 г., когда в парке фермы преобладали установки малой мощности.

* Долину Алтамонт называют жемчужиной ветроэнергетики. Жаркая летняя погода создает воздушное течение, несущее холодный воздух с Тихого океана. В результате действует туннельный эффект и с мая по сентябрь средняя скорость ветра составляет 7—13 м/с. И если в таких ветровых условиях за шестилетний период осредненное значение КИУМ не превышает 12 %, то время как в целом по ВЭС долины Алтамонт он составлял в этот же период 22 % [7], то сделанный выше вывод о неэффективности турбины ИБШ 56-100 на ВЭС Украины вполне убедителен.

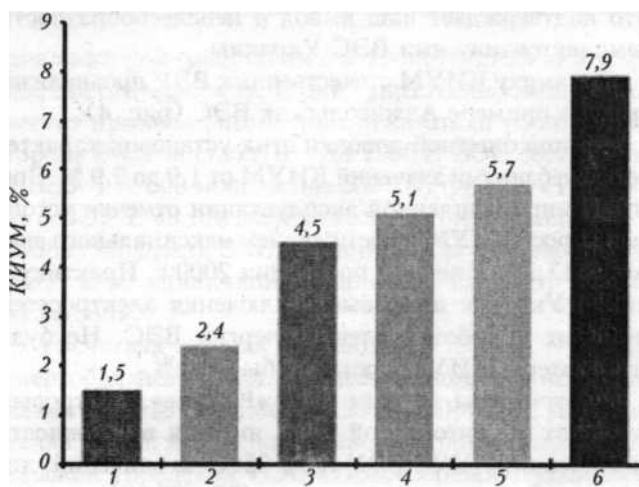


Рис. 3. Сравнительные результаты работы ВЭС Украины в 1999 г.:

1 — Трускавецкая (0,75 МВт); 2 — Асканийская (0,32 МВт); 3 — Донузлавская (5,7 МВт); 4 — Новоазовская (1,3 МВт); 5 — Сакская (1,7 МВт); 6 — Адзигольская (0,6 МВт)

Таблица 6

Показатель	Значение					
	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.
Количество установ- ленных ВЭУ, шт.	4247	5684	6857	7580	7490	7388
Суммарная установ- ленная мощность, МВт	363	533	636	731	732	745
Средняя мощность единичной ВЭУ, кВт	85,5	93,8	92,8	96,4	97,7	100,8
Произведено электро- энергии, млн кВт*ч	131	382	546	880	992	995
КИУМ, %	4,1	8,2	9,8	13,7	15,5	15,2
КИУМ, осредненный за весь период, %	11,98					

Компания USW построила и установила на ВЭС Калифорнии (главным образом в течение 1980-х гг.) 4059 турбин по 110 кВт [2]. 85 % этого количества (3428) —на ветроферме Алтамонт Пэсс. Именно они определили лицо этой станции и ее низкий КИУМ в уникальных ветровых условиях. Именно из-за низкой эффективности американские ВЭС в конце 80-х гг. отказались от турбин USW 56-100 и начали установку более мощных ВЭУ V27-225 датской фирмы «Vestas». С 1996 г. производство USW 56-100 было прекращено и начался широкомасштабный процесс «Repowering» («Энергетическое переоснащение») [8] с продаж демонтированных турбин третьим странам [9]. Это подтверждает наш вывод о нецелесообразности комплектования ими ВЭС Украины.

Динамику КИУМ отечественных ВЭУ проанализируем на примере Аджигольской ВЭС (рис. 4).

Период опытной доводки этих установок характерен колебаниями значений КИУМ от 1,9 до 2,9 %. При опытно-промышленной эксплуатации отмечен устойчивый рост КИУМ с достижением максимального значения 12,5 % в первом полугодии 2000 г. Практикуемые в Украине плановые отключения электросетей снижают выработку электроэнергии ВЭС. Не будь этих потерь, КИУМ составил бы 14,2 %.

По отчетным данным ГKB «Южное» в ветровых условиях Аджигольской ВЭС имеется возможность увеличения КИУМ ВЭУ АВЭ-250С до значений, достигнутых в передовых странах (20 — 30 %), за счет:

применения удлинителей, увеличивающих диаметр ветроколеса с 25 до 32 м (эффективность этого изменения подтверждена длительными испытаниями на станции);

уменьшения частоты вращения ветроколеса в зону максимального КПД; укомплектования ЗИП, что сокращает затраты времени на ТО и ремонты.

Затраты на эти доработки небольшие, они быстро окупаются.

Исходя из вышесказанного, мы вынуждены констатировать, что старт ветроэнергетики как новой отрасли промышленности в Украине неоправданно затянулся. В чем причина?

Ответ на этот вопрос попытаемся найти в анализе успехов Германии — мирового лидера в ветроэнергетике. Становление и развитие ветроэнергетики Германии показано в табл. 7 [1, 2].

Стартовав в 1986 г., Германия за 10 лет увеличила среднюю мощность единичной ВЭУ с учетом всего парка практически в 8, а по вновь изготавливаемым турбинам — в 15 раз.

Среднегодовой прирост устанавливаемых мощностей составляет 71 %. Единичная мощность вновь вводимых установок по сравнению со стартовым периодом возросла к началу 2000 г. практически в 21 раз благодаря вводу в эксплуатацию турбин мощностью 1 — 1,5 МВт и выше (рис. 5). Ежегодное увеличение единичной мощности устанавливаемых ВЭУ происходит во всем мире.

В Украине же, с ликвидацией ВЭС на базе отечественных ВЭУ, разработчики которых шли по пути увеличения единичной мощности, имеется устойчивая тенденция снижения единичной мощности ВЭУ.

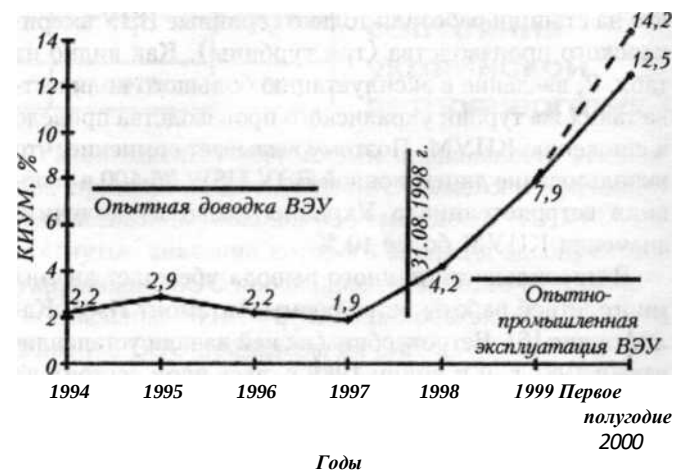


Рис. 4. Динамика изменения КИУМ Аджигольской ВЭС

Таблица 7

Годы	Установ- ленная в году мощ- ность, МВт	Суммар- ная установ- ленная мощ- ность, МВт	Прирост, %	Коли- чество ВЭУ, шт.	Средняя единичная мощность устанавливаемой ВЭУ, кВт				Годовая выра- ботка, ГВт·ч	Средне- годовой КИУМ, %	Соотно- шение текущего КИУМ к началь- ному
					С учетом всего парка	Соотно- шение	Вновь води- мых	Соотно- шение			
1986	Нет данных	4,8	—	106	45,3	1,0		1,0	1,3	3,1	1,0
1987	3,7	8,5	+ 77	Нет данных					Нет данных		
1988	8,4	16,9	+ 99								
1989	14,5	31,4	+ 86								
1990	25,6	57	+ 82								
1991	33	90	+ 58								
1992	77	167	+86	1211	137,9	3,0	170,4	3,8			
1993	143	310	+86	1797	172,5	3,8	244,0	5,4			
1994	295	605	+95	2617	231,2	5,1	359,8	7,9			
1995	527	1132	+87	3655	309,7	6,8	507,7	11,2	2032	15,0	4,8
1996	415	1547	+37	4326	357,6	7,9	675,1	14,9			
1997	535	2082	+35	5193	400,9	8,8	617,1	13,6	3000	16,5	5,3
1998	793	2875	+38	6205	463,3	10,2	783,6	17,3	4600	18,3	5,9
1999	1569	4444	+55	7879	564,0	12,5	937,3	20,7	8500	21,8	7,0
Среднегодовой прирост мощности			+71								

США (Калифорния) и Дания в начале 80-х гг. располагали большим количеством ВЭУ малой единичной мощности, поскольку они были пионерами ветроэнергетики. Учтя этот опыт, Германия за счет собственных разработок вышла на устойчивое ежегодное увеличение мощности вновь вводимых ВЭУ. В результате, при наличии практически одинакового с Данией количества установленных турбин, к концу 1995 г. суммарная установленная мощность ветропарка Германии возросла до 1132 МВт, в то время как в Дании — до 630 МВт.

Именно рост средней единичной мощности ВЭУ обеспечил увеличение и других показателей, в том числе и КИУМ, который к началу 2000 г. в Германии увеличился в 7 раз по сравнению со стартовым периодом.

Кому-то могут показаться малыми числовые значения КИУМ, приведенные в табл. 7. Хотелось бы подчеркнуть, что они характеризуют использование установленной мощности в целом по Германии, ветропотен-

циал которой сопоставим с ветропотенциалом Украины. На отдельных ВЭС они существенно выше. В качестве примера рассмотрим показатели работы ВЭС города Эмдена (табл. 8). До 1998 г. ВЭС состояла из 5 ВЭУ ТУ 500 мощностью 500 кВт фирмы «Таске» и из 5 ВЭУ Е-40 той же мощности фирмы «Енегсоп». С 1998 г. мощность ВЭС увеличилась за счет ввода двух ВЭУ Е-66 единичной мощностью 1,5 МВт фирмы «Енегсоп».

Расчетная годовая выработка в 1998 г. — 12 % в энергобалансе города. Годовая экономия от использования этой ВЭС составляет 150 тыс. ОМ [10]. Для сравнения в этой же таблице приведены показатели Донуз-лавской городской ВЭС (Новоозерный), укомплектованной ветротурбинами 118\У 56-100 единичной мощностью 107,5 кВт. Дотационные выплаты на ее эксплуатацию из средств, выделяемых на финансирование Комплексной программы, в 1998 г. в пересчете на те же денежные знаки составили 76 тыс. ОМ.

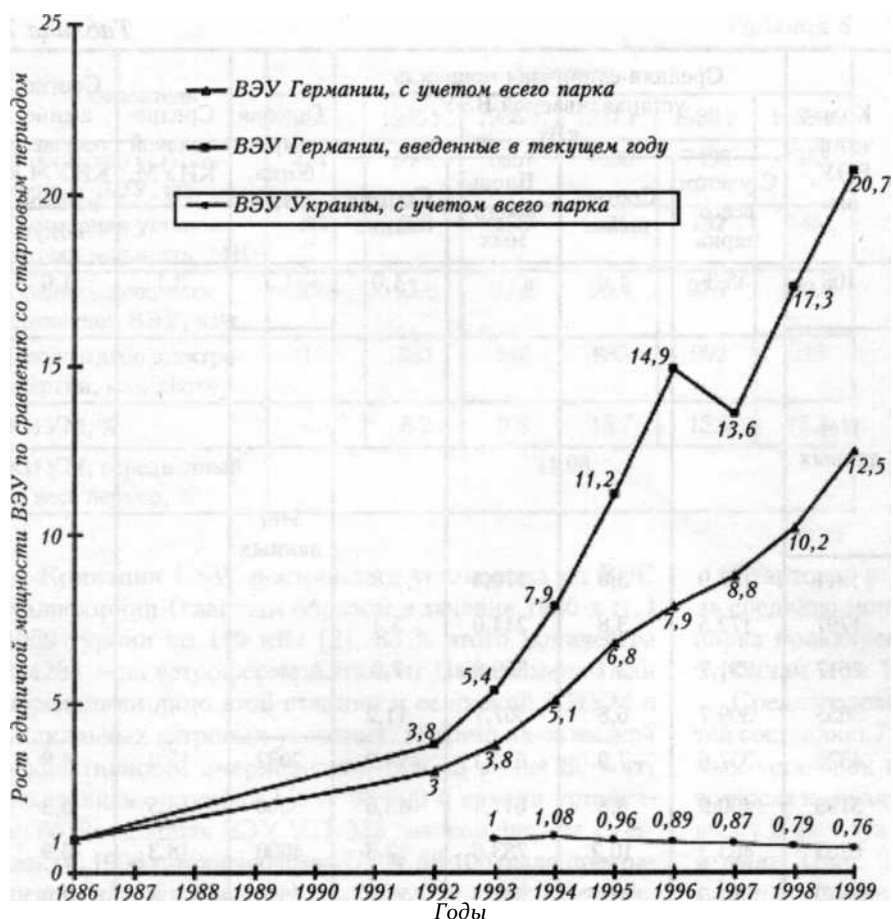


Рис. 5. Динамика изменения единичных мощностей ВЭУ Германии и Украины

Результаты сравнения, безусловно, производят впечатление.

Сегодня доля ветроэнергетики в национальном энергоснабжении Германии составляет 2 %, отрасль обеспечила населению 25 тыс. рабочих мест.

Внимательный анализ табл.7 позволяет сделать еще один важный вывод.

В 1993 г. на Акташской ВЭС начали работать установки АВЭ-250С номинальной мощностью 200 и 250 кВт с диаметром ветроколеса соответственно 25 и 31,4 м, т.е. единичная мощность превышала среднюю мощность устанавливаемых в этом же году ВЭУ Германии и соответствовала общим тенденциям развития ветроэнергетики в Европе (рис. 2).

В 1996 г. изготовлена, но так и не смонтирована до сих пор из-за отсутствия финансирования, ВЭУ-500 номинальной мощностью 500 кВт разработки ГКБ «Южное» (изготовитель — ПО «Заря», г. Ни

колаев). В 1997 г. на Евпаторийской ВЭС смонтирована вертикально-осевая ВЭУ ЭСО-420 номинальной мощностью 420 кВт. Единичные мощности этих новых разработок также превышали средние единичные мощности ВЭУ Германии этих же периодов.

Вышеизложенное убедительно свидетельствует о том, что специалисты Украины, обладающей высочайшим научно-техническим и конструкторско-производственным потенциалом, обеспечивающим мировой уровень развития самолетостроения, ракетостроения, корабельного и энергетического газотурбостроения и других отраслей, могут успешно справиться с созданием отечественных ВЭУ, не уступающих лучшим мировым аналогам.

Отечественные ВЭУ (кроме ЭСО-420) создавались за счет средств инновационного фонда Минэнерго при его техническом руководстве. К сожалению, сегодня влияние Минтопэнерго на формирование и реализацию стратегических направлений развития ветроэнергетики в Украине значительно снижено. Руководящую роль в этом деле перехватили другие ведомства, что и явилось основной причиной упадка отрасли.

Не ощущается также научно-техническое руководство со стороны отечественных академий наук.

Украина, в отличие от Германии, уже не в 1986, а в 1993 г. пошла по пути использования маломощной заимствованной техники позавчерашнего дня для строительства

Таблица 8

Годы	Установленная мощность, МВт	Произведено электроэнергии, МВт·ч	КИУМ, %	КИУМ, %	Установленная мощность, МВт
	ВЭС г. Эмдена (Германия)			Донузлавская ВЭС (Украина)	
1995	5,0	11300	25,8	8,1	1,9
1996	5,0	9992	22,8	6,6	4,3
1998	8,0	20000	28,5	5,1	5,7

единичном экземпляре. Серийное производство ВЭУ «Genesys 600» планировалось с конца 1998 г., а заявленные характеристики не подтверждены промышленной эксплуатацией.

Ориентация на совершенно неотработанный, «сырой» агрегат может привести к очередной ошибке. Данные наблюдений за 1500 серийными ВЭУ [12] свидетельствуют о том, что для доводки и устранения недостатков в их работе требуется 4—5 лет эксплуатации. Судя по рис. 6, доводить эту турбину планируется на средства, выделяемые на реализацию Комплексной программы.

На обширном германском рынке ветрогенераторов (рис. 7) фирма «Genesys GmbH» даже не представлена, т.е. она начинающая в ветроэнергетике. В то же время имеется большое количество более отработанных и более мощных ВЭУ общепризнанных моделей известных фирм-производителей. Почему не сделать ставку, например, на фирму «Епегсон» с годовым оборотом 425 млн DM, установившую по всему миру, в том числе и в США, за год оборудование более чем на 500 МВт. Эта фирма располагает даже агрегатами единичной мощности в 2300 и 5000 кВт.

Во всех отраслях мирового машиностроения на основе опыта производства и эксплуатации происходит отбор конструкций. Неудачные и неэкономичные конструкции исчезают, а пригодные (для своего времени) и экономичные совершенствуются и распространяются. Этот процесс можно проследить на десятках тысяч узлов различных машин. Он ясен каждому машиностроителю, в том числе и Госкомитету промпро- литики Украины, влияние которого на развитие ветроэнергетики в данный момент является решающим. И тем не менее комитет не возразил против решения МКС по установкам USW 56-100 и «Genesys 600».

Желание изменить нынешнее бесперспективное состояние ветроэнергетики Украины, единственной реально работающей альтернативы «грязным» энергетическим технологиям, заставили автора выполнить настоящий анализ и попытаться найти пути выхода отечественной ветроэнергетики из кризиса.

Выводы

1. Ход выполнения Комплексной программы не отвечает заявленной стратегической цели: выход Ук

раины на уровень передовых держав в развитии ветроэнергетики.

2. Решение о развитии ветроэнергетики на основе использования лицензионных турбин и5\У 56-100 привело к негативным последствиям:

практически свернуты работы по созданию отечественных ВЭУ;

едва достигнув 3 —10 % проектной мощности, строящиеся ВЭС уже нуждаются в замене ветротурбин для обеспечения экономической эффективности производства электроэнергии.

из-за низкой эффективности работы украинских ВЭС не удалось привлечь к ветроэнергетике ни одного инвестора.

3. При наличии мощного научно-проектного и производственного потенциала не создано ни одной отечественной ВЭУ, конкурентоспособной на европейском рынке.

4. Устоявшаяся и закреплённая нормативными документами МКС практика использования разработок других стран даже теоретически не может привести к выходу ветроэнергетики Украины на передовые рубежи, что заведомо обрекает страну на постоянное техническое отставание.

5. Монопольное положение производителя ветротурбин иБ\У 56-100, и отсутствие конкуренции на украинском рынке ветроэнергетического оборудования вызвало стагнационную ситуацию, которая продолжает ухудшаться.

6. Коллективное руководство развитием ветроэнергетики обезличивает персональную ответственность за состояние отрасли.

7. Необходимо:

трансформировать Комплексную программу строительства ВЭС в Государственную программу развития ветроэнергетики в Украине с соответствующим изменением приоритетов и контроля;

обеспечить государственную поддержку созданию отечественного ветроэнергетического оборудования с параметрами выше, чем у зарубежных аналогов, для чего выделять не менее 40 % средств, предусмотренных целевым финансированием;

проектирование и строительство новых ВЭС производить только на базе высокоэффективных ВЭУ. \$

Список литературы

1. *A plan for action in Europe: Wind energy — the facts.* — Luxembourg: European Communities, 1999. — 231 p.
2. *Wind Directions*, march 2000.
3. *Wind Directions*, march 1999.

4. *Звіт про стан виконання Комплексної програми будівництва вітрових електростанцій у 1999 році та завдання на 2000 рік* — МКР з питань будівництва вітрових електростанцій. — Київ, 2000. — 93 с.
5. *Ртищев А.Г.* Сбор, обработка и анализ информации о надежности. — М.: Изд. стандартов, 1970. — 60 с.
6. *Altamont Pass Windfarms.* August 1990.
7. *Смит Д.Р.* Ветроэнергетические станции в ущелье Алтамонт // *Annual Review of Energy.* — Пало-Альто, Калифорния, США. — 1987.
8. *Янукович В. Ф., Минаев А. А.* Перспективы большой ветроэнергетики // *Энергетика и электрификация.* — 2000. — № 5. - С. 1-6.
9. *Kukla T.* Przegląd tendencji rozwojowych energetyki wiatrowej na świecie // *Wiad. elektrotehn.* — 1998. — 66, № 1. - С. 8.
10. *Nachweisbarer Leistungsbeitrag im Kommunalen Netz // Sonnenenerg. Und Wärmetechn. [Sonnenenerg. Und Wärmepumpe].* — 1997. — № 6. — С. 53 — 54.
11. *Зміни та доповнення до Комплексної програми будівництва вітрових електростанцій* — МКР з питань будівництва вітрових електростанцій. — Київ, 2000. — 109 с.
12. *Anwenderforum tage in Kassel // Sonnenenerg und warinetechn.* — 1999. — № 1.

© Подгуренко В.С., 2000

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ

Направляемые в редакцию рукописи статей должны соответствовать следующим требованиям:

— рукописи предоставляются в двух экземплярах и сопровождаются необходимой документацией (сопроводительное письмо, на некоторые статьи — экспертное заключение);

— содержание статьи излагается предельно кратко и ясно, с практическими рекомендациями и выводами. Объем рукописи не должен превышать 10 стандартных машинописных страниц (28 — 29 строк), включая таблицы, выводы, список литературы, рисунки. Формулы следует писать разборчиво, выделяя латинские, греческие, прописные и строчные буквы. Все имеющиеся по тексту формулы (не более 10) необходимо разборчиво и с указанной разметкой вписать, пронумеровать на отдельном листе стандартного формата в порядке их расположения по тексту статьи. Иллюстративный материал (3 — 4 рисунка, фото на глянцевой бумаге) также предоставляется в двух экземплярах. Графики и схемы должны быть четкими, не перегруженными излишними линиями, обозначениями и размерами. Все позиции на рисунке следует нумеровать по часовой стрелке, слева направо или сверху вниз. Рисунки должны быть выполнены на кальке тушью. Рисунки в виде эскизов и светокопий с рабочих чертежей не принима-

ются. На обороте каждого рисунка или снимка указать фамилию автора и номер рисунка;

— таблицы должны быть компактными и не дублировать информацию, содержащуюся в тексте и на графиках;

— ссылки на рисунки, таблицы и литературу следует приводить в тексте статьи. Список литературы не должен превышать шести названий. Одновременно со статьей подается реферат. Объем реферата не должен превышать 0,3 страницы машинописного текста;

— рукопись должна быть подписана всеми авторами. В конце рукописи необходимо написать фамилии, имена и отчества всех авторов по паспортным данным, домашние адреса с почтовым индексом, место работы, телефон;

— рукописи принимаются на русском и украинском языках.

— материалы необходимо присылать также в электронном формате. Они должны быть подготовлены:

текст — MS Word 6.0-8.0 (шрифт Arial Cyr);
 рисунки — CDR (Corel Draw 5.0-7.0), EPS, AI, TIFF, PCX, PSD, BMP (растровые рисунки, желательно, с разрешением 300 dpi). Обозначения на рисунках должны быть сделаны курсивом, по международной системе СИ (шрифт Pragmatica).

(По желанию автора, дискета может быть возвращена.)