

С. В. Нараєвський,  
к. е. н., доцент кафедри міжнародної економіки, Національний технічний університет  
України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ  
ORCID iD: 0000-0001-5527-893X

DOI: 10.32702/2306-6814.2019.9.18

# ДИНАМІКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

S. Naraievskyi,  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of International Economics, National Technical University  
of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

## DYNAMICS OF WIND ENERGY EFFICIENCY OF THE EUROPEAN UNION

*У статті проведено дослідження динаміки ефективності роботи вітрової енергетики країн Європейського Союзу (ЄС). Вказано на необхідність під час аналізу розвитку вітрової енергетики основну увагу звертати насамперед на ефективність її роботи, а не лише на обсяги введених потужностей та темпи нарощування цих потужностей. Обґрунтовано доцільність дослідження досвіду саме країн ЄС як піонерів розвитку вітроенергетики та технологічних лідерів сьогодні з цього виду енергетичних технологій. В процесі аналізу ефективності роботи вітроенергетики, окремо виділено наземну вітрову енергетику, офшорну вітрову енергетику та показники, що характеризують загальну ситуацію на вітроенергетичному ринку. Підтверджено, на основі розрахунків, значно вищу ефективність роботи офшорної вітроенергетики відносно наземної. Обумовлено, що основними перевагами офшорної вітроенергетики є відсутність перешкод від рельєфу місцевості й більш стабільні та сильні вітрові потоки.*

*Із загальної кількості виділено групу країн, що активно долучилися до розвитку офшорної вітроенергетики та завдяки цьому, в переважній більшості, мають вищі показники ефективності роботи власної вітрової енергетики. Незначне відставання Німеччини за ефективністю роботи власної вітрової енергетики від середнього рівня по ЄС обумовлено високим рівнем розвитку вітрової енергетики і, як наслідок, відсутністю вільних ділянок з високим вітровим потенціалом для розміщення нових вітроенергетичних об'єктів. Зазначено, що саме розвиток офшорної вітроенергетики, а також заміна та модернізація існуючого обладнання на більш сучасні зразки техніки дозволила скоротити відставання Німеччини у показниках ефективності роботи вітрової енергетики від середнього рівня по ЄС.*

*Доведено доцільність використання досвіду країн ЄС, що активно розвивають офшорну вітроенергетику, при подальшій розбудові вітчизняної вітрової енергетики. Зазначено наявність в Україні відповідних складових для успішного розвитку вітроенергетики, таких як вихід до Чорного та Азовського морів, великих внутрішніх водойм у вигляді каскаду водосховищ на р. Дніпро та вітчизняних виробників техніки спроможних виготовляти сучасні зразки відповідного технологічного обладнання.*

*The article analyzes the dynamics of wind energy efficiency in the European Union (EU). It is pointed out, when analyzing the development of wind energy, to focus first of all on the efficiency of wind energy work, and not only on the volume of installed capacities and the pace of expansion of these*

*capacities. The expediency of studying the experience of the EU substantiated as pioneers of the development of wind energy and technological leaders of the present on this type of energy technologies. In the process of analyzing the efficiency of wind energy, separate highlighted onshore wind energy, offshore wind energy and indicators characterizing the overall situation in the wind energy market are separately identified. It is confirmed, on the basis of calculations, significantly higher efficiency of offshore wind energy relative to onshore wind energy. The main advantages of offshore wind energy are the lack of obstacles to terrain and more stable and strong winds.*

*Out of the total, a group of countries that have been actively involved in the development of offshore wind energy has been identified and, due to this, in the vast majority, have higher indicators of the efficiency of their own wind energy. Germany's insignificant lag behind the efficiency of its own wind energy from the EU average is due to the high level of wind power development, and as a result, the lack of vacant sites with high wind potential for the placement of new wind energy facilities. The development of offshore wind energy, as well as the replacement and upgrading of existing equipment to more modern engineering models, has allowed reducing Germany's lag in the performance indicators of wind energy from the EU average.*

*The expediency of using the experience of EU actively developing offshore wind energy for the further development of domestic wind energy is proved. The presence of appropriate constituents in Ukraine for the successful development of wind energy is noted, the access to the Black and Azov seas, the large internal reservoirs in the form of a cascade of reservoirs on the Dnieper River and domestic manufacturers of machinery capable of producing modern samples of the corresponding technological equipment.*

*Ключові слова: ефективність роботи вітрової енергетики, використання встановленої потужності, офшорна вітроенергетика, наземна вітроенергетика, вітровий потенціал.*

*Key words: efficiency work of wind energy, use of installed capacity, offshore wind energy, onshore wind energy, wind potential.*

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Відродженню зацікавленості окремих країн світу до альтернативної енергетики, загалом, та вітрової енергетики, зокрема, сприяла нафтова криза 1973 р. У ХХІ ст. розвиток альтернативної енергетики вийшов на новий рівень забезпечуючи деяким країнам суттєву частку виробленої електроенергії (Данія — 42 % лише завдяки вітровій енергетиці). Створюються міжнародні організації: 2005 р. — Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), 2009 р. — International Renewable Energy Agency (IRENA) та ін., для координації діяльності, спрощення доступу до інформації, обміну технічними даними, що має сприяти розвитку різних напрямів альтернативної енергетики.

На перших етапах розвитку найбільш динамічно альтернативна енергетика розвивалася у країнах Західної Європи. В подальшому до розвитку альтернативної енергетики долучилися країни Азії та Тихоокеанського регіону (насамперед Японія, Китай, Австралія), Північної та Південної Америки (США, Канада, Бразилія) та ін. Серед окремих напрямів альтернативної енергетики найбільш динамічно розвиваються вітрова енергетика та сонячна енергетика (фотовольтаїка). Вітрова енергетика у регіонах з достатнім вітровим потенціалом уже забезпечує виробництво електроенергії з нижчою со-

бівартістю, відносно традиційної енергетики (теплової та ядерної).

Поряд з цим, розглядаючи розвиток альтернативної енергетики (у тому числі вітрової енергетики) на перше місце виносять обсяг нових введених потужностей та загальний обсяг встановленої потужності. Також певна увага приділяється обсягу інвестованих коштів у різні напрями альтернативної енергетики. Питанням ефективності використання встановленого обладнання, стабільності його роботи, приділяється значно менше уваги, а у багатьох випадках така інформація повністю відсутня. Це зумовлює потребу приділити більшу увагу ефективності роботи встановлених енергетичних потужностей та зазначити можливі напрями подальшого покращення відповідних показників ефективності.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Розвиток вітроенергетики аналізується у щорічних статистичних звітах міжнародних організацій: Всесвітня вітроенергетична асоціація (The World Wind Energy Association (WWEA)) [1], Глобальна рада з вітрової енергетики (Global Wind Energy Council (GWEC)) [2], Європейської асоціації вітроенергетики (Wind Europe) [3], Міжнародного агентства з відновлювальної енергії

**Таблиця 1. Ефективність використання встановленої потужності вітрової енергетики країн Європейського Союзу**

Показники		2014	2015	2016	2017	2018
Вихідні дані						
Встановлена потужність, МВт	Наземна	121	131	141	153	160,4
	Офшорна	8,1	11	13	15,8	18,4
	Загальна	129,1	142	154	168,8	178,8
Нова встановлена потужність, МВт	Наземна	10,5	9,8	10,9	12,5	7,4
	Офшорна	1,5	3	1,6	3,1	2,7
	Загальна	12	12,8	12,5	15,6	10,1
Виробництво електроенергії, млрд кВт·год	Наземна	254,4	274,5	259	292	309
	Офшорна	29,6	40,6	37	43	53
	Загальна	284	315,1	296	335	362
Ефективність використання встановленої потужності						
Ефективність, кВт·год/кВт	Наземна	2 197,8	2 176,8	1 910,7	1 989,8	1 971,9
	Офшорна	4 027,2	4 273,7	3 032,8	3 017,5	3 108,5
	Загальна	2 307,1	2 323,7	2 003,4	2 080,7	2 083,5
Ефективність, %	Наземна	25,1	24,8	21,8	22,7	22,5
	Офшорна	46,0	48,8	34,6	34,4	35,5
	Загальна	26,3	26,5	22,9	23,8	23,8

Джерело: розраховано на основі [3, с. 9—11, 18].

(International Renewable Energy Agency (IRENA)) [4]. Основна увага у цих статистичних звітах зосереджується на загальних обсягах введених потужностей на кінець календарного року, на нових введених потужностях протягом календарного року та на темпах введення потужностей щодо попереднього календарного року. У статистичному звіті Wind energy in Europe in 2018 (Wind Europe) наводиться більш детальна характеристика вітроенергетики країн Європи, загалом, та країн ЄС, зокрема. Окрім вище зазначених даних, у цьому звіті є порівняльна характеристика розвитку вітроенергетики з іншими видами технологій виробництва електроенергії як альтернативних (сонячна, біомаса), так і традиційних (теплова енергетика на основі вугілля, природного газу, продуктів переробки нафти; ядерна енергетика; велика гідроенергетика) [3, с. 25, 28—29]. У статистичних звітах британської нафтової компанії BP, окрім обсягів введених потужностей, приведено обсяги виробництва електроенергії об'єктами вітрової енергетики по окремим країнам та регіонам світу [5]. Українська вітроенергетична асоціація (Ukrainian Wind Energy Association (UWEA)) наводить статистику стосовно обсягів введених потужностей у різних напрямках альтернативної енергетики, структуру енергетики України за технологіями виробництва електроенергії, розподіл вітроенергетичних потужностей за областями України та аналізує законодавчі зміни, що мають впливати на подальший розвиток та роботу вітрової енергетики [6]. Проте у жодному із зазначених статистичних звітів не наводиться аналіз ефективності роботи вітрової енергетики, що й зумовлює актуальність цієї статті.

### МЕТА СТАТТІ

Метою статті є аналіз динаміки ефективності роботи вітрової енергетики у країнах ЄС. Завданнями статті є дослідження окремих факторів впливу на ефективність роботи вітроенергетики, основним серед яких слід виділити розвиток офшорної вітроенергетики. Аналіз ситуації у вітрової енергетиці країн ЄС, що розвивають цей напрям технологій виробництва електроенергії, підтверджує більш високу ефективність їхньої роботи, порівня-

но із загальною ситуацією на цьому ринку. Використання досвіду цих країн може позитивно вплинути на розвиток вітроенергетики України.

Методологічну основу дослідження становлять методи дослідження вітроенергетичного потенціалу території, статистичного дослідження, порівняльного аналізу, факторного аналізу, логічного узагальнення.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

На основі аналізу статистичної інформації розміщеної у звітах WWEA [1], GWEC [2], Wind Europe [3], IRENA [4], BP [5] розраховуємо ефективність роботи вітрової енергетики країн ЄС. У переважній більшості, інформація, що розміщена у цих звітах, стосується обсягів введених потужностей по окремим регіонам і країнам. Статистичних даних стосовно ефективності роботи вітрової енергетики у цих джерелах не наводиться. У звіті WWEA [1] аналізується ситуація на світовому ринку вітрової енергетики за чотири останні роки. Так, за підсумками 2018 р., загальна встановлена потужність світової вітроенергетики досягла 600 278 МВт, зростання потужностей у 2018 р. становило 53 890 МВт, темпи зростання встановленої потужності склав 9,86% до попереднього року. Наводиться перелік першої десятки країн-лідерів загальносвітового рейтингу за встановленою потужністю вітрової енергетики: Китай (221 630 МВт), США (96 383 МВт), Німеччина (59 313 МВт), Індія (35 017 МВт), Іспанія (23 031 МВт), Великобританія (20 743 МВт), Франція (15 313 МВт), Бразилія (14 490 МВт), Канада (12 816 МВт), Італія (10 090 МВт) [1]. Звіт GWEC [2, с. 25—70] описує розвиток вітроенергетики у окремих країнах зосереджуючи увагу на загальному обсягу введених потужностей та нових введених потужностях за 2017 рік.

Статистичний звіт Wind Europe наводить найбільш різнопланову інформацію: порівняльна динаміка енергетичних потужностей у ЄС протягом 2008—2018 рр. [3, с. 7—8], загальний обсяг введених потужностей та обсяг нових потужностей по окремим країнам Європи з їх розподілом на наземну та офшорну вітрову енергетику [3, с. 9—10], динаміку введення нових потужностей у

**Таблиця 2. Встановлена потужність вітроенергетики окремих країн Європейського Союзу у 2018 р.**

Країни	Встановлена потужність (офшорна вітроенергетика), ГВт	Встановлена потужність (наземна вітроенергетика), ГВт	Встановлена потужність (вітроенергетика загалом), ГВт	Частка офшорної вітроенергетики від загальної встановленої потужності вітроенергетики, %
Великобританія	8,2	12,8	21,0	39,0
Німеччина	6,4	52,9	59,3	10,8
Данія	1,3	4,4	5,7	22,8
Бельгія	1,2	2,2	3,4	35,3
Нідерланди	1,1	3,4	4,5	24,4
Швеція	0,2	7,2	7,4	2,7

Джерело: розраховано на основі [3, с. 15].

вітровій енергетиці протягом 2008—2018 рр. [3, с. 11—15], частку електроенергії, що генерується за рахунок вітроенергетики у окремих країнах Європи [3, с. 17], обсяг та розподіл інвестицій за різними видами енергетичних технологій [3, с. 23—25], обсяг та розподіл енергетичних потужностей за різними видами технологій [3, с. 27—29]. У статистичному звіті британської нафтової компанії BP [5] наводиться інформація стосовно обсягів введених потужностей та обсягів виробництва електроенергії за рахунок енергії вітру.

Розрахувавши відношення обсягу виробленої електроенергії (кВт·год), до встановленої потужності вітрових установок (кВт) визначимо ефективність їхньої роботи. Максимальне значення цього числа може становити 8 760 кВт·год/кВт (24 год за добу перемножити на 365 діб за рік). У разі ділення отриманого числа на 8 760 кВт·год/кВт та множення на 100 % отримаємо частку (відсоток) використання встановленої потужності.

Нові потужності, що вводяться протягом календарного року, можуть використовуватися лише частину часу протягом цього календарного року. Детальна інформація стосовно термінів введення нових потужностей відсутня. Тож, для більшої достовірності розрахунку будемо вважати, що нові потужності протягом календарного року вводяться рівномірно. В такому разі обсяг встановленої потужності, за відповідних календарний рік, зменшимо на половину нових введених потужностей за цей рік. Вихідні дані та показники ефективності роботи вітрової енергетики країн ЄС за період 2014—2018 рр. наведено у табл. 1 [3, с. 9—11, 18].

Ефективність роботи вітрової енергетики країн ЄС розраховано окремо для наземних вітроенергетичних об'єктів, офшорної вітроенергетики та загальні показники. Об'єкти офшорної вітрової енергетики встановлюються на континентальному шельфі на глибинах до 30 м (в окремих випадках до 70 м). За рахунок відсутності перешкод від рельєфу місцевості, більш стабільних вітрових потоків вони можуть працювати більший проміжок часу і, відповідно, мають вищий коефіцієнт використання встановленої потужності та виробляють більше електроенергії на одиницю цієї потужності.

Найвищі показники ефективності роботи вітрової енергетики було досягнуто у 2015 р. (загальна 2 323,7 кВт·год/кВт; 26,5 %). Ефективність роботи офшорної вітроенергетики у 2015 р. (4 273,7 кВт·год/кВт; 48,8 %) перевищувала ефективність роботи наземної

вітрової енергетики (2 176,8 кВт·год/кВт; 24,8 %) майже двократно. Протягом трьох наступних років загальна ефективність знизилась та знаходилась у межах: 2016 р. (від 2 003,4 кВт·год/кВт; 22,9 %), 2018 р. (до 2 083,5 кВт·год/кВт; 23,8 %).

Досвід роботи вітрової енергетики окремих країн ЄС засвідчує, що активний розвиток саме офшорної вітроенергетики сприяє підвищенню ефективності роботи вітрової енергетики загалом. За підсумками 2018 р. об'єкти офшорної вітроенергетики використовувалися у Великобританії (8,2 ГВт), Німеччині (6,4 ГВт), Данії (1,3 ГВт), Бельгії (1,2 ГВт), Нідерландах (1,1 ГВт), Швеції (0,2 ГВт) [табл. 2]. Усі інші країни ЄС разом використовували потужності офшорної вітроенергетики близько 0,1 ГВт. З шести країн ЄС, про офшорну вітроенергетику, яких зазначається у звіті Wind Europe [3, с. 15], п'ять мають частку офшорної вітроенергетики понад 10 % загальної потужності вітроенергетики країни. Найвища у Великобританії (39,0 %), а найнижча у Німеччина (10,8%). У Швеції частка офшорної вітроенергетики становить 2,7 % загальних потужностей вітрової енергетики, що не справляє значного впливу на загальні показники ефективності роботи вітроенергетики цієї країни.

Проаналізуємо ефективність роботи вітрової енергетики у Великобританії, Німеччині, Данії, Бельгії, Нідерландах та порівняємо її з загальною ефективністю роботи вітрової енергетики країн ЄС (табл. 3). Статистичні дані за 2018 р. стосовно обсягів виробництва електроенергії по окремим країнам, наразі, відсутні [5]. Новий статистичний звіт BP, з цією інформацією, має вийти у червні 2019 р. Тож для аналізу візьмемо проміжок у п'ять років 2013—2017 рр. Обсяги виробництва електроенергії з розподілом на наземну та офшорну вітроенергетику наводяться по країнам ЄС загалом [3, с. 18], а по окремим країнам інформація у вільному доступі, також відсутня.

Вітроенергетика Великобританії, що мала найвищу частку офшорної вітроенергетики (39,0 % за підсумками 2018 р.) від загальної встановленої потужності вітроенергетики країн ЄС, мала вищу ефективність роботи протягом порівнюваного періоду 2014—2017 рр. стосовно загальної ефективності країн ЄС. Найменший розрив між показниками Великобританії та ЄС був у 2014 р., а найбільший у 2017 р. Серед п'ятірки досліджуваних країн Великобританія мала найвищу ефективність роботи вітроенергетики у 2013 р. та 2015 р., а у 2014 р.

**Таблиця 3. Ефективність використання встановленої потужності вітрової енергетики окремих країн Європейського Союзу**

Показники	Країни	2013	2014	2015	2016	2017
Встановлена потужність, МВт	Великобританія	11 282	13 074	14 315	16 217	19 836
	Німеччина	33 477	38 614	44 580	49 586	55 876
	Данія	4 747	4 778	4 966	5 137	5 412
	Бельгія	1 720	1 960	2 170	2 384	2 849
	Нідерланди	2 714	2 876	3 402	4 268	4 281
Нова встановлена потужність, МВт	Великобританія	2 252	1 792	1 241	1 902	3 619
	Німеччина	2 498	5 137	5 966	5 006	6 290
	Данія	610	31	188	171	275
	Бельгія	276	240	210	214	465
	Нідерланди	162	162	526	866	13
Виробництво електроенергії, млрд кВт·год	Великобританія	28,4	32,0	40,3	37,4	49,6
	Німеччина	52,7	58,5	80,6	79,9	106,6
	Данія	11,1	13,1	14,1	12,8	14,8
	Бельгія	3,7	4,6	5,6	5,4	6,6
	Нідерланди	5,6	5,8	7,5	8,2	10,6
Ефективність, кВт·год/кВт	Великобританія	2 796,0	2 624,3	2 944,0	2 447,7	2 751,8
	Німеччина	1 636,4	1 622,9	1 938,2	1 697,5	2 021,8
	Данія	2 504,1	2 746,1	2 900,9	2 530,3	2 801,6
	Бельгія	2 316,7	2 508,2	2 699,1	2 387,0	2 536,4
	Нідерланди	2 137,2	2 074,2	2 405,2	2 130,5	2 474,0
Ефективність, %	Великобританія	31,9	30,0	33,6	27,9	31,4
	Німеччина	18,7	18,5	22,1	19,4	23,1
	Данія	28,6	31,3	33,1	28,9	32,0
	Бельгія	26,4	28,6	30,8	27,2	29,0
	Нідерланди	24,4	23,7	27,5	24,3	28,2

Джерело: розраховано на основі [3, с. 9—10; 5].

та 2016—2017 рр. займала другу позицію після Данії. Острівне положення Великобританії та оточення її водоймами з незначними глибинами є основою для успішного розвитку саме офшорної вітроенергетики, що і відбувається протягом останнього часу. Починаючи з 2017 р. близько половини потужностей офшорної вітроенергетики, що вводяться в дію у країнах ЄС, це потужності на континентальному шельфі у Великобританії. У 2017 р. нові потужності у офшорній вітроенергетиці країн ЄС становили 3 154 МВт, а Великобританії — 1 680 МВт; у 2018 р. у ЄС — 2 661 МВт, а у Великобританії — 1 312 МВт [3, с. 10]. Враховуючи кількість проєктів, що знаходяться у Великобританії на стадіях розробки та спорудження така тенденція, скоріш за все, буде збережена протягом кількох наступних років. Невизначеності може додати ситуація з Brexit та непередбачуваність подальшого розвитку економіки Великобританії загалом.

Показники Німеччини, навпаки, є нижчими за загальний рівень ефективності роботи вітроенергетики країн ЄС, що зумовлено рядом причин. Основною причиною є масштаби розвитку вітроенергетики Німеччини. Так, за підсумками 2018 р. загальна встановлена потужність вітроенергетики Німеччини (59 311 МВт) становила 33,2 % потужності вітроенергетики ЄС загалом (178 826 МВт) [3, с. 10]. У цій країні фактично відсутні вільні території для подальшого розвитку вітроенергетики, а площадки з найкращим вітровим потенціалом уже давно використані. Саме тому у Німеччині вітроустановки розміщуються на більшості ділянок придатних для вітроенергетики, а не лише на ділянках з кращим вітровим потенціалом, як у більшості інших країн Європи. Тож подальший розвиток вітроенергетики Німеччини можливий за рахунок офшорної вітроенергетики і заміни чи модернізації існуючого обладнання. У 2018 р. у Німеччині було виведено з експлуатації обладнан-

ня потужністю 249 МВт, що більше ніж половина від рівня ЄС загалом (421 МВт). Частка Німеччини у модернізованому обладнанні країн ЄС також перевищувала 50 % [3, с. 16]. Модернізація існуючого обладнання, перехід на нові зразки техніки з більшою одиничною потужністю та розвиток офшорної вітроенергетики сприяли тому, що найменший розрив між показниками ЄС (2 080,7 кВт·год/кВт; 23,8 %) та Німеччини (2 021,8 кВт·год/кВт; 23,1 %) був у 2017 р.

Данія відноситься до піонерів розвитку вітроенергетики починаючи з 70-х років ХХ ст. та до технологічних лідерів галузі, насамперед, завдяки власній компанії Vestas, що є найбільшим європейським та світовим виробником вітрових установок. Ця компанія є розробником найсучасніших зразків техніки, що сприяє високій ефективності вітроенергетики Данії та забезпечує значні обсяги експорту відповідного обладнання. Показники ефективності роботи вітроенергетики Данії були суттєво вищими за середній рівень по ЄС, а протягом досліджуваного проміжку часу займали перше місце серед досліджуваної групи країн у 2014 р. та у 2016—2017 рр. У 2013 р. та у 2015 р. за показниками ефективності роботи вітроенергетики Данія займала друге місце поступаючись лише Великобританії.

Бельгія за часткою офшорної вітроенергетики (35,3 %) у загальних обсягах встановленої потужності займала друге місце серед країн ЄС після Великобританії, а за ефективністю роботи вітроенергетики — третє після Данії та Великобританії протягом всього досліджуваного періоду (2013—2017 рр.). Ефективність роботи вітроенергетики Бельгії була вищою за середній рівень по ЄС протягом 2014—2017 рр.

Нідерланди за часткою офшорної вітроенергетики (24,4 %) у загальних обсягах встановленої потужності займали третє місце після Великобританії та Бельгії, а за ефективністю роботи вітроенергетики (2013—

2017 рр.) — четверте після Данії, Великобританії та Бельгії. Ефективність роботи вітроенергетики Нідерландів була нижчою за середній рівень по ЄС у 2014 р., але уже вищою протягом періоду 2015—2017 рр.

Отже, чотири з п'яти країн ЄС, що мають частку офшорної вітроенергетики у загальних обсягах встановленої потужності понад 10 % мають вищі показники ефективності роботи власної вітроенергетики за середній рівень по ЄС загалом, а Німеччина, за рахунок поступового збільшення частки офшорної вітроенергетики, зменшила своє відставання від середнього рівня по ЄС.

У разі використання Україною досвіду цієї групи країн є можливість підвищити ефективність роботи власної вітроенергетики. Україна, маючи вихід до Чорного та Азовського морів, а також великі внутрішні водойми (каскад водосховищ на р. Дніпро), має для цього гарні перспективи. Додатковою перевагою є наявність власного виробника потужних вітроустановок. У 2018 р. Краматорський завод "Фурлендер Віндтехнологі" розробив нову вітроустановку одиничною потужністю 4,5 МВт, яка має резерв для збільшення потужності до 4,8 МВт. У виробництво залучено п'ятнадцять вітчизняних підприємств, а локалізація виробництва становить 70 %. У 2019 р. передбачено виготовлення та встановлення десяти одиниць цих вітроустановок [6, с. 22]. Європейський досвід свідчить, що наступними напрямками розвитку вітроенергетики є офшорна вітроенергетика та перехід до установок більшої одиничної потужності.

## ВИСНОВКИ

Проведено аналіз ефективності роботи вітроенергетики у країнах ЄС. Офшорна вітроенергетика здатна забезпечити вищу ефективність роботи щодо наземних об'єктів. Так, за досліджуваний період (2014—2018 рр.) найбільший розрив у показниках був у 2014 р. (ефективність роботи офшорної вітроенергетики становила 4 273,7 кВт·год/кВт та 48,8 %, наземної — 2 176,8 кВт·год/кВт та 24,8 %), а найменший у 2017 р. (ефективність роботи офшорної вітроенергетики — 3 017,5 кВт·год/кВт та 34,4 %, а наземної — 1 989,8 кВт·год/кВт та 22,7 %). Країни ЄС, що мають частку офшорної вітроенергетики понад 10 % загальної встановленої потужності вітрової енергетики (за виключенням Німеччини), забезпечують вищі показники ефективності її роботи порівняно з середнім рівнем по ЄС. Німеччина завдяки розвитку офшорної вітроенергетики та часткової модернізації існуючих вітроенергетичних об'єктів зменшила своє відставання від середнього рівня по ЄС. Поступове підвищення ефективності роботи вітроенергетики України можна забезпечити завдяки переходу до використання вітроустановок з більшою одиничною потужністю та розвитку офшорної вітроенергетики, для чого існує достатньо сприятливих умов.

Подальші наукові дослідження слід зосередити на порівнянні ефективності роботи окремих вітрових парків. Порівнюючи наземні та офшорні об'єкти доцільно враховувати більшу кількість складових. Зокрема інвестиційні витрати, але не лише на спорудження самих вітроенергетичних об'єктів, а й витрати на спорудження ре-

зєрвних чи акумулюючих потужностей, які необхідні для стабільної роботи енергетичної системи країни при використанні окремих видів альтернативної енергетики (особливо вітрової та сонячної).

### Література:

1. Wind Power Capacity Worldwide Reaches 600 GW, 53,9 GW added in 2018 [Electronic resource]: Website World Wind Energy Association (WWEA). — Access to resources: <https://wwindea.org/blog/2019/02/25/wind-power-capacity-worldwide-reaches-600-gw-539-gw-added-in-2018/>
2. Global wind report 2017. Lauha Fried, Steve Sawyer, Shruti Shukla, Liming Qiao. Global Wind Energy Council (GWEC). — Brussels. GWEC Headquarters. 2018. — 72 p.
3. Wind energy in Europe in 2018. Ivan Komusanac, Daniel Fraile, Guy Brindley. Wind Europe. — Brussels. 2019. — 32 p.
4. Renewable capacity statistics 2019. Adrian Whiteman, Javier Esparrago, Sonia Rueda, Samah Elsayed. IRENA Secretariat. International Renewable Energy Agency (IRENA). — Abu Dhabi. IRENA Secretariat, 2019. — 60 p.
5. BP Statistical Review of World Energy 2018 [Electronic resource]: Website BP. — Access to resources: <http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/Energy-Economics/statistical-review-2018/bp-statistical-review-of-world-energy-2018-workbook.xlsx>
6. Вітроенергетичний сектор України 2018. / Під заг. ред. І.В. Плачкова та А.Є. Конеченкова. — К.: Українська вітроенергетична асоціація, 2019. — 76 с.

### References:

1. World Wind Energy Association (2019), "Wind Power Capacity Worldwide Reaches 600 GW, 53,9 GW added in 2018", available at: <https://wwindea.org/blog/2019/02/25/wind-power-capacity-worldwide-reaches-600-gw-539-gw-added-in-2018/> (Accessed 02 April 2019).
  2. Fried, L. Sawyer, S. Shukla, S. and Qiao, L. (2018), Global wind report 2017, Global Wind Energy Council, Brussels, Belgium.
  3. Komusanac, I. Fraile, D. and Brindley, G. (2019), Wind energy in Europe in 2018, Wind Europe, Brussels, Belgium.
  4. Whiteman, A. Esparrago, J. Rueda, S. and Elsayed, S. (2019), Renewable capacity statistics, IRENA Secretariat, Abu Dhabi, United Arab Emirates.
  5. BP Global. (2018), "BP Statistical Review of World Energy 2018", available at: <http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/Energy-Economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-workbook.xlsx> (Accessed 02 April 2019).
  6. Plachkov, I. V. and Konechenkov, A. Ye. (2019), Vitroenerhetychnyj sektor Ukrainy 2018 [Wind power sector of Ukraine 2018], Ukrain'ska vitroenerhetychna asotsiatsiia, Kyiv, Ukraine.
- Стаття надійшла до редакції 08.04.2019 р.*