

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА СВІТОВОМУ РИНКУ

Проаналізовано розвиток вітроенергетики від початку XXI ст. Проведено порівняльну характеристику ефективності використання вітроустановок у провідних країнах світу. Зазначено причини, що чинять основний вплив на ефективну роботу вітроенергетики.

Ключові слова: аналіз розвитку, вітрова енергетика, ефективність використання встановленої потужності.

При аналізі розвитку різних напрямів альтернативної енергетики і вітроенергетики зокрема основну увагу звертають на обсяги введених потужностей, а питання їх ефективної роботи детально не розглядаються. Коефіцієнт використання номінальної потужності використовується в [1, с. 267] при порівнянні показників роботи теплової електростанції (ТЕС) та вітрової електростанції (ВЕС), а незадовільна ефективність роботи українських ВЕС призвела до невиконання Комплексної програми з будівництва ВЕС в Україні протягом 1997 – 2010 рр. [2]. Поряд з тим, питання ефективної роботи вітроенергетики та порівняння відповідних показників по окремих країнах для визначення лідерів і можливостей перейняття їхнього передового досвіду вимагають більшої уваги, що і зумовлює актуальність цієї статті.

Метою статті є проаналізувати розвиток світової вітроенергетики. Завданнями статті є аналіз абсолютних показників уведених потужностей вітроустановок по окремих країнах; визначення ефективності роботи вітроенергетики в провідних країнах світу та розкриття причин, що її обумовлюють.

Окремі види альтернативних джерел енергії, такі, як вітер, водяні потоки, сонце та біопаливо (спалювання біомаси), людство використовувало тривалий період (не одну сотню і навіть тисячу років).

Енергія вітру вперше почала використовуватись у господарській діяльності на вітрильних суднах ще до нашої ери. Давні греки вважали, що вітрило винайдено в ті ж часи, коли було освоєно вогонь і приручено перших домашніх тварин. Стародавні фінікійці використовували вітрило понад чотири тисячі років тому. Залишки вітряних млинів збереглися у районі Олександрії в Єгипті і нараховують не менше трьох тисяч років. У Вавилоні їх використовували для осушування боліт. У Єгипті, на Близькому Сході та у Персії будували вітряні млини та водопідіймники. У Європі вітряні млини були найбільш розповсюджені в Нідерландах. Починаючи з XIV ст. вони стали основною енергетичною базою цієї країни [3, с. 63-65; 4].

1887-1888 рр. американський дослідник Чарльз Ф. Браш розробив та впровадив першу автоматично керовану вітрову турбіну потужністю 12 кВт з діаметром ротора 17 м. Одним з піонерів у будівництві ВЕС була Данія, де вже 1890 р. була прийнята державна програма, а у 1910 р. діяло декілька сотень ВЕС потужністю 5-25 кВт. Активне

будівництво ВЕС в інших країнах Європи розпочалося на початку XX ст. У Франції в 1925 р. запатентовано вітродвигун Дар'є, а у 1926 р. фінський інженер Савоніус сконструював роторний або карусельний вітродвигун [3, с. 71, 82-85].

З кінця XIX, початку XX ст. через широке розповсюдження органічного палива (вугілля, нафти та з другої половини XX ст. газу), їх дешевизни, економічна доцільність використання відновлювальних джерел енергії загалом і вітру зокрема зменшується.

Новий поштовх розвитку енергетики з використанням відновлювальних джерел енергії надала нафтова криза (нафтовий шок – альтернативна назва). Вона почалася 17 жовтня 1973 р. Менше ніж за два місяці ціна на нафту на світовому ринку виросла в чотири рази з трьох до дванадцяти дол. за барель. Цей перший нафтовий шок призвів до кардинальних структурних реформ енергетичного сектора та економіки загалом. Суттєво збільшилися інвестиції в розробку нових технологій, здатних зменшити енергоспоживання і залежність від імпорту нафти [5; 6, с. 140-142; 7, с. 158-159].

Найбільше реформуванням енергетичного сектору займалися розвинені країни Європи і Японія та трохи меншою мірою США. З початком XXI ст. до активного використання різних видів альтернативних технологій в енергетиці перейшла й велика група країн, що розвиваються, та країн з перехідною економікою.

Баланс нових та введених енергетичних потужностей країн ЄС за період 2000 – 2011 рр. зазначений на рис. 1, а нові потужності, введені в експлуатацію в країнах ЄС у 2011 р, на рис. 2 [8].

За даними рис. 1 значний розвиток серед традиційних технологій отримали лише газові (116 ГВт, перше місце). Великі ГЕС хоча і займають 4-те місце (4 ГВт), але їх частка в зростанні потужностей складає близько 1,55 %. Енергетика, що використовує вугілля, нафту та атомну енергію, зазнала скорочення. Серед альтернативних технологій отримання енергії найбільш успішно розвиваються вітроелектричні станції (ВЕС) – 84 ГВт (2-ге місце) та фотоелектричні станції (ФЕС) – 47 ГВт (3-є місце).

За даними рис. 2 у 2011 р. найбільше поширення серед традиційних отримали газові потужності (9 718 МВт, 2-ге місце), а серед альтернативних - ФЕС (21 000 МВт, перше місце) та ВЕС (9 616 МВт, 3-є місце). Поряд з цим виведення нафтових (ТЕЦ на мазуті та інших

Введено (виведено) з
експлуатації, ГВт

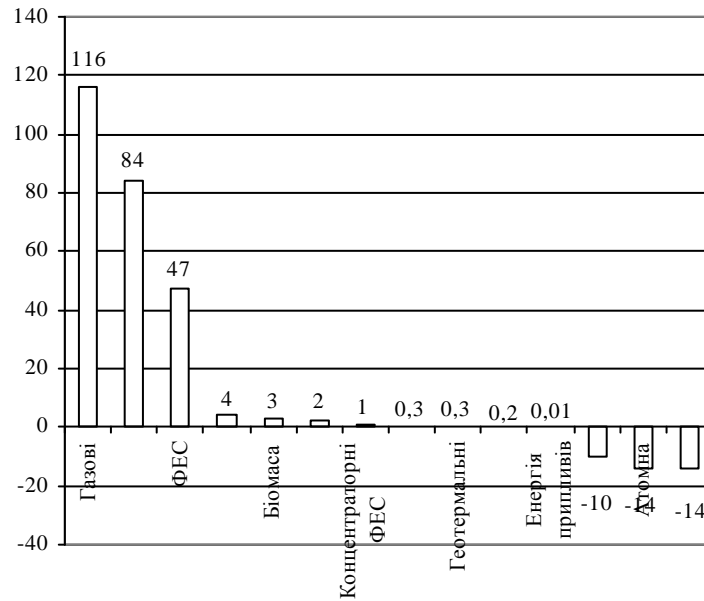


Рис. 1. Баланс нових та виведених енергетичних потужностей країн ЄС за період 2000 – 2011 рр. [8]

Введено в
експлуатацію, МВт

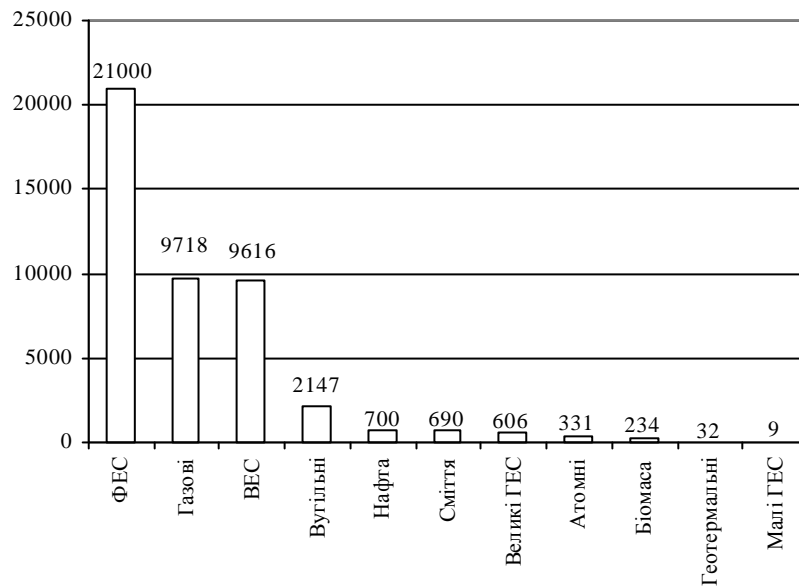


Рис. 2. Нові енергетичні потужності країн ЄС за 2011 р. [8]

продуктах переробки нафти) та атомних потужностей перевищувало їх введення. Отже, вітрова енергетика є одним з лідерів серед різних видів альтернативної енергетики за поширенням як на ринку країн Європи, так і на загальносвітовому ринку.

Від початку XXI ст. вітрова енергетика розвивалась досить високими темпами, які протягом усього зазначеного періоду були позитивними (рис. 3). У 2011 р. темпи зростання вітроенергетики становили 20,3 %, що є найнижчим показником, починаючи з 1998 р. (2004 р. – 21,3 %; 2010 р. – 23,3 %). Незважаючи

на більш низький темп зростання, подвоєння вітроенергетичних потужностей відбувається кожні три роки: у 2008 р. загальна встановлена потужність складала 121 ГВт, а у 2011 р. 237 ГВт [9].

За підсумком 2011 р. загальна потужність встановлених вітроустановок досягла 237 016 МВт. Протягом 2011 р. були встановлені вітроустановки потужністю 40 053 МВт, що є найвищим показником за весь період розвитку вітроенергетики. Другий результат був у 2009 р. (38 334 МВт). Динаміка зростання загальносвітової встановленої потужності

вітроустановок з початку XXI ст. наведена на рис. 4 [9].

Річне виробництво електроенергії всіма вітроагрегатами, встановленими на Землі на кінець 2011 р., становило близько 500 млрд кВт·год, що перевищує виробництво електроенергії окремо взятими Великобританією (365,3 млрд кВт·год) чи Італією (289,2 млрд кВт·год) та забезпечує 3% загального споживання електроенергії у світі. Більше електричної енергії в Європі виробляють лише Німеччина (614,5 млрд кВт·год) та Франція (564,3 млрд кВт·год) [10].

На кінець 2010 р. у різних секторах вітроенергетики було зайнято 670 тис. осіб порівняно з 2005 р., коли кількість зайнятих становила 235 тис. осіб.

Серед світових лідерів у вітроенергетиці відбуваються певні зміни, хоча країни у першій десятці залишаються фактично ті ж самі, що і десять років тому (рис. 5) [9]. Фактично від початку активного розвитку вітроенергетики в 90-х рр. XX ст. і до 2007 р. лідером залишалась Німеччина. У 2008 р. Німеччина за загальною потужністю встановлених вітроустановок (23 933 МВт) поступилась першим місцем США (25 237 МВт). У 2009 р. США продовжували утримувати перше місце у світовій вітроенергетиці (35 159 МВт), а Німеччина зайняла третю позицію (25 813 МВт), пропустивши на друге місце Китай (25 853 МВт). У 2010 р. Китай посів перше місце (44 781 МВт), США перейшли на друге місце (40 274 МВт), а Німеччина продовжувала утримувати третю позицію (27 364 МВт). У 2011 р. ситуація відносно 2010 р. не змінилась [10].

У 2010 р. у Китаї було встановлено вітроустановок загальною потужністю 18 928 МВт, що перевищило 50% від усіх нових вітроустановок у світі. У 2011 р. в Китаї відбулося скорочення введених потужностей (17 600 МВт) порівняно з попереднім роком, але він продовжує залишатись світовим лідером як за новими введеними потужностями, так і за загальною потужністю вітроенергетики (62 364 МВт) [9; 11]. Також його слід вважати світовим центром вітроенергетичної промисловості, де виготовляється понад половина світового виробництва вітроагрегатів. У табл. 1 зазначено десять найбільших світових виробників вітроустановок та їхня частка у загальносвітовому виробництві.

Доцільно зауважити, що дані, які наводить британська нафтова компанія BP (мала назву British Petroleum, а у 2001 р. змінила її на Beyond Petroleum) відрізняються від даних Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (WWEA) до 5%.

Аналізуючи обсяги введених потужностей вітроустановок у різних країнах, можна зіставляти лише наявні можливості, але таке порівняння не дає оцінки, наскільки ці потужності ефективно використовуються. Навіть питомі показники, такі, як встановлена потужність вітроустановок відносно чисельності населення, площі території країни, чи ВВП, не дають оцінки ефективності експлуатації встановленого обладнання.

У цьому випадку ефективність використання встановлених вітроустановок буде означати, скільки спожитої електроенергії (кВт·год) припадає на одиницю встановленої потужності (кВт). Якщо опустити втрати в мережах, споживання електроенергії на потребу ВЕС, припустити, що весь час вітроустановка працює з максимальною

потужністю, то теоретично цей показник може становити 8 760 кВт·год/кВт (365 днів за рік помножити на 24 год за добу). Відповідно, якщо отриманий показник ефективності використання встановленої потужності розділити на 8 760 год за рік, то отримаємо частку використання встановленої потужності.

Серед регіонів світу лідером за цими показниками був Близький Схід (2 884,6 кВт·год/кВт та 32,93%), далі у рейтингу йшли Північна Америка (2 492,3 кВт·год/кВт та 28,45%), Європа та Євразія (1 879,5 кВт·год/кВт та 21,46%), Африка (1 845,9 кВт·год/кВт та 21,07%), Центральна та Південна Америка (1 654,8 кВт·год/кВт та 18,89%), Азія та Тихоокеанський басейн (1 351,6 кВт·год/кВт та 15,43%) при середньосвітових показниках (1 826,4 кВт·год/кВт та 20,85%). Детально зупиняємось на показниках країн Близького Сходу, Африки, Центральної та Південної Америки недоцільно через незначний розвиток вітроенергетики у цих регіонах світу. Серед трійки лідерів у розвитку вітроенергетики лідером була Північна Америка (в першу чергу за рахунок США), далі Європа та Євразія (насамперед країни Західної Європи) і лише на третій позиції країни Азії та Тихоокеанського басейну (насамперед Китай та Індія).

По окремих країнах лідером за ефективністю роботи вітроенергетики були США (2 569,9 кВт·год/кВт та 29,34%). Серед Європейських країн лідером була Данія (2 521,7 кВт·год/кВт та 28,79%), друге місце посідала Великобританія (2 442,0 кВт·год/кВт та 27,88%), а Німеччина (1 599,3 кВт·год/кВт та 18,26%) серед групи з шести європейських країн, по яких надається статистика, посідала лише п'яте місце. Китай, який за останні два роки став лідером у розвитку вітроенергетики за введеними потужностями, за ефективністю їхнього використання (1 172,9 кВт·год/кВт та 13,39%) займав передостаннє місце, поступаючись США у 2,19 рази. Гірша ситуація лише у Мексики (2 884,6 кВт·год/кВт та 4,07%).

Відставання Китаю можна пояснити наступним. На ефективність використання вітроенергетичного обладнання, у першу чергу, впливає наявний вітропотенціал і, відповідно, вибір найкращих ділянок для розміщення ВЕС. Другим важливим фактором є якість і придатність до роботи самого обладнання: можливість працювати тривалий час без зупинки і обслуговування, мінімальна швидкість вітру, яка необхідна для запуску вітроагрегата, та максимально допустима швидкість вітру для його роботи. Окрім зазначеного, у випадку зіставлення не виробництва електроенергії вітроенергетикою, а саме споживання електроенергії виробленої ВЕС з їх встановленою потужністю, на одне з перших місць виходить наявність якісної мережі передавання електроенергії з мінімальними втратами.

Можна констатувати, що світовий лідер за встановленою потужністю - Китай - суттєво поступається США та країнам Європи за ефективністю використання власної вітрової енергетики. Це пояснюється менш якісним обладнанням, хоча воно і є значно дешевшим за європейські та американські аналоги. Так вартість встановлення нової вітроустановки в Китаї коштує в межах 1 300 - 1 450 дол./кВт, у Європі - 1 850 - 2 100 дол./кВт, а у Північній Америці - 2 000 - 2 200 дол./кВт [13]. Також меншою є увага до вибору ділянок з розміщення ВЕС та відставанням у розбудові мережі

Темпи зростання світової вітроенергетики, %

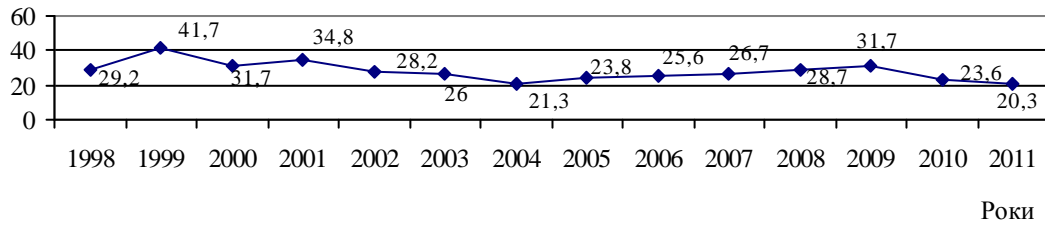


Рис. 3. Темпи зростання світового ринку вітроенергетики до попереднього року (1998 – 2011 рр.) [9]

Загальна встановлена потужність, МВт

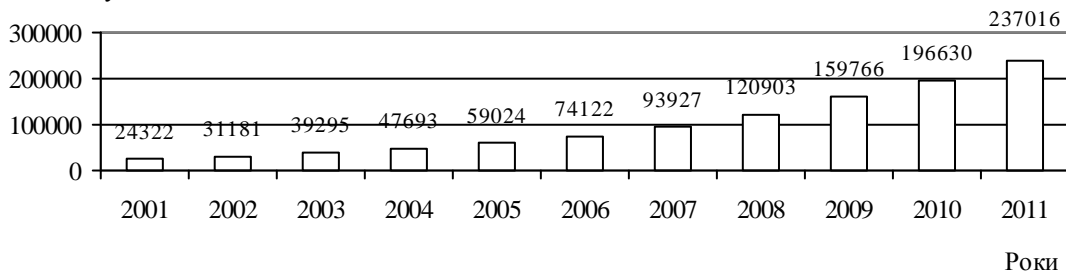


Рис. 4. Динаміка загальносвітового зростання загальної встановленої потужності вітроустановок (2001 – 2011 рр.) [9]

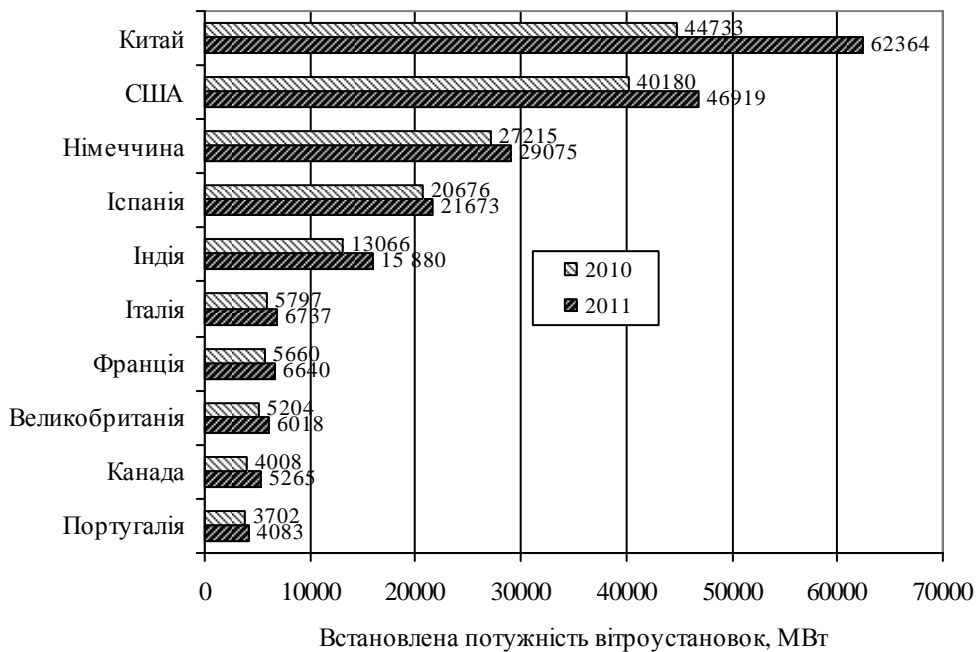


Рис. 5. Десять провідних країн світу за встановленою потужністю вітроустановок у 2010 – 2011 рр. [9]

Таблиця 1. Провідні світові виробники вітроенергетичного обладнання у 2011 р. [12]

Компанія	Країна	Загальна потужність вітроустановок, МВт	Частка у загальносвітовому виробництві, %
1. Vestas	Данія	5 217	12,7
2. Sinovel	Китай	3 700	9,0
3. Goldwind	Китай	3 600	8,7
4. Gamesa	Іспанія	3 308	8,0
5. Enercon	Німеччина	3 203	7,8
6. GE Wind Energy	США	3 170	7,7
7. Suzlon Group	Індія	3 116	7,6
8. Guodian United Power	Китай	3 042	7,4
9. Siemens Wind Power	Німеччина	2 591	6,3
10. Ming Yang	Китай	1 500	3,6

Таблиця 2. Ефективність використання вітрової енергії у провідних країнах світу у 2011 р. [10]

Країна	Споживання, млрд. кВт·год	Встановлена потужність, МВт	Ефективність використання, кВт·год/кВт	Частка використання встановленої потужності, %
Північна Америка	133,3	53485	2492,3	28,45
США	121	47084	2569,9	29,34
Канада	12	5278	2273,6	25,95
Мексика	0,4	1123	356,2	4,07
Центральна та Південна Америка	4,4	2659	1654,8	18,89
Європа, Євразія	182	96835	1879,5	21,46
Данія	9,9	3926	2521,7	28,79
Франція	11,6	6836	1696,9	19,37
Німеччина	46,5	29075	1599,3	18,26
Італія	9,6	6743	1423,7	16,25
Іспанія	42,4	21726	1951,6	22,28
Великобританія	15,8	6470	2442,0	27,88
Близький Схід	0,3	104	2884,6	32,93
Африка	2,3	1246	1845,9	21,07
Азія та Тихоокеанський басейн	115,1	85156	1351,6	15,43
Китай	73,2	62412	1172,9	13,39
Індія	26,4	16078	1642,0	18,74
Світ загалом	437,4	239485	1826,4	20,85

електропостачання.

У статті проаналізовано розвиток світової енергетики як одного з найбільш динамічних напрямів розвитку альтернативної енергетики з використанням відновлювальних джерел енергії. Визначено лідируючу позицію Китаю за встановленою потужністю вітроустановок, починаючи з 2010 р.

Розглянуто ефективність та частку використання встановленої потужності вітроустановок у провідних країнах світу з розвитку вітроенергетики, де позиції лідера займають США (2 569,9 кВт·год/кВт та 29,34 %), Данія (2 521,7 кВт·год/кВт та 28,79 %), а Великобританія (2 442,0 кВт·год/кВт та 27,88 %), а

Китай (1 172,9 кВт·год/кВт та 13,39 %), навпаки, є одним з аутсайдерів.

Зазначені основні причини, які впливають на ефективність роботи вітроустановок, серед яких найважливішими є наявний вітропотенціал і вибір найкращих ділянок для розміщення ВЕС, якість і придатність до роботи самого обладнання вітроустановки, наявність мережі передавання електроенергії, що забезпечує мінімальні втрати.

Подальших наукових досліджень потребує аналіз впливу окремих факторів на ефективність роботи лідерів світової вітроенергетики з можливістю використання їхнього позитивного досвіду в Україні.

Список літератури

1. *Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії. [Текст] / Під заг. ред. А. К. Шидловського. – Київ.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.*
2. *Українська вітроенергетична асоціація – UWEA (Ukrainian Wind Energy Association – UWEA). Вітроенергетика України 2010. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uwea.com.ua/files/Ukrainian_Wind_Energy_Sector_Review_2010_Rus.pdf.*
3. *Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Т. 1. Від вогню та води до електрики. [Текст] – К.: 2006. – 304 с.*

4. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. Руководство по энергетической статистике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/metod/ManualRussian_web.pdf.
5. Интернет-видання про енергетику енергоресурс. Нафтова криза 1973 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://energetyka.com.ua/slovarterminov/357-naftova-kriza-1973-roku>.
6. Лоран, Э. Нефть: ложь, тайны, маханацции. [Текст] / Эрик Лоран; пер. с фр. Татьяна Ждановой. – М.: СТОЛИЦА-ПРИНТ, 2008. – 432 с.
7. Хаггер, Н. Синдикат. История грядущего мирового правительства. [Текст] / Николас Хаггер; пер. с англ. Татьяна Новиковой – М.: СТОЛИЦА-ПРИНТ, 2007. – 768 с.
8. Інститут відновлювальних джерел енергії. Доповідь С. О. Кудря. Перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні до 2030 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ive.org.ua/wp-content/uploads/2012/06/%D0%9A%D1%83%D0%B4%D1%80%D1%8F-22.04.2012-FINAL.pdf>.
9. Всесвітня вітроенергетична асоціація (The World Wind Energy Association – WWEA). Вітроенергетика світу звіт за 2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergyReport2011.pdf>.
10. Сайт британської компанії BP. Статистичний огляд світової енергетики за 2012 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/spreadsheets/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.xlsx.
11. Всесвітня вітроенергетична асоціація (The World Wind Energy Association – WWEA). Вітроенергетика світу звіт за 2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010_ru.pdf.
12. Глобальний ресурс новин з відновлювальної енергетики. Провідні виробники вітроустановок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rechargenews.com/energy/wind/article306897.ece?cmpid=rss>.
13. Міжнародне агентство з відновлювальних джерел енергії (International Renewable Energy Agency – IRENA). Технології аналізу витрат енергії вітру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-WIND_POWER.pdf.

РЕЗЮМЕ

Нараевский Сергей

Анализ развития ветровой энергетики на мировом рынке

Проанализировано развитие ветроэнергетики от начала XXI ст. Проведено сравнительную характеристику эффективности использования ветроустановок в ведущих странах мира. Определены причины, которые оказывают основное влияние на эффективную работу ветроэнергетики.

RESUME

Narayevs'ky Sergiy

The wind energy development analysis in world market

The wind energy development since the beginning of the XXI century has been analyzed. Comparative characteristics of the efficiency usage of wind setting in the leading countries of the world has been done. The factors that mainly influence the effective work of the wind energy have been identified.

Стаття надійшла до редакції 21.09.2012 р.