

ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ І СТАН В УКРАЇНІ

У роботі наведено оцінку сучасного стану сонячної енергетики у країнах ЄС і Україні шляхом порівняльного аналізу за критеріями фактичних встановлених потужностей сонячних фотоелектростанцій і виробленої ними електроенергії; досліджено відповідність фактичної динаміки сонячної генерації розрахунковим показникам індикативних проміжних траєкторій Національних планів дій з відновлюваної енергетики країн ЄС та України; виявлено закономірності розвитку сонячної генерації країн ЄС за період 2002-2013 рр. за допомогою статистичного аналізу одномірних інтервальних рядів динаміки обсягів виробництва електроенергії сонячними фотоелектростанціями та розрахунку ланцюгових характеристик ряду динаміки – абсолютного приросту, коефіцієнту зростання, темпу приросту; наведено світові тенденції розвитку ринку сонячних фотоелектростанцій як за регіонами світу, так і між країнами одного регіону; виділено основні чинники, що впливають на розвиток сонячної енергетики в Україні та світі.

Ключові слова: сонячна енергетика, встановлена потужність, виробництво електроенергії, темпи приросту, індикативні цілі.

Вступ. Для зміцнення енергетичної незалежності будь-якої держави необхідно підвищувати рівень диверсифікації джерел енергоносіїв і збільшувати частку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в енергетичному балансі країни. Для країн ЄС на законодавчому рівні впровадження відновлюваної енергетики було закріплено у Директиві Європейського Парламенту та Ради ЄС 2009/28/ЄС про заохочення використання енергії, виробленої з ВДЕ, яка передбачає досягнення до 2020 р. обов'язкової мети - 20% від кінцевого споживання енергії за рахунок ВДЕ. На виконання вимог Директиви 2009/28/ЄС країнами ЄС наприкінці 2010 р. та початку 2011 р. було прийнято Національні плани дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (НПДВЕ). Ці плани визначають зростання частки енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому обсязі споживання енергії і, зокрема, надають показники індикативної проміжної траєкторії (ІПТ) щодо річного прогнозного зростання встановлених потужностей і обсягів виробництва електроенергії сонячною генерацією. Приєднання України до Енергетичного співтовариства зобов'язує Україну до ратифікації відповідних норм законодавства ЄС, зокрема, - імплементації Директиви 2009/28/ЄС, тому у жовтні 2014 р. розпорядженням Кабінету Міністрів України затверджено НПДВЕ. Визначені Україною національні індикативні цілі у відновлюваній енергетиці, зокрема, передбачають введення у 2020 р. в експлуатацію об'єктів сонячної генерації із загальною встановленою потужністю 2300 МВт та забезпечення обсягів виробництва електроенергії 2420 млн.кВт·год [1-2].

Сьогодні сонячна енергетика стає важливим напрямом реалізації державної політики у сфері ВДЕ для багатьох країн світу. Це пов'язано з тим, що за останні роки сегмент технологій сонячної генерації став одним з найбільш швидкозростаючих на світовому ринку енергоефективних технологій. Заплановане у НПДВЕ для 2020 р. досягнення частки енергії, виробленої сонячними фотоелектричними станціями (ФЕС), в електрогенерації залежить від рівня виконання показників ІПТ, що визначають річні показники для встановлених потужностей та обсягів електроенергії, виробленої ФЕС, для періоду 2014-2020 рр. Оскільки кількісні значення, надані у ІПТ, є розрахунковими, для успішного досягнення національних індикативних цілей необхідно досліджувати рівень їх виконання та аналізувати наслідки впливу нових факторів, виникнення яких не передбачалось у прогнозних оцінках.

Мета та завдання: визначення стану та інтенсивності змін у сегменті сонячної генерації за показниками фактичних встановлених потужностей, обсягів і темпів приросту обсягів виробництва електроенергії ФЕС та їх поширеності за регіонами світу для оцінки відповідності фактичного стану розрахунковим показникам ІПТ у НПДВЕ країн ЄС і України та характеристики світових тенденцій розвитку сонячної енергетики.

Аналіз фактичного стану та показників НПДВЕ для сонячної енергетики в країнах ЄС та Україні. Національні цілі та розрахункові показники ІПТ для сонячної енергетики кількісно суттєво розрізняються серед країн ЄС. Для виявлення стану розвитку сонячної енергетики в країнах ЄС та Україні було проведено порівняльний аналіз фактичних значень та розрахункових показників НПДВЕ за критеріями встановленої фактичної потужності ФЕС, під'єднаних до мережі, та виробництва ними

електроенергії. Оцінка була проведена для 28 країн ЄС на підставі показників звітного 2013 р., опублікованих на цей час статистичною організацією Європейської Комісії (Eurostat) [3] та даних [4]. Для аналізу стану сонячної енергетики в Україні використовувались дані Державної служби статистики України (Держстат) та енергетичної статистики Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності) [5-6].

Результати статистичного аналізу показників фактичної встановленої потужності сонячних ФЕС, під'єднаних до мережі, в країнах ЄС-28 та Україні у 2013 р. приведені на рис.1.

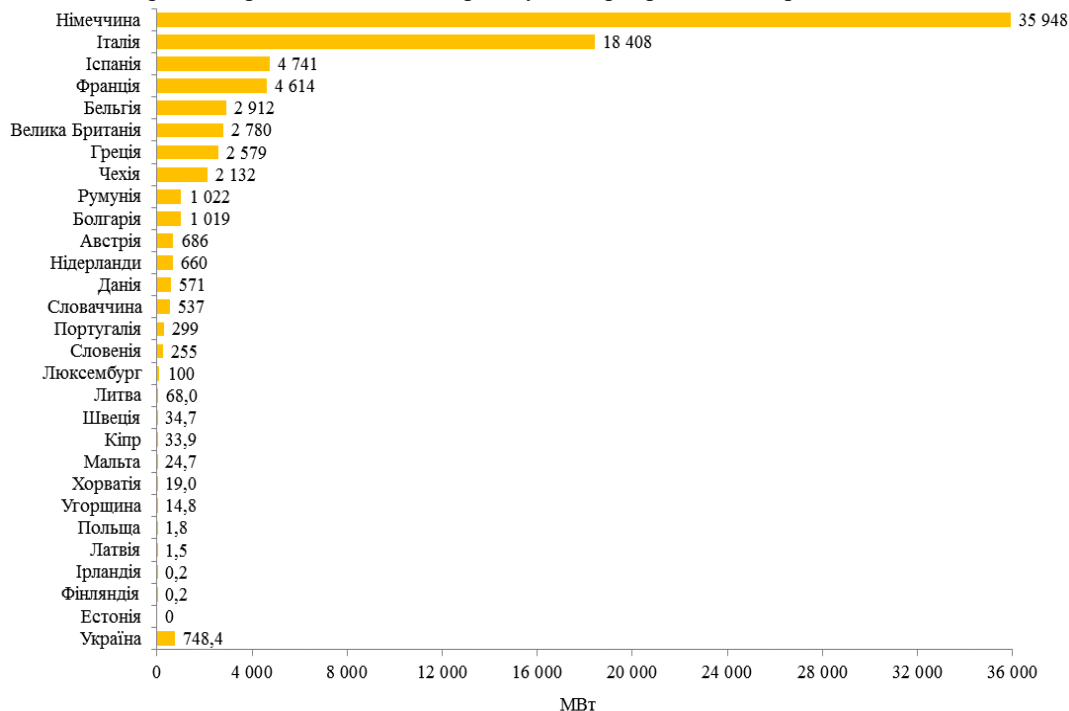


Рис.1. Фактична встановлена потужність ФЕС, під'єднаних до мережі; країни ЄС-28 та Україна, 2013 р.

Порівняння розрахункових показників ІПТ для встановлених потужностей ФЕС в країнах ЄС-28 [7] з фактичними показниками 2013 р. наведено на рис. 2. Відсутність на діаграмі Естонії та Ірландії на діаграмі пов'язана з тим, що сонячна енергетика не включена цими країнами до НПДВЕ.

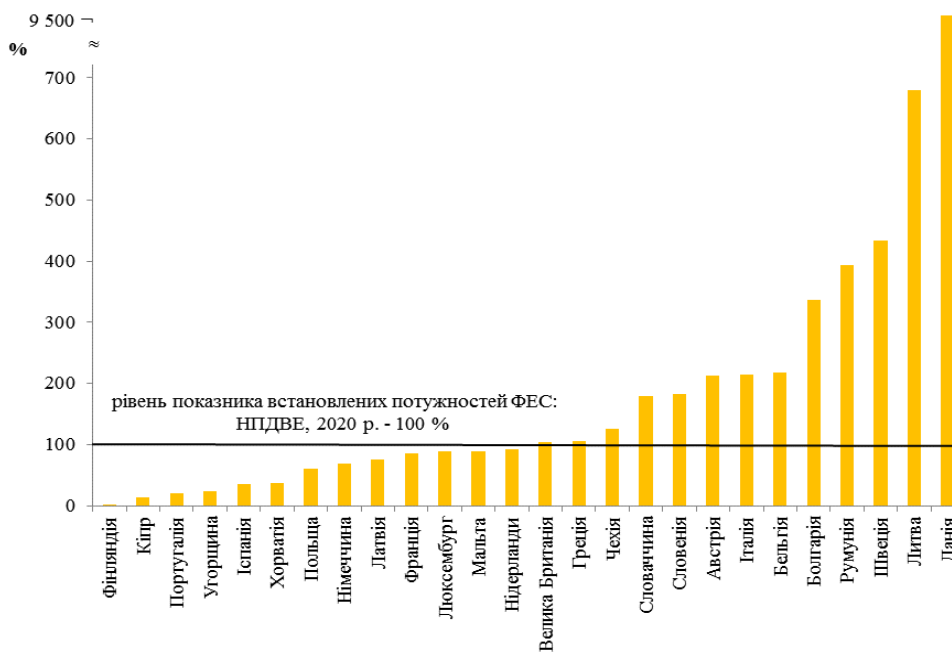


Рис.2. Рівень виконання НПДВЕ за показником встановлених потужностей ФЕС; країни ЄС-28, 2013 р.

Для Данії спостерігаються надмірні значення рівня виконання показника встановлені потужності згідно з її НПДВЕ (9 517 %). Це пов'язане з тим, що країною було закладено у НПДВЕ встановлення лише 6 МВт, а фактичні встановлені потужності ФЕС у 2013 р. значно перевищили цей розрахунковий показник, сягнув 571 МВт.

Загальна потужність, яка мала бути встановлена в ЄС-28 за розрахунковими показниками НПДВЕ [7], мала дорівнювати 47 792 МВт у 2013 р. та 93 485 МВт у 2020 р. Однак, за підсумком 2013 р. було встановлено 78 890 МВт, і показники ППТ для встановлених потужностей ФЕС були виконані у 24 країнах ЄС. Причому, як можна побачити з рис.2, за рівнем виконання за цей рік у 13 країнах даний показник досягнув або перевищив цілі 2020 р., а за попередніми оцінками результатів 2014 р. [8] він був виконаний на рівні 2020 р. вже у 15 країнах.

Результати статистичного аналізу показників обсягів виробництва електроенергії ФЕС в країнах ЄС-28 та Україні у 2013 р. наведено на рис.3.

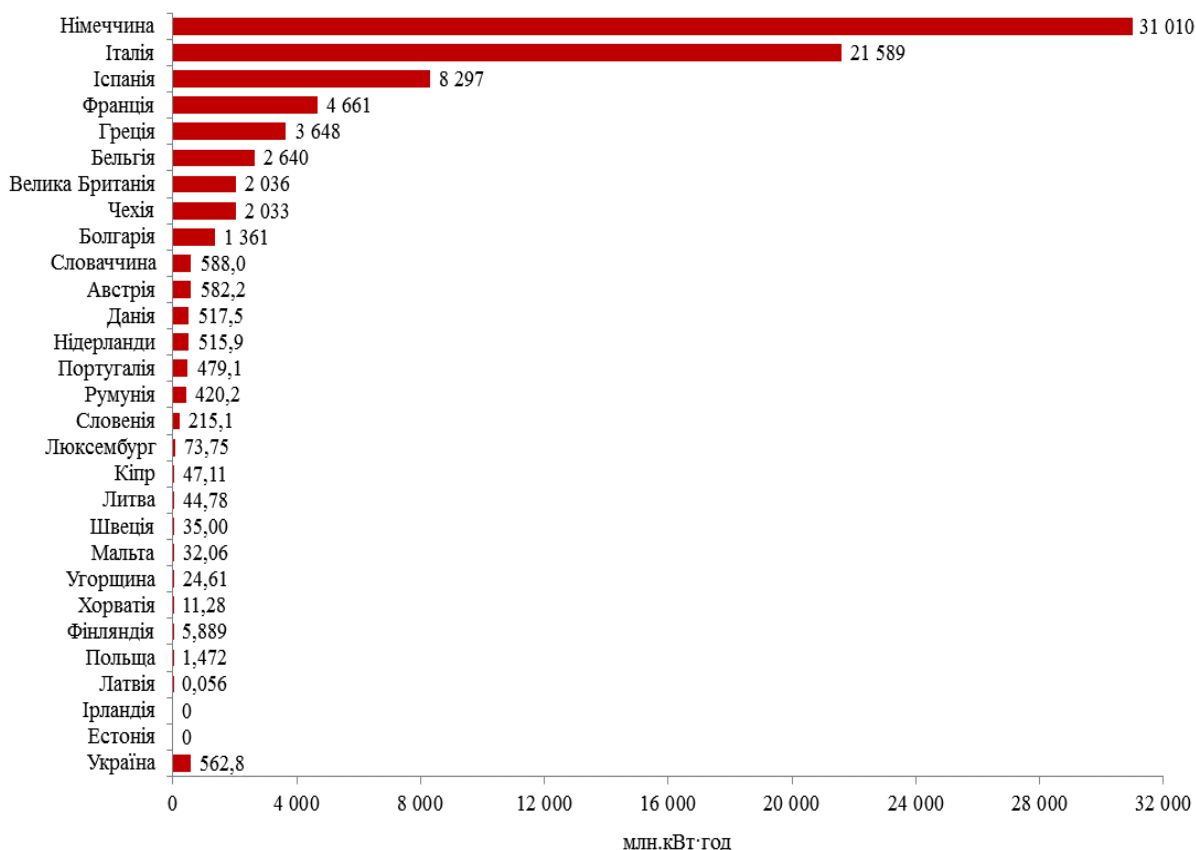


Рис.3. Обсяги виробництва електроенергії ФЕС; країни ЄС-28 та Україна, 2013 р.

Сукупний річний обсяг виробництва електроенергії сонячною енергетикою в країнах ЄС-28 у 2013 р. сягає дуже високого рівня – 80 867 млн.кВт·год, що майже дорівнює кінцевому споживанню енергії за цей рік у таких країнах як Фінляндія (79 828 млн.кВт·год) чи Бельгія (81 896 млн.кВт·год). У загальному кінцевому споживанні енергії в країнах ЄС-28 (2 769 885 млн.кВт·год) частка сонячної енергетики дорівнювала 2,92%. Але, як можна побачити, вклад окремих країн ЄС у показник сукупного річного обсягу виробництва електроенергії сонячними ФЕС дуже сильно розрізняється, причому на Німеччину, Італію та Іспанію припадає близько двох третин (рис.3).

Порівняння розрахункових показників ППТ для сонячної енергетики, які визначені країнами ЄС-28 у НПДВЕ [7], та їх фактичного рівня виробництва електроенергії сонячними ФЕС у 2013 р. наведено на рис.4. Відсутність на діаграмі Фінляндії пов'язана з тим, що в її НПДВЕ не були визначені обсяги виробництва електроенергії для зазначених в плані показників встановлених потужностей. Для Данії перевищення розрахункового показника до надмірних значень - майже у 130 разів (або 12 938 %) - пов'язане з тим, що відповідно до її НПДВЕ мало бути вироблено лише 4 млн.кВт·год, а вже у 2013 р. фактичні обсяги виробництва електроенергії в цій країні склали 517,5 млн.кВт·год. Як можна побачити, показники ППТ для сонячної енергетики щодо обсягів виробництва електроенергії були виконані у 22 країнах ЄС. Причому за рівнем виконання цей показник у 12 країнах перевищив цілі НПДВЕ для 2020 р.

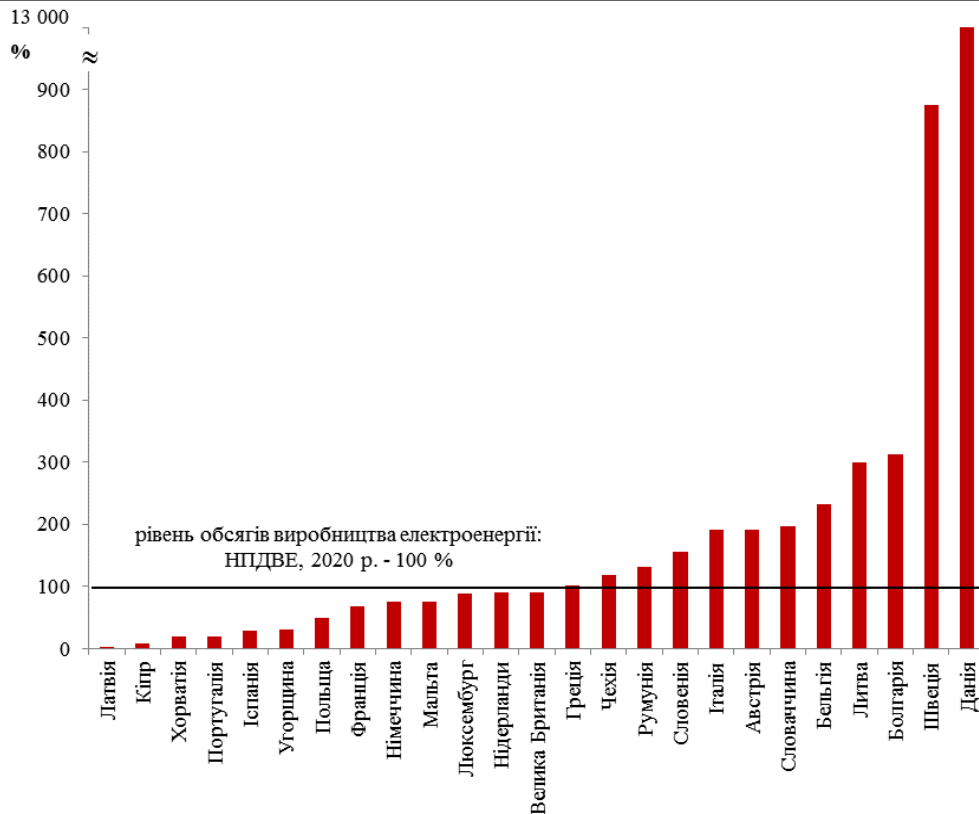


Рис.4. Рівень виконання показників НІДВЕ за обсягами виробництва електроенергії ФЕС; країни ЄС-28, 2013 р.

За результатами порівняльного аналізу по країнам ЄС-28 можна зазначити наступні розбіжності фактичних та розрахункових показників: фактичний сукупний річний обсяг склав 80 867 млн.кВт·год, а сукупні розрахункові показники ППТ дорівнювали у 2013 р. - 46 679 млн.кВт·год; у 2020 р. - 103 378 млн.кВт·год; загальна фактична встановлена потужність сонячних ФЕС у 2013 р. склала 79 461 МВт, а сукупні розрахункові показники ППТ дорівнювали у 2013 р. - 45 782 МВт; у 2020 р. – 91 471 МВт.

Проведений аналіз свідчить, що сьогодні розрахункові показники НІДВЕ починають втрачати своє прогнозне значення. Це відбувається у зв'язку з тим, що з часу прийняття та оприлюднення країнами ЄС їх НІДВЕ спостерігається значна зміна факторів впливу, які формують нові тенденції. До таких факторів, на думку експертів [8-11], в першу чергу слід віднести ситуацію на ринку сонячних ФЕС. Показники для сонячної генерації, що закладені у НІДВЕ, були розраховані за прогнозом, який не передбачав таке суттєве скорочення витрат на виробництво електроенергії ФЕС, яке відбулось з часу публікації НІДВЕ у 2010-2011 рр. Однією з перешкод у поширенні сонячної енергетики була висока вартість фотоелектричних модулів, але за останні шість років вартість модулів зменшилась у п'ять разів, а вартість ФЕС - майже у три рази. Середня розрахункова собівартість виробництва електроенергії ФЕС протягом усього життєвого циклу з урахуванням усіх інвестицій, витрат і доходів для децентралізованих систем сонячної енергетики наближається, а у деяких випадках навіть є нижчою, роздрібних цін на ринках електроенергії. Сонячна генерація вже може бути конкурентоспроможною в часи пікового попиту, особливо в районах, де він покривається за рахунок ТЕС, що призводить до додаткових витрат традиційних видів палива. Зменшення вартості у поєднанні із змінами у світовому енергетичному секторі змінюють роль сонячної енергетики. Ця ситуація вплинула на зміни у дорожній карті розвитку сонячної генерації МЕА: у новій редакції 2014 р. сонячна енергетика у світовому виробництві електроенергії до 2050 р. має забезпечити вже 16 %, що на 5% більше аніж це було зазначено раніше.

За показниками ППТ, визначеними у НІДВЕ України для сонячної енергетики, загальна встановлена потужність сонячних ФЕС у 2014 р. мала дорівнювати 860 МВт, а виробництво електроенергії – 900 млн.кВт·год. У дійсності фактична встановлена електрична потужність сонячних ФЕС в 2014 р. була меншою - 819 МВт, і обсяги виробленої електроенергії також - 485 млн.кВт·год. Таке суттєве скорочення обсягів виробництва електроенергії у порівнянні з 2013 р. (див. рис.3) пов'язано з тим, що ці дані є неповними. Згідно з повідомленням Держенергоєфективності [6] постачання електроенергії сонячними електростанціями, що знаходяться на тимчасово окупованій території АР Крим, до об'єднаної

енергетичної системи України припинено з квітня 2014 року, а на цей території знаходиться 28 сонячних ФЕС із сукупною встановленою потужністю близько 407 МВт. Для визначення частки сонячної електроенергетики у загальному виробництві електроенергії використовувались дані Держстату [5]. Відповідно до них загальний обсяг виробництва електроенергії склав 181,9 млрд.кВт·год, причому частка теплових електростанцій дорівнювала 45,52 % (82,8 млрд.кВт·год), а атомних – 48,60 % (88,4 млрд.кВт·год). За таких показників у 2014 р. частка сонячної електроенергетики у загальному виробництві електроенергії в Україні склала лише 0,27 %.

Абсолютні та відносні показники динаміки обсягів виробництва електроенергії сонячними ФЕС в країнах ЄС. Для прогнозування рівня виробництва електроенергії ФЕС, прийняття можливих коригуючих управлінських рішень необхідно оцінювати динаміку й інтенсивність змін; аналізувати вплив факторів, що з'явилися останнім часом і не були враховані при формуванні прогнозних оцінок. Швидкість та інтенсивність змін в секторі сонячної енергетики, які відбувалися на різних етапах розвитку, були визначені шляхом розрахунку низки абсолютних і відносних характеристик ряду динаміки обсягів виробництва електроенергії сонячними ФЕС за період 2002–2013 рр. Для побудови ряду динаміки використовувались статистичні дані Eurostat [3], що забезпечило виконання вимоги порівнянності значень всіх рівнів ряду динаміки (зокрема, за методикою розрахунку, періодом і об'єктами спостереження, одиницями спостереження і вимірювання).

Для визначення абсолютної швидкості зміни рівнів ряду динаміки було розраховано ланцюговий абсолютний приріст Δ_t^n (млн.кВт·год) поточного t -го рівня ряду динаміки y_t :

$$\Delta_t^n = y_t - y_{t-1}. \quad (1)$$

Відносна швидкість зміни рівнів характеризується ланцюговим коефіцієнтом зростання k_t^n :

$$k_t^n = \frac{y_t}{y_{t-1}} = \frac{\Delta_t^n}{y_{t-1}} + 1. \quad (2)$$

Інтенсивність змін рівнів обсягів виробництва електроенергії сонячними ФЕС визначається значеннями ланцюгового темпу приросту $T_{np_t}^n$:

$$T_{np_t}^n = \frac{\Delta_t^n}{y_{t-1}} = k_t^n - 1. \quad (3)$$

Якщо швидкість розвитку в межах завданого періоду є неоднаковою, тоді необхідно розрахувати абсолютне δ_{abc} (млн.кВт·год) та відносне δ_{eid} прискорення або уповільнення динаміки:

$$\delta_{abc} = \Delta_t^n - \Delta_{t-1}^n; \quad \delta_{eid} = T_{np_t}^n - T_{np_{t-1}}^n. \quad (4)$$

Результати розрахунків абсолютних і відносних показників ряду динаміки сукупного обсягу виробництва електроенергії сонячними ФЕС країн ЄС за період 2002-2013 рр., одержаних за формулами (1)-(4), наведено у табл.1.

Таблиця 1.

Показники динаміки виробництва електроенергії ФЕС; країни ЄС-28, 2002-2013 рр.

Рік	y_t , млн. кВт·год	Δ_t^n , млн. кВт·год	k_t^n	$T_{np_t}^n$	δ_{abc} , млн. кВт·год	δ_{eid}
2002	282	---	---	---	---	---
2003	444	162	1,58	0,58	162	---
2004	726	282	1,63	0,63	119	0,06
2005	1459	733	2,01	1,01	451	0,38
2006	2493	1034	1,71	0,71	301	-0,30
2007	3772	1280	1,51	0,51	246	-0,20
2008	7434	3662	1,97	0,97	2382	0,46
2009	14021	6587	1,89	0,89	2926	-0,08
2010	22505	8484	1,61	0,61	1897	-0,28
2011	45312	22806	2,01	1,01	14322	0,41
2012	67403	22091	1,49	0,49	-715	-0,53
2013	80867	13464	1,20	0,20	-8628	-0,29

Як можна побачити, впродовж всього періоду обсяги виробництва електроенергії сонячними ФЕС зростають і сягають максимального значення у 2013 р. Додатними також є значення абсолютного приросту (1), які відображують абсолютну швидкість зміни рівнів ряду динаміки за рік. Відповідно до

показника відносної швидкості зміни рівня (2) для всіх років спостерігається зміна рівнів ряду, оскільки ланцюговий коефіцієнт зростання $k_t^n \neq 1$, причому ця зміна відбувається з підвищенням рівнів ($k_t^n > 1$). Однак, зміни відбуваються дуже нерівномірно: максимальне значення $k_t^n = 2,01$ відповідає 2005 р. і 2011 р., а мінімальне $k_t^n = 1,20$ фіксується для 2013 р. Причому порівняння значень Δ_t^n і k_t^n для однакових років показує, що уповільнення відносної швидкості зміни рівня за деякими роками не завжди супроводжується зменшенням абсолютних приростів. Максимальна інтенсивність змін рівня обсягів виробництва електроенергії сонячними ФЕС в країнах ЄС припадає на 2005 р. та 2011 р. $-T_{np_t}^n = 1,01$, а 2013 р. характеризується мінімальною інтенсивністю змін $-T_{np_t}^n = 0,20$. Додатне значення показника динаміки $\delta_{abc} > 0$ характеризує абсолютне прискорення динаміки обсягів виробництва електроенергії сонячними ФЕС до 2011 р., а з 2012 р. цей показник є від'ємним ($\delta_{abc} < 0$), що свідчить про абсолютне уповільнення. Показник δ_{aid} показує коливання від додатного до від'ємного значення впродовж всього періоду: відносне прискорення динаміки спостерігається для 2004 р., 2005 р., 2008 р. та 2011 р. ($\delta_{aid} > 0$), а для всіх інших років цей показник є від'ємним ($\delta_{aid} < 0$), що свідчить про відносне уповільнення динаміки. Таким чином, незважаючи на те, що впродовж всього періоду обсяги виробництва електроенергії сонячними ФЕС в країнах ЄС-28 зростають, починаючи з 2011 р., зменшуються ланцюговий коефіцієнт зростання і темп приросту, спостерігається абсолютне та відносне уповільнення динаміки виробництва електроенергії сонячними ФЕС.

Світові тенденції розвитку сонячної енергетики. На початку 2002 р. ініціаторами впровадження технологій сонячної енергетики було декілька європейських країн, зокрема, Німеччина та Італія, які і залишалися лідерами впродовж наступних 10 років. Однак, починаючи з 2013 р. відбулась зміна глобальних тенденцій, і основний щорічний вклад у розвиток світового ринку сонячних ФЕС почали вносити Китай, Японія і США [9-10]. На даний момент існують лише попередні дані про рівень розвитку сонячної енергетики в 2014 р. у різних регіонах світу [8], за якими у світі було встановлено та підключені до мережі близько 38,7 ГВт сонячних ФЕС, однак зростання ринку було нижче очікуваного. За висновками [8] світовий ринок сонячних ФЕС у 2014 р. характеризувався як рік неоднорідного зростання. Про це також свідчить аналіз показників динаміки ринку сонячних ФЕС, оцінених за (1)-(3). Відповідно до нього показники динаміки у 2014 р. мають з одного боку різні тенденції за регіонами світу, а з іншого - суттєво розрізняються та мають протилежну тенденцію між країнами одного регіону. Оскільки офіційно підтвердженої статистики для 2014 р. ще не опубліковано, далі розглянуто порівняльний аналіз країн світу на підставі попередніх даних за встановленими потужностями та теоретичних оцінок можливих обсягів виробництва, представлених у [8]. Загальна встановлена потужність у світі на кінець 2014 р. склала близько 177 ГВт. Порівняння 20 країн світу, у яких у 2014 р. значення фактичної встановленої потужності сонячних ФЕС перевищило 1 ГВт, надано на рис.5.

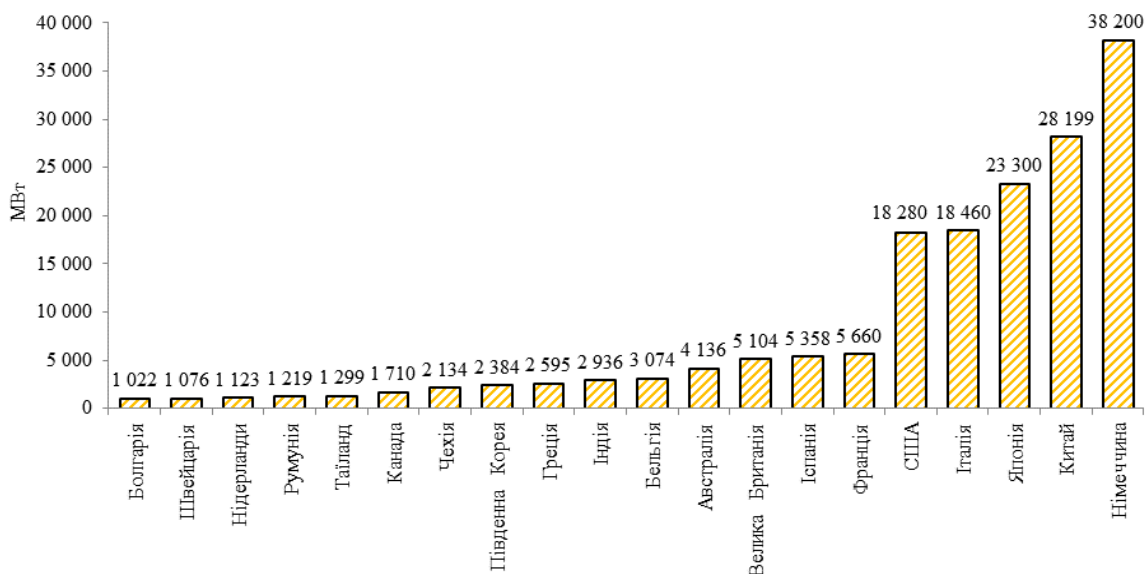


Рис.5. Країни світу з фактичною встановленою потужністю ФЕС більше 1 ГВт; 2014 р.

За підсумками розвитку ринку сонячних ФЕС у 2014 р. можна визначити наступні п'ять країн-лідерів за регіонами світу: 2 європейські країни – Німеччина та Італія; 2 країни Азіатсько-Тихоокеанського регіону – Китай та Японія; 1 країна в регіоні Північної Америки – США. Але тенденції на ринку сонячних ФЕС для цих країн були різні: якщо у Японії та США спостерігалось зростання щорічно встановлюваних потужностей, в Китаї - стабілізація, то в Європі продовжувалось падіння ринку, яке почалося у 2013 р. Зокрема, спад щорічної встановленої потужності і зменшення інтенсивності змін у динаміці ринку показав ланцюговий темп приросту $T_{np_t}^n$: для Німеччини - 0,06; Данії - 0,06; Бельгії - 0,06; Австрії - 0,12; Румунії - 0,19; Іспанії - 0,13. Він майже не змінювався в Чехії - 0,001; Італії - до 0,003; Греції - 0,006; Болгарії - 0,003.

З іншого боку, серед країн ЄС-28 ринок Великої Британії у порівнянні з минулим роком характеризувався значним зростанням за показником щорічної встановленої потужності - $T_{np_t}^n = 0,84$, також відмічались позитивні тенденції для ринку Франції - $T_{np_t}^n = 0,23$, та Нідерландів - $T_{np_t}^n = 0,70$. Серед інших європейських країн відмічається суттєве зростання у Швеції - $T_{np_t}^n = 1,28$ (79 МВт), та позитивна динаміка у Португалії - $T_{np_t}^n = 0,31$ (391 МВт).

Серед інших країн, де значення встановленої потужності на кінець 2014 р. досягли порівняно високих показників, слід відмітити ПАР - 922 МВт, Україну - 819 МВт, Тайвань - 776 МВт, Австрію - 766 МВт та Ізраїль - 731 МВт, але вони ще не змогли подолати відмітки 1 ГВт.

Проте, незважаючи на спад, як і раніше, лідером за значенням загальної фактичної встановленої потужності серед країн Європи та світу в 2014 р. залишалась Німеччина (див. рис.5).

Оцінка виробництва електроенергії сонячною енергетикою у 2014 р., наведена у [8], носить приблизний характер, оскільки повних статистичних даних для цього року ще немає. Обсяги електроенергії, які можуть бути вироблені сонячною генерацією за показниками встановлених потужностей, легко розрахувати для окремої ФЕС, але набагато складніше для всієї країни або регіонів світу. Складнощі у розрахункових оцінках пов'язані з декількома факторами: часом встановлення ФЕС (наприклад, якщо встановлення відбуватися в грудні, то цією ФЕС буде вироблено лише малу частку від прогнозного річного виробництва електроенергії); кліматичними умовами та регуляторними змінами, що відбулись у країнах за рік. З цих причин, якщо виробництво електроенергії сонячними ФЕС в країні оцінюється за сукупною потужністю, встановленою у 2014 р., то розрахунки виконуються для близького до оптимального розміщення ФЕС та їх орієнтації до сонячного випромінювання за середніх погодних умов досліджуемого регіону при незмінних регуляторних чинниках впливу. Тому, приймаючи до уваги певну неточність попередніх розрахунків для 2014 р., за обсягами виробництва електроенергії сонячної генерації принаймні 19 країн у світі мають достатньо можливостей для виробництва 1% від їх попиту на електроенергію за рахунок сонячної енергетики: Італія, Греція, Німеччина, Болгарія, Чехія, Бельгія, Іспанія, Румунія, Японія, Австралія, Ізраїль, Данія, Словаччина, Швейцарія, Австрія, Велика Британія, Франція, Португалія, Таїланд. У Європі загалом цей показник у 2014 р. склав близько 3,5%. Фактичні встановлені потужності Італії, Греції та Німеччини мають зараз можливості забезпечити відповідно 7,9%, 7,6% та 7,0% від їх річного попиту на електроенергію за рахунок сонячної енергетики.

За результатами проведеного дослідження можна виділити наступне. На ринках ФЕС, які існують вже довгий час, на даний момент присутня тільки незначна кількість країн. В 2014 р. розвиток ринків ФЕС, як і раніше, відбувався менш ніж в 40 країнах світу. У Європі найбільший розвиток сонячної генерації спостерігався до 2012 р., а впродовж останніх двох років відбувається спад. Поширення ФЕС в Україні стикається сьогодні з низкою перешкод як економічного, так і законодавчого характеру. Для їх подолання необхідно зменшення капіталоемності сонячної генерації, її інтеграція до ринку електроенергії, а також вирішення пов'язаних з цим законодавчих та нормативних питань з урахуванням досвіду країн, які є лідерами в даному секторі. Оскільки сонячна енергетика стає все більш конкурентоспроможною на ринках електроенергії, зміни в законодавчій базі й енергетичній політиці щодо підтримки її розвитку повинні бути максимально прозорими і передбачуваними. Неузгодженість у політиці призводить до збільшення необґрунтованих витрат як для інвесторів, так і для споживачів.

Висновки.

Порівняльний статистичний аналіз стану сонячної енергетики в країнах ЄС та Україні за показниками фактичної встановленої потужності сонячних ФЕС та обсягів виробленої ними електроенергії довів, що сьогодні розрахункові показники ППТ, визначені у НПДВЕ для сонячної генерації, втрачають прогнозне значення, оскільки у більшості країн ЄС впровадження сонячної генерації виконано на рівні цілей 2020 р. Це відбулось внаслідок зміни факторів впливу, де одним з

головних є зменшення вартості виробництва електроенергії сонячною генерацією, що підвищує її конкурентоспроможність і формує нові ринкові тенденції. В Україні, показники ІПТ для 2014 р. невиконані; окрім економічних факторів це пов'язано з припиненням постачання до об'єднаної енергетичної системи України електроенергії, виробленої сонячними ФЕС у АР Крим. За допомогою статистичного аналізу одновимірних інтервальних рядів динаміки обсягів виробництва електроенергії сонячними ФЕС країн ЄС за період 2002-2013 рр. визначено, що, незважаючи на абсолютний приріст обсягів виробництва, вже з 2011 р. спостерігається зменшення ланцюгового коефіцієнту зростання і темпу приросту, а також абсолютне та відносне уповільнення динаміки. Порівняння розвитку ринку сонячних ФЕС за регіонами світу показав, що у 2014 р. відбувалось неоднорідне зростання, показники динаміки мали різні тенденції як за регіонами світу, так і між країнами одного регіону.

Список літератури

1. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance): [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>
2. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-p>
3. Eurostat Statistics Explained. Renewable energy statistics: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics
4. EUROBSERV'ER – the State of Renewable Energies in Europe. 2014 Edition / Editors: Observ'ER (FR), Renac (DE), Institute for Renewable Energy (IEO/EC BRECS, PL), Jožef Stefan Institute (SI), ECN (NL), Frankfurt School of Finance & Management (DE). - Printed by Imprimerie Graphius, 2014. - 212 pp.
5. Доповідь "Про соціально-економічне становище України за 2014 рік": [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/mp/dopovidx/arh_dop2014.html
6. Держенергоефективності України. Сучасний стан. Інформація щодо виробництва альтернативних видів палива та енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://sae.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/suchasny-stan>
7. European Commission: Energy: Topics: Renewable energy: National action plans: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/national-action-plans>
8. A Snapshot of Global PV (1992-2014) / Report IEA PVPS T1-26:2015. - IEA International Energy Agency, 2015. – 15 pp.
9. PV Status Report 2014 / Arnulf Jager-Waldau. – Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2014. – 50 pp.
10. Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018 (2014) /European Photovoltaic Industry Association: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://www.epia.org/news/publications/global-market-outlook-for-photovoltaics-2014-2018/>
11. International Energy Agency. Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy - 2014 edition. Release date: September 2014, 60 pages: [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-solar-photovoltaic-energy---2014-edition.html>

G.G. Strelkova

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

ELECTRICITY GENERATION BY SOLAR PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS:

GLOBAL TRENDS AND STATE IN UKRAINE

The paper is devoted to assessment of the state of solar electricity generation in EU-28 and Ukraine through a comparative analysis by criteria of actual installed power capacity of solar photovoltaic systems and electricity produced by them; correspondence between the actual dynamics of solar electricity generation and calculated parameters of the indicative interim trajectory for the share of solar energy of National Action Plans for Renewable Energy is investigated for EU and Ukraine; the patterns of development are revealed by one-dimensional interval time series analysis for solar electricity generation through calculation of characteristics of time series – absolute increment, coefficient of growth and rate of increment; the global trends of solar photovoltaic market both for the world regions and between the countries in the region are given; the main factors impacting the solar energy development in Ukraine and in the world are considered.

Keywords: solar energy, installed power capacity, electricity production, rate of growth, indicative targets.

1. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC

- and 2003/30/EC (Text with EEA relevance): [Electronic resource]. – Access mode: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>
2. National Action Plan on Renewable Energy for the period to 2020: [Electronic resource]. – Access mode: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-p>
 3. Eurostat Statistics Explained. Renewable energy statistics: [Electronic resource]. – Access mode: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics
 4. EUROBSERV'ER – the State of Renewable Energies in Europe. 2014 Edition / Editors: Observ'ER (FR), Renac (DE), Institute for Renewable Energy (IEO/EC BREC, PL), Jožef Stefan Institute (SI), ECN (NL), Frankfurt School of Finance & Management (DE). - Printed by Imprimerie Graphius, 2014. - 212 pp.
 5. Report on "Socio-economic situation of Ukraine for 2014": [Electronic resource]. – Access mode: http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/mp/dopovidx/arh_dop2014.html
 6. Derzhenerhoefektyvnosti of Ukraine. Current state. Information on the production of alternative fuels and energy from renewable energy sources: [Electronic resource]. – Access mode: <http://sae.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/suchasny-stan>
 7. European Commission: Energy: Topics: Renewable energy: National action plans: [Electronic resource]. – Access mode: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/national-action-plans>
 8. A Snapshot of Global PV (1992-2014) / Report IEA PVPS T1-26:2015. - IEA International Energy Agency, 2015. – 15 pp.
 9. PV Status Report 2014 / Arnulf Jager-Waldau. – Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2014. – 50 pp.
 10. Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018 (2014) /European Photovoltaic Industry Association: [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.epia.org/news/publications/global-market-outlook-for-photovoltaics-2014-2018/>
 11. International Energy Agency. Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy - 2014 edition. Release date: September 2014, 60 pages: [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-solar-photovoltaic-energy---2014-edition.html>

УДК 620.91+ 621.31

Г.Г. Стрелкова, канд. физ.-мат наук, доцент

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ:
ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И СОСТОЯНИЕ В УКРАИНЕ**

В работе дана оценка современного состояния солнечной энергетики в странах ЕС и Украине путем сравнительного анализа по критериям фактических установленных мощностей солнечных фотоэлектростанций и производимой ими электроэнергии; исследовано соответствие фактической динамики солнечной генерации расчетным показателям индикативных промежуточных траекторий Национальных планов действий по возобновляемой энергетике стран ЕС и Украины; выявлены закономерности развития с помощью статистического анализа одномерных интервальных рядов динамики объемов производства электроэнергии солнечными электростанциями и расчета цепных характеристик ряда динамики - абсолютного прироста, коэффициента роста, темпа прироста; приведены глобальные тенденции развития рынка солнечных фотоэлектростанций как по регионам мира, так и между странами одного региона; выделены основные факторы, влияющие на развитие солнечной энергетики в Украине и мире.

Ключевые слова: солнечная энергетика, установленная мощность, производство электроэнергии, темпы прироста, индикативные цели.

Надійшла 22.05.2015

Received 22.05.2015