

УДК 504.03

## АНАЛІЗ СОНЯЧНОГО ТА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ

*Величко С.А.*

Останніми роками в світовій енергетиці спостерігається збільшення долі виробництва енергії за рахунок використання поновлюваних джерел енергії. Так, за прогнозами спеціалістів [4] у 2010 році виробництво альтернативної енергетики складатиме близько 330 ТВт\*год. Причому, 16,6% цієї кількості буде одержано за рахунок енергії вітру та 3,5% за рахунок енергії сонячного випромінювання.

Аналогічна тенденція збільшення долі альтернативної енергетики притаманна й Україні, що є актуальним через необхідність реструктуризації українського енергокомплексу [1]. За прогнозами [4] у 2010 році потужність сонячних електростанцій складатиме 1000 МВт, а вітрових – 2000 МВт.

Україна має значний природний потенціал для розвитку вітрової та сонячної енергетики. Так, досить вкрити лише 0,5% поверхні України сонячними колекторами, щоб отримати всю необхідну первинну енергію [4]. Крім того, енергетичний потенціал вітрового потоку на території України складає 330 млрд. кВт і перевищує встановлену потужність електростанцій України у шість тисяч разів [4].

Проблемі оцінки та аналізу природного потенціалу розвитку вітрової та сонячної енергетики в українській науковій літературі присвячено декілька праць. Так, у [2, 3] подається аналіз просторово-часового розподілу основних показників, що характеризують потенціал сонячної енергії (радіаційний баланс, сумарна сонячна радіація, тривалість сонячного сяяння) та енергії вітру (середня швидкість вітру, безперервна тривалість робочих швидкостей вітру). Інші праці, що стосуються розвитку альтернативної енергетики в Україні торкаються тільки основних закономірностей просторового розподілу характеристик поновлюваних джерел енергії. Проте праць, що стосуються проблеми комплексного використання поновлюваних джерел енергії, зокрема природноресурсних передумов цього, майже не існує.

Метою даної роботи є спроба оцінити природні передумови комплексного використання сонячної та вітрової енергії. Для цього була виконана оцінка сумарного сонячного та вітроенергетичного потенціалу території України у відносних показниках. Був проведений їх просторово-часовий аналіз та зроблені висновки щодо перспектив комплексного використання сонячних та вітроенергетичних ресурсів на території України.

Вихідними для даного дослідження приймаються наступні положення:

- природні ресурси для сонячної та вітрової енергетики наявні на всій території України та змінюються континуально, тобто на регіональному рівні будь-яка ділянка може бути використана для встановлення об'єктів геліо- та вітроенергетики;
- порогові характеристики природних ресурсів не є ustalеними та залежать від конкретних технологій та технічних показників сонячних та вітроустановок;
- енергія, що виробляється такими установками, знаходиться в прямій залежності від базових характеристик природних ресурсів, які вони використовують;
- використання ділянок для одного типу установок не перешкоджає використанню тих же ділянок для іншого типу установок, тобто вітрові та сонячні установки можуть бути встановлені одночасно на одній ділянці.

Спираючись на вищевказані положення, були побудовані карти сумарного сонячно-вітрового потенціалу по місяцях за наступною методикою. Були взяті два показники: для характеристики сонячного потенціалу – сумарна сонячна радіація, для вітрового – середня швидкість вітру. За даними метеостанцій були побудовані карти сумарної сонячної радіації та середніх швидкостей вітру по місяцях року. За регулярною сіткою квадратів були зняті значення вищевказаних показників (у більш ніж 500 точках рівномірно розташованих по території України). Для вирівнювання ваги показників та придання їм однакової розмірності ці показники були нормовані за дисперсією. Значення нормованих показників були складені в кожній точці: так було отримано сумарний відносний показник сонячного та вітрового потенціалу. За значеннями цього показника були побудовані карти сумарного потенціалу сонячних та вітрових ресурсів в Україні для всіх місяців року.

Перед висвітленням основних результатів дослідження сумарного потенціалу потрібно вказати основні закономірності просторово-часового розподілу сонячного та вітрового енергетичних потенціалів.

Сонячний потенціал, виходячи з показника сумарної сонячної радіації, збільшується з півночі на південь, незначно відхиляючись від цього напрямку в різні боки протягом року, що викликано зміною кута падіння сонячних променів в меридіональному напрямку. Деякі регіональні відхилення від цієї закономірності викликані змінами хмарності атмосфери. Часовий розподіл сумарної сонячної радіації протягом року викликаний також зміною кута падіння сонячних променів з мінімальними значеннями в перші зимові місяці та максимальними – в перші літні місяці. Причому часова зміна сонячного потенціалу більш динамічна протягом осінніх та весняних місяців (приблизно 12-13 МДж/м<sup>2</sup> за сезон). Протягом зимових та літніх місяців зміни значно менші (приблизно 4-5 за сезон). Необхідно відмітити, що просторові зміни надходження сонячної радіації за територією України значно менші за часові зміни протягом року. Так, якщо в середньому кожного місяця показник радіації змінюється на 3 МДж/м<sup>2</sup>, то в кожному регіоні України у весняні та осінні місяці значення сумарної радіації змінюються приблизно на 5 МДж/м<sup>2</sup> за місяць.

Вітроенергетичний потенціал, виходячи з середніх швидкостей вітру, змінюється в середньому з північного заходу на південний схід у бік зростання. Причому збільшується більш динамічно у зимові місяці. В середньому просторові зміни вітропотенціалу (по регіонах) відбуваються з такими ж темпами як і часові (по місяцях), на відміну від сонячного потенціалу. Динаміка вітрового потенціалу також відрізняється від динаміки сонячного потенціалу тим, що максимальні значення вітрового потенціалу притаманні зимовим місяцям, а мінімальні – літнім. Проте територіально максимальні значення сонячного та вітрового потенціалів майже співпадають і відповідають південним та південно-східним регіонам України.

Сумарний сонячно-вітроенергетичний потенціал територіально змінюються також з північного заходу на південний схід. Характерною рисою місячних карт сонячно-вітроенергетичного потенціалу є те, що його максимуми та мінімуми на всіх картах майже співпадають. Це говорить про те, що на всій території країни протягом року діють однакові закономірності розподілу сумарного потенціалу.

Така особливість в значно меншій мірі притаманна розподілу енергетичних ресурсів сонця та вітру. Проміжні максимуми та мінімуми в різні пори року не співпадають, проте крайні максимуми та мінімуми по місяцях для кожного виду потенціалу майже співпадають. Це означає, що на фоні основних факторів, що відзначають ці потенціали і які визначають в рівній мірі розподіл потенціалу на всій території України протягом усього року, діють інші більш локалізовані фактори, що впливають на розподіл потенціалу в різній мірі в різних частинах території України та різним чином проявляються протягом року.

Таким чином, другорядні фактори, що не співпадають з основними закономірностями розподілу сонячного та вітрового потенціалів, на картах сумарного потенціалу стираються або взаємо компенсуються. Це вказує на те, що існує синтетичний фактор, який впливає на просторово-часовий розподіл сумарного сонячно-вітрового потенціалу на всій території України протягом усього року. Проте виявлення цього показника вимагає окремого дослідження, а в даній роботі для нас важливішим є висновок, що майже на всіх ділянках території України відбуваються однакові часові зміни сумарного сонячно-вітроенергетичного потенціалу протягом року.

Для більш детального дослідження часової динаміки сумарного потенціалу були побудовані діаграми динаміки сонячного, вітрового та сумарного потенціалу по обласним центрам України, частина цих діаграм представлена на рисунках 1, 2, 3.

На рисунку 1 показана зміна сонячного потенціалу протягом року у містах Чернігів, Харків, Львів та Сімферополь (для відображення динаміки у різних частинах України) у відносних показниках (для можливості порівняння з динамікою вітропотенціалу та сумарного потенціалу). Як видно, криві сонячного потенціалу мають форму дзвона з вершиною, що припадає на червень-липень, різниця між кривими різних міст дуже незначна, проте амплітуда протягом року істотна, спотворення форми кривої в окремі місяці відсутні, підйом кривої у перше півріччя більш пологий, а спуск у друге півріччя

більш крутий. У літні та зимові місяці динаміка незначна.

На рисунку 2 відображена зміна вітрового потенціалу в тих же містах. Показані криві мають форму, що у першому приближенні нагадує перевернутий дзвін, зміщений на два місяці праворуч, з мінімумами у серпні-вересні та максимумами у лютому-березні. Крива, що характеризує динаміку вітропотенціалу в місті Сімферополь дещо спотворює цю тенденцію. Різниця між кривими різних міст більш значна ніж у сонячного потенціалу, що викликано набагато меншими амплітудами коливань потенціалу протягом року. Падіння кривих у 2-8 місяцях більш полого, ніж підйом у 9-2 місяці, присутні спотворення форми приблизної кривої в окремі місяці року незалежно від сезону.

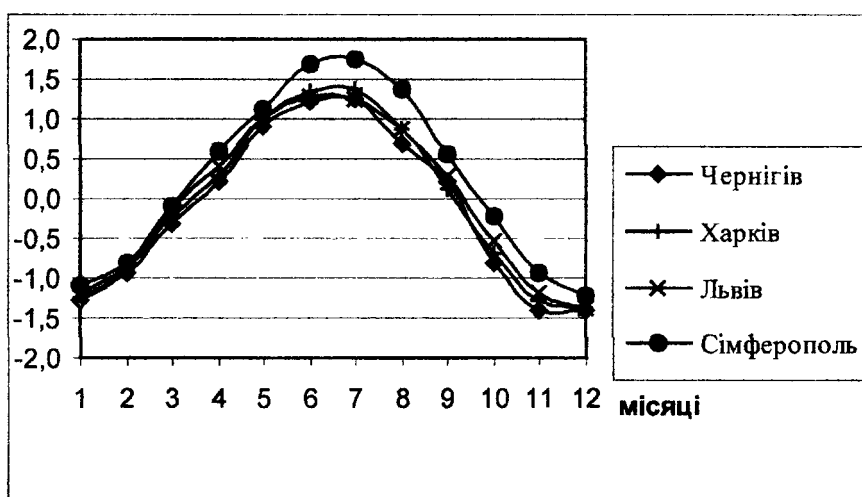


Рис. 1. Динаміка сонячного потенціалу по містах України (у відносних показниках)

Вище перераховані характеристики динамік сонячного та вітрового потенціалів є важливими для аналізу динаміки сумарного сонячно-вітрового потенціалу, що відображений на рис. 3. Як видно, усереднена форма кривих являє собою зсунуту на 2-3 місяці ліворуч криву сонячного потенціалу, або на 2-3 місяці праворуч криву вітропотенціалу. Причому амплітуда коливань сумарного потенціалу протягом року є усередненою між значною амплітудою сонячного та незначною амплітудою вітропотенціалу. Також амплітуда у весняні місяці значно зменшилася порівняно з попередніми кривими.

Вищевказані характеристики кривих означають, що комплексне використання сонячних та вітрових енергетичних установок дає можливість змінювати часову динаміку отримання енергії від поновлюваних джерел енергії, чого неможливо було б досягти, використовуючи тільки один вид альтернативної енергетики. Крім того, що динаміку сумарного потенціалу можна змінювати, відповідно до потреб в енергії у

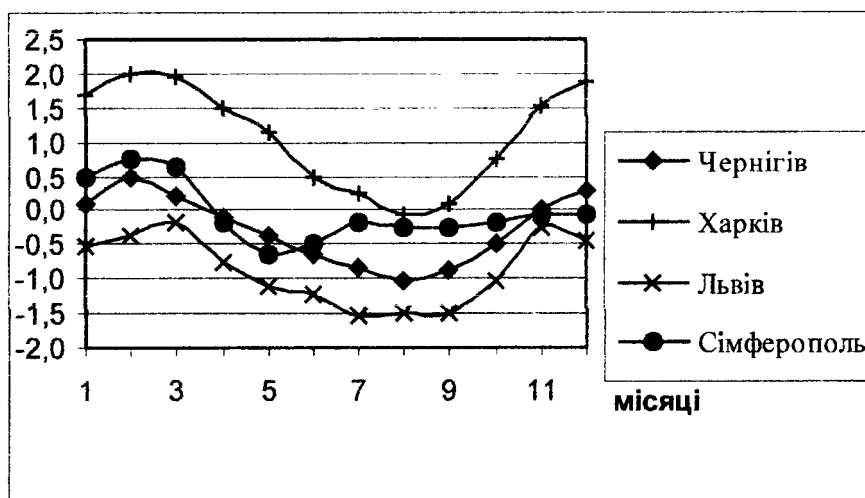


Рис. 2. Динаміка вітрового потенціалу по містах України (у відносних показниках)

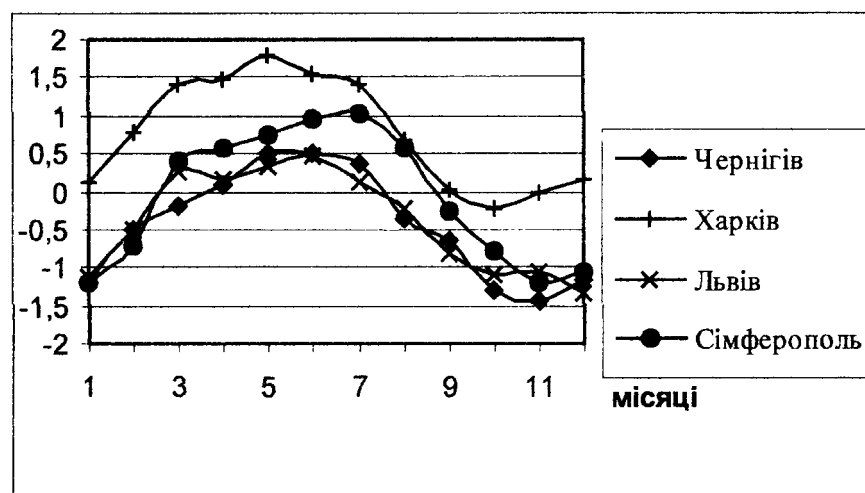


Рис. 3. Динаміка сумарного сонячно-вітрового потенціалу по містах України (у відносних показниках)

різні пори року. Останнє досягається знаходженням оптимального співвідношення між кількістю або потужністю сонячних та вітрових установок.

Таким чином, поєднання різних поновлюваних джерел енергії дає можливість гнучко використовувати їх потенціал, згладжувати або, якщо потрібно, підсилювати природні коливання викликані циклічністю природних процесів. Перспективним та надзвичайно важливим є пошук та реалізація таких динамік, що відповідали б різним динамікам споживання енергії (в різних місцевостях, у різних галузях господарства).

---

**Список літератури**

1. Величко С.А. Пути развития экономических инструментов природопользования в Украине // Вісник Харківського університету. Серія: Актуальні проблеми сучасної науки в дослідженнях молодих вчених м. Харкова. – 2001. – № 506. – Ч. 2. – С. 362.
2. Волеваха М.М., Гойса М.І. Енергетичні ресурси клімату України. – К.: Наукова думка, 1967. – 132 с.
3. Волеваха Н.М., Волеваха В.А. Нетрадиционные источники энергии. – К.: Вища школа, 1988. – 58 с.
4. Шевченко В.І., Півень Л.З. Енергетика України: який шлях обрати, щоб вижити? (Незалежне дослідження електроенергетики). – К.: Просвіта, 1999. – 185 с.

Стаття постуила в редакцию 25.02.2003 г.