

## УЗГОДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ З ПОТЕНЦІАЛОМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ СТОСОВНО ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

*С. Сиротюк, к.т.н.*

*Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Внаслідок вичерпності запасів викопних енергетичних копалин і загострення екологічних проблем, використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) набуває все більшої актуальності. Використання їх у комбінованих системах енергозабезпечення виробничих і побутових об'єктів є найбільш перспективним і ефективним завдяки взаємній компенсації нерегулярності надходження кожного виду зокрема. Однак використання ВДЕ в комбінованих системах потребує диференційованого підходу до узгодження структури системи з технологічними потребами та технічно доступними енергетичним потенціалом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел [1-4] свідчить про суттєву нерівномірність розподілу в просторі і в часі надходжень енергії з відновлюваних джерел, зокрема енергії вітру та сонця. На сьогодні методика обґрунтування параметрів комбінованих систем енергозабезпечення об'єктів з урахуванням регіональних особливостей природних ресурсів недостатньо розроблена і не знайшла свого широкого відображення в наукових публікаціях. Існують окремі спроби реалізації поєднання вітрових і сонячних енергетичних систем [5-7], обґрунтування структури яких, очевидно, здійснено без урахування регіональних кліматичних особливостей і режиму використання енергії споживачем.

**Постановка завдання.** Обґрунтування структури комбінованих систем енергозабезпечення необхідно здійснювати, базуючись на територіальних значеннях природних ресурсів. При встановленні для потреб енергозабезпечення об'єктів окремих засобів використання ВДЕ рекомендовано здійснювати дослідження наявних природних ресурсів конкретного виду для заданої місцевості. Це суттєво збільшує тривалість здійснення проектно-пошукових робіт та реалізації проекту загалом. Для ефективного використання технічних засобів енергозабезпечення об'єктів за наявних природних ресурсів необхідно обґрунтувати раціональну структуру комбінованої системи та узгодити їх енергетичні параметри й режими роботи. Крім того, належить проводити моніторинг обсягів і режимів споживання енергії споживачем, як головний чинник, у функції якого здійснюється обґрунтування структури та енергетичних параметрів структурних елементів комбінованої системи.

**Виклад основного матеріалу.** Як свідчать дані літературних джерел щодо регіонального наявного природного потенціалу вітрової і сонячної енергії [1-4], існує чітка тенденція сезонної нерівномірності та циклічної закономірності

надходження енергії, однак кількісна її характеристика має суттєву відмінність у досліджуваних регіонах. Нами проведено розрахунок технічно доступного енергетичного потенціалу вітрової та сонячної енергії, що припадає на 1 м<sup>2</sup> сприймаючої поверхні Західного регіону України (рис. 1, 2).

Для обґрунтування структури системи енергозабезпечення необхідно здійснити аналіз динаміки потреби в різних видах енергії для характерних об'єктів споживання, узгодивши їх із реальною нерівномірністю надходження. Зокрема, дослідження засвідчили стабільну закономірність підвищення рівня енергетичного потенціалу вітру в зимовий період року, у той час як максимум надходження сонячної енергії відповідає літньому.

Для з'ясування можливості повної або часткової компенсації нерівномірності надходження енергії вітру та сонця нами здійснено суміщення в часі графіків їх енергетичного потенціалу для досліджуваних регіонів (рис. 3).

Залежності сезонного надходження енергії, які подані на рис. 3, свідчать про доцільність створення комбінованих систем використання енергії вітру та сонця для більшості регіонів, що забезпечить повну або часткову компенсацію нерівномірності надходження кожного джерела зокрема.

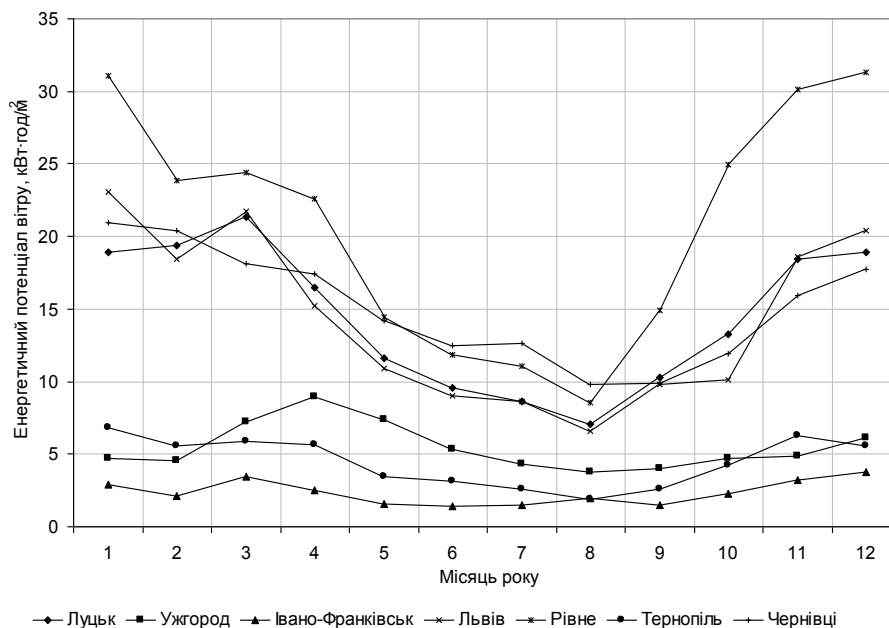


Рис. 1. Сезонний енергетичний потенціал вітрової енергії для Західного регіону України.

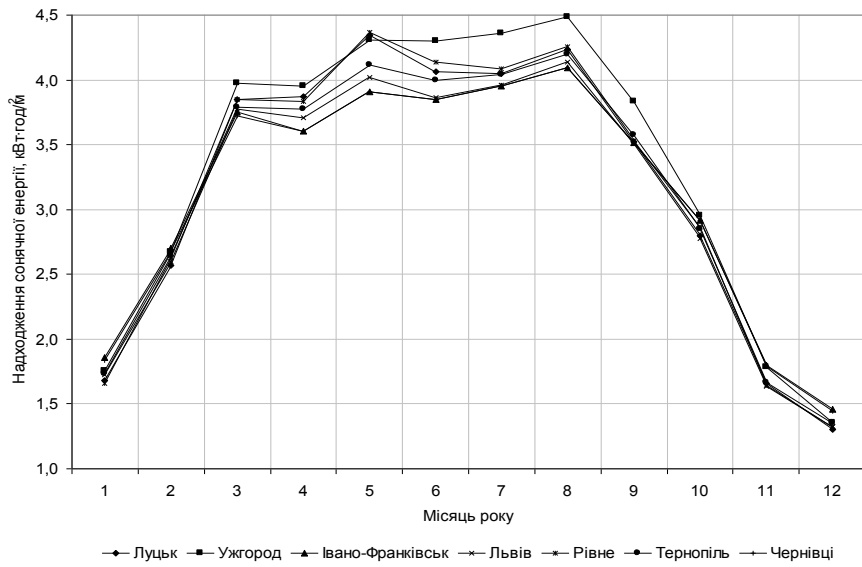


Рис. 2. Сезонний енергетичний потенціал сонячної енергії для Західного регіону України.

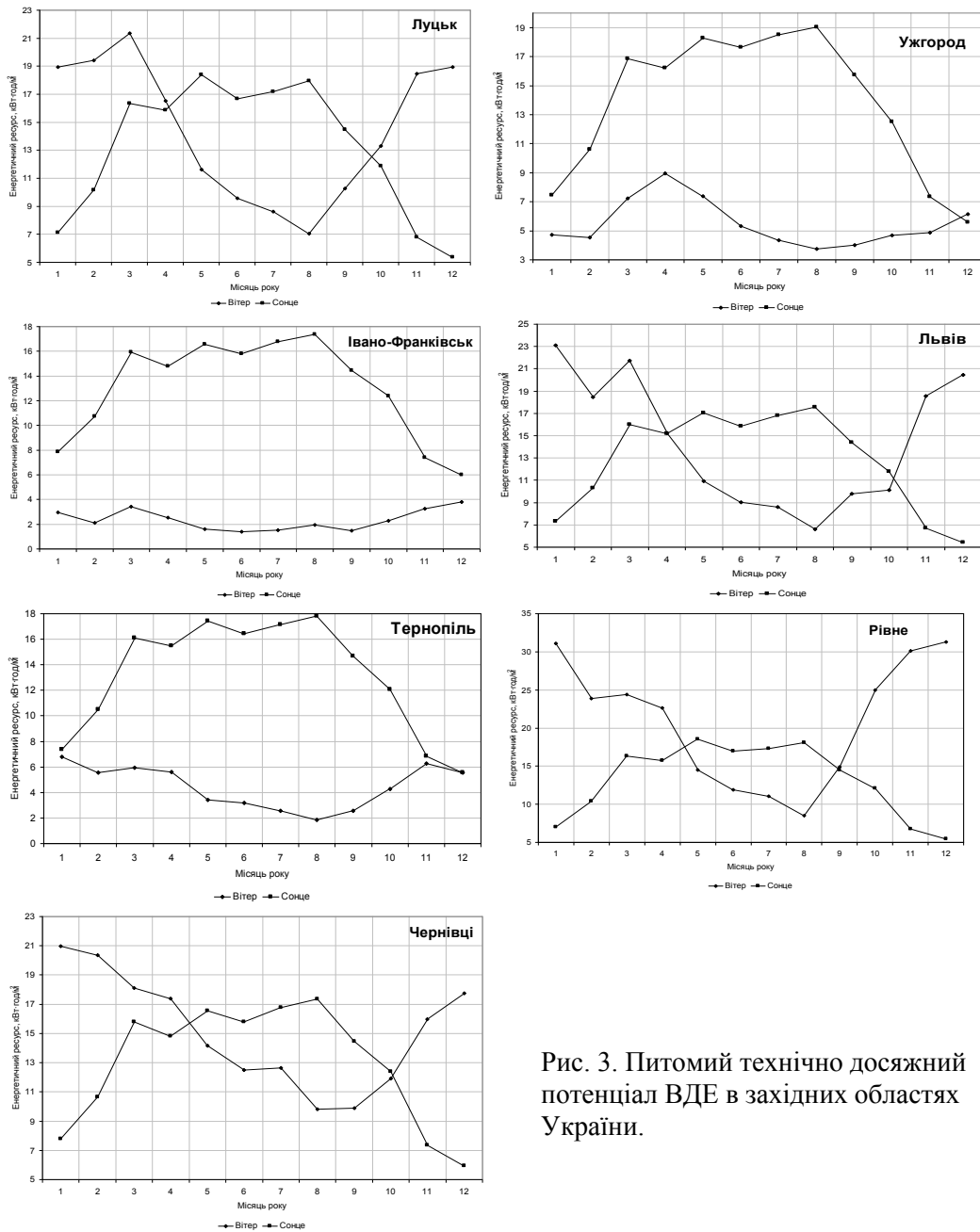


Рис. 3. Питомий технічно досяжний потенціал ВДЕ в західних областях України.

З даних, поданих на рис. 3, видно, що співвідношення кількісних показників надходження енергії вітру та сонця для різних регіонів суттєво відрізняється. Відповідно співвідношення рівнів заміщення кожного виду енергії в системі для різних регіонів також буде різним. Таким чином, повинні бути різними й технічні та технологічні параметри енергетичного обладнання комбінованої системи.

Річний теоретичний рівень заміщення потреби в енергії споживача може бути поданий залежністю

$$K_z = \frac{\int_0^T (q_i(t)S_i + q_j(t)S_j) dt}{\int_0^T (W_i(t) + W_j(t)) dt} \quad (1)$$

де  $\Delta t$  – проміжок часу, год;  $q_i(t)$ ,  $q_j(t)$  – поточне значення питомої інтенсивності надходження вітрової та сонячної енергії відповідно, кВт·год/м<sup>2</sup>;  $S_i$ ,  $S_j$  – площа сприймаючої поверхні вітрової та сонячної енергетичної установок відповідно, м<sup>2</sup>;  $W_i(t)$ ,  $W_j(t)$  – поточне значення потужності споживачів, які використовують енергію, вироблену відповідно вітровою та сонячною енергетичними установками, кВт;  $T$  – річна тривалість часу, год.

Структура комбінованої системи значною мірою буде залежати від вибору критеріїв оптимальності, якими можуть бути ступінь заміщення енергії в річному балансі та в енергетично напружений період, собівартість одиниці отриманої енергії, балансова вартість системи та термін її окупності тощо.

Нами здійснено обґрунтування раціональної структури системи комплексного енергозабезпечення об'єктів для метеорологічних умов м. Львова за критерієм максимального річного рівня заміщення традиційних енергоносіїв засобами відновлюваної енергетики, в якій кількість продукування енергії від сонячної фотоелектричної системи становитиме 60%, а на вітроелектричну установку припадатиме 40% (рис. 4).

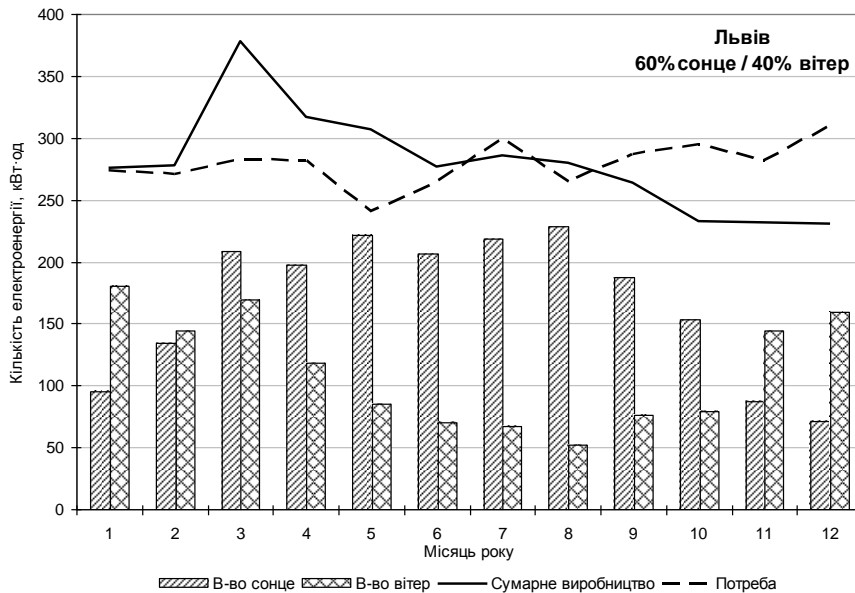


Рис. 4. Баланс потреби та виробництва енергії ВДЕ для умов м. Львова.

Цей графік відображає лише відповідність річного балансу енергій. Однак тут та у формулі (1) не враховано узгодження поточних потреб з рівнями надходження енергії. Рівень неузгодженості цих показників може бути компенсований застосуванням акумуляторів енергії. Причому кількість акумуляованої енергії залежатиме як від рівня неузгодженості, так і від періоду гарантованого енергозабезпечення. Кількість накопичення енергії в акумуляторній батареї може бути відображена залежністю

$$Q_{ак} = Q_o + \int_0^{T_{рез}} \{W_{ij}(t) - [q_i(t)S_i + q_j(t)S_j]\} dt, \quad (2)$$

де  $Q_o$  – початкове значення кількості акумуляторної енергії, В·А·год;  
 $T_{рез}$  – тривалість резервування енергії, год.

Період резервування енергії, з одного боку, зумовлений технологічним процесом, а з іншого – періодом нерегулярності надходження енергії. Тому ємність акумуляторної батареї повинна бути узгоджена з цими обмеженнями.

Позитивний енергетичний баланс у періоді гарантованого енергозабезпечення свідчить про достатнє надходження енергії та ємність системи акумулявання. В іншому разі необхідно застосовувати резервне джерело енергії для підтримання енергетичного балансу.

**Висновки.** Забезпечення повної компенсації нерегулярності надходження відновлюваних джерел енергії може бути досягнуто застосуванням акумуляторної батареї великої ємності, що не узгоджується з економічною доцільністю.

Слід також зауважити, що у формулі (1) не враховано нижній поріг рівня можливого сприйняття енергії, який залежить від типу сприймаючого енергію пристрою, способу перетворення енергії і типу акумуляючого пристрою. Так, для вітрової турбіни розрізняють швидкість вітру зрушування, початку генерування енергії, початку сприйняття енергії акумуляючим пристроєм, досягнення номінальних показників енергії та номінального режиму роботи, а також максимально допустимої швидкості вітру. Для фотоелектричних панелей рівень світлового потоку також повинен диференціюватись на такий, за якого досягається напруга, рівна напрузі акумуляючого пристрою, робоча напруга та допустимий струм і струм, що перевищує допустиме значення для акумуляторної батареї.

У разі недосягнення нижніх меж параметрів електричної енергії її використання є неможливим і ця частка енергії втрачається. У випадку досягнення верхніх допустимих значень параметрів електричної енергії регульовальні засоби обмежують потужність перетворювальних пристроїв. Таким чином також втрачається частка енергетичного потенціалу.

Частка енергетичного потенціалу також може бути втрачена внаслідок невідповідності ємності акумуляторної батареї умовам потреби споживача. Тобто за досягнення повного рівня зарядженості акумуляторної батареї необхідно обмежувати сприйняття енергії для запобігання її руйнуванню.

Це зумовлює необхідність чіткого узгодження параметрів між структурними елементами системи.

### Бібліографічний список

1. Кінаш Р. І. Вітрове навантаження і вітроенергетичні ресурси в Україні / Р. І. Кінаш, О. М. Бурнаєв. – Львів : Вид-во наук.-техн. літ., 1998. – 1152 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Вып.10 : Украинская ССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – (Серия 3 : Многолетние данные, ч. 1-6, кн. 1).
3. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eosweb.larc.nasa.gov>.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://avante.com.ua>.
6. Как используют энергию ветра и солнца в Украине: практический пример [Электронный ресурс] / Дмитрий Голуб [energy.ua] специально для rypok.biz – Режим доступа: [http://rypok.biz/a/2009/04/22/Kak\\_iskolzujut\\_jenergiju\\_ve2?readcomment=1#comment](http://rypok.biz/a/2009/04/22/Kak_iskolzujut_jenergiju_ve2?readcomment=1#comment)
7. Досвід впровадження “вітро-сонячних” енергосистем в Україні [Електронний ресурс]. – Електротема. – 2003. – № 23 (31). – Режим доступу : <http://www.proelectro.info/ru/content/detail/3140>.

#### **Сиротюк С. Узгодження енергозабезпечення об’єктів з потенціалом відновлюваних джерел енергії стосовно Західного регіону України**

Розглядається питання відповідності отримання енергії з відновлюваних джерел енергії з необхідною споживаною, обґрунтовано потребу оптимізації структури системи та коефіцієнта заміщення.

**Ключові слова:** енергетичні потреби, енергозабезпечення об’єктів, місцевий енергетичний потенціал, комбінована енергетична система, рівень заміщення, акумулювання енергії.

#### **Syrotyuk S. Concordance of power providing of objects with potential of renewable energy sources in relation to Western region of Ukraine**

The question of concordance of receipt of energy is considered from renewable sources with a consumer need, grounded necessity of optimization of structure of the system and level of substitution.

**Key words:** power necessities, power providing of objects, local power potential, combined power system, level of substitution, accumulation of energy.

#### **Сиротюк С. Согласование энергообеспечения объектов с потенциалом возобновляемых источников энергии относительно Западного региона Украины**

Рассматривается вопрос соответствия получения энергии от возобновляемых источников с необходимой потребляемой, обоснована необходимость оптимизации структуры системы и коэффициента замещения.

**Ключевые слова:** энергетические потребности, энергообеспечение объектов, местный энергетический потенциал, комбинированная энергетическая система, уровень замещения, аккумулялирование энергии.