

УДК 631.3

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

Боярчук В.М., к.т.н.,

Сиротюк В.М., к.т.н.,

Сиротюк С.В., к.т.н.,

Гальчак В.П., к.ф.-м.н.

*Львівський національний аграрний університет*

Тел.: (032) 22-42-958

**Анотація** – розглядається питання відповідності отримання енергії з відновлюваних джерел з потребою об'єктів, обґрунтовано необхідність оптимізації структури системи та коефіцієнта заміщення.

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

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

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз літературних джерел [1-4] свідчить про суттєву нерівномірність розподілу в просторі і в часі надходжень відновлюваних джерел енергії, зокрема, енергії вітру та сонця. На даний час методика обґрунтування параметрів комбінованих систем енергозабезпечення об'єктів з врахуванням регіональних особливостей природних ресурсів недостатньо розроблена і не знайшла

свого широкого відображення у наукових публікаціях. Існують окремі спроби реалізації поєднання вітрових і сонячних енергетичних систем [5-7], обґрунтування структури яких, очевидно, здійснено без врахування регіональних кліматичних особливостей і режиму використання енергії споживачем.

*Формулювання цілей статті.* Обґрунтування структури комбінованих систем енергозабезпечення необхідно здійснювати базуючись на територіальних значеннях природних ресурсів. При встановленні, для потреб енергозабезпечення об'єктів, окремих засобів використання відновлюваних джерел енергії рекомендується 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 для енергозабезпечення об'єктів за наявних природних ресурсів необхідно обґрунтувати раціональну структуру комбінованої системи та узгодити їх енергетичні параметри та режими роботи. Крім того, слід проводити моніторинг обсягів та режимів споживання енергії споживачем, як головний чинник у функції якого здійснюється обґрунтування структури та енергетичних параметрів структурних елементів комбінованої системи.

*Основна частина.* 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 по 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 з реальною нерівномірністю надходження. Зокрема, дослідження засвідчили стабільну закономірність підвищення рівня енергетичного потенціалу вітру у зимовий період року, в 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).

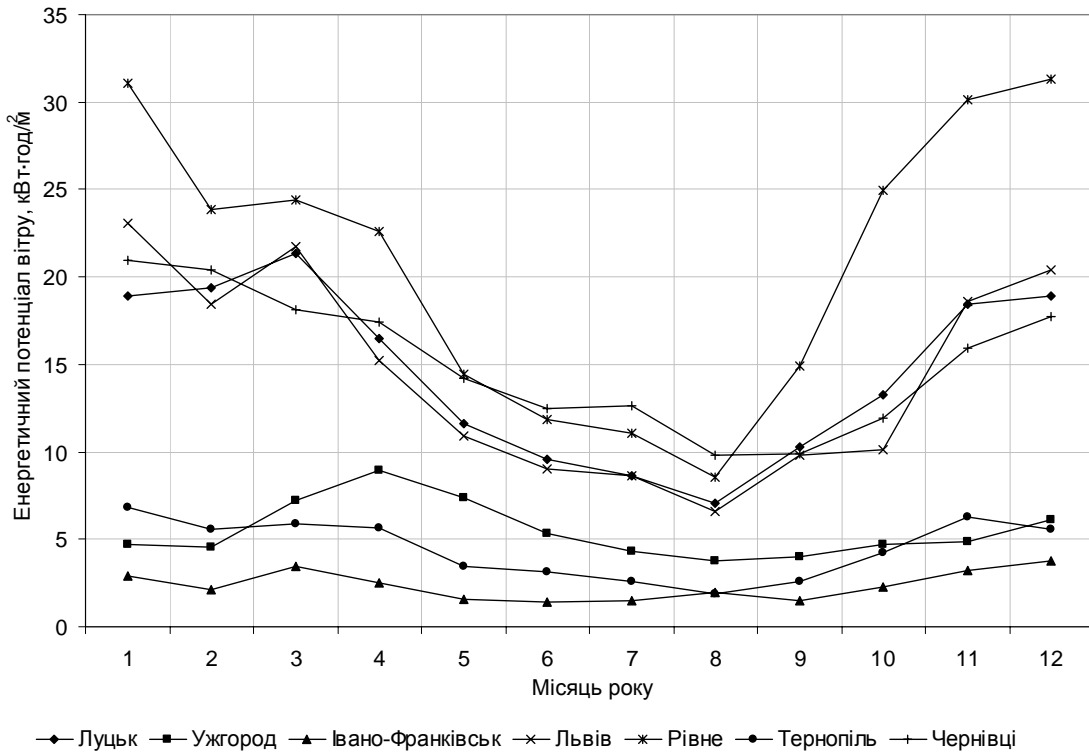


Рис. 1. Сезонний енергетичний потенціал вітрової енергії для західного регіону України.

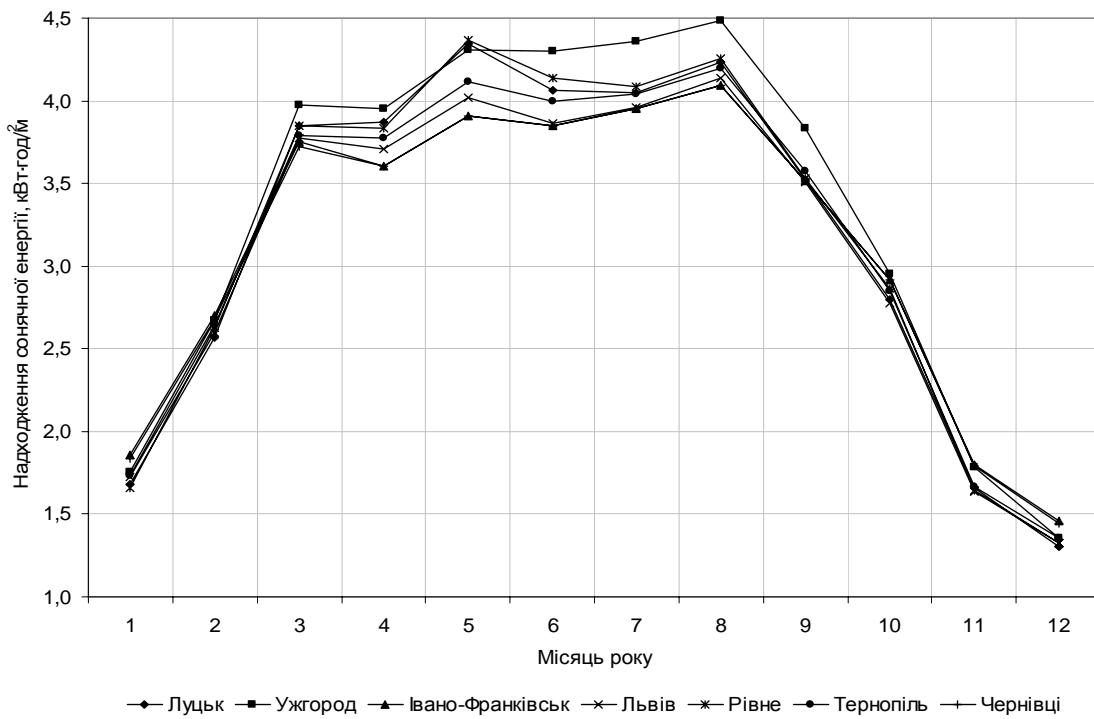


Рис. 2. Сезонний енергетичний потенціал сонячної енергії для західного регіону України.

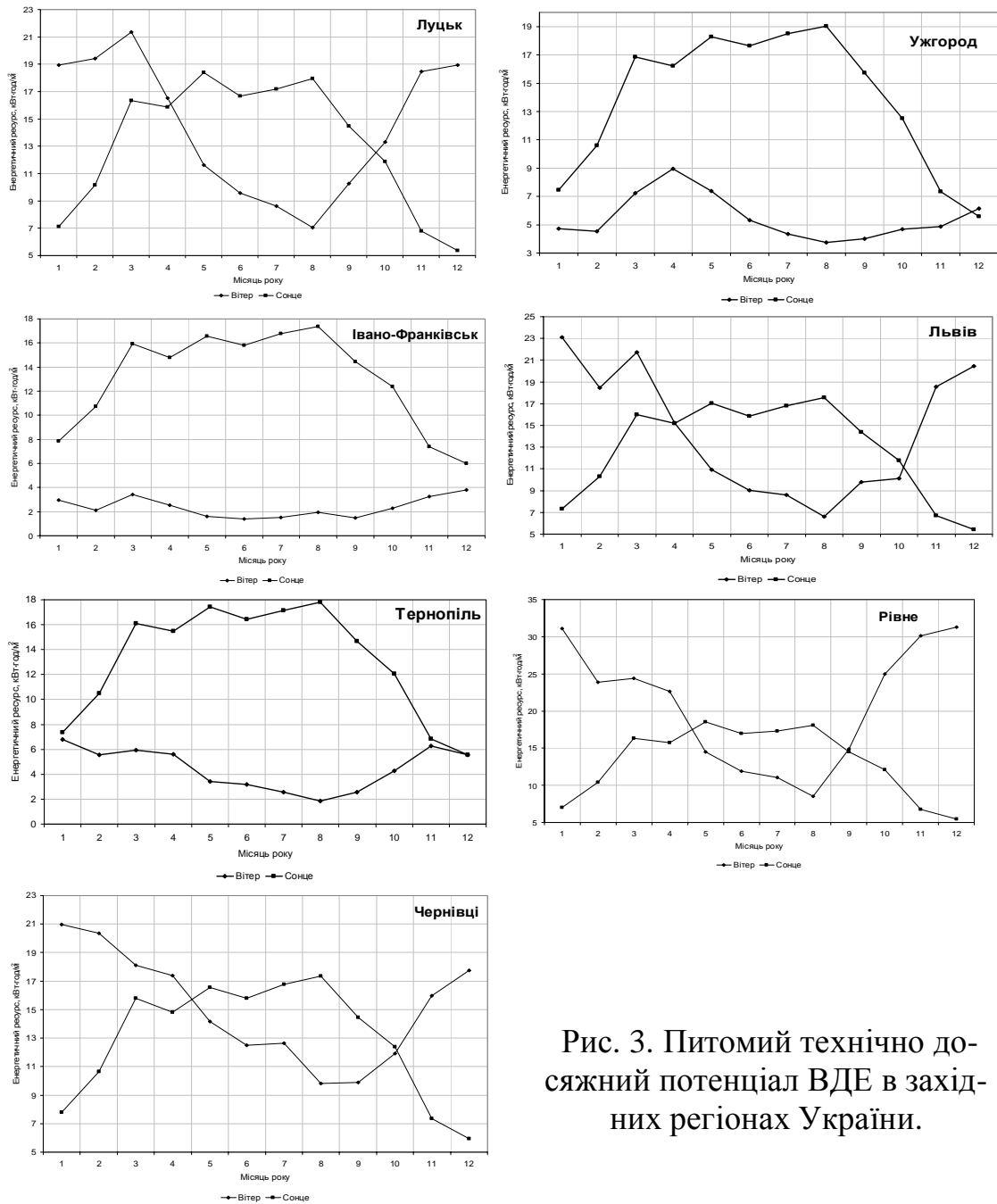


Рис. 3. Питомий технічно до-сяжний потенціал ВДЕ в захід-них регіонах України.

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.

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 різною.

Таким чином, повинні бути різними і технічні та технологічні параметри енергетичного обладнання комбінованої системи.

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

$$K_3 = \frac{\int_0^T (q_i(t)S_i + q_j(t)S_j) dt}{\int_0^T (W_i(t) + W_j(t)) dt}, \quad (1)$$

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 вітровою та сонячною енергетичними установками, відповідно, 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).

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 акумульованої енергії залежатиме як від рівня неузгодженості, так і періоду гарантованого енергозабезпечення. Кількість накопичення енергії в акумуляторній батареї може бути відображено 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.

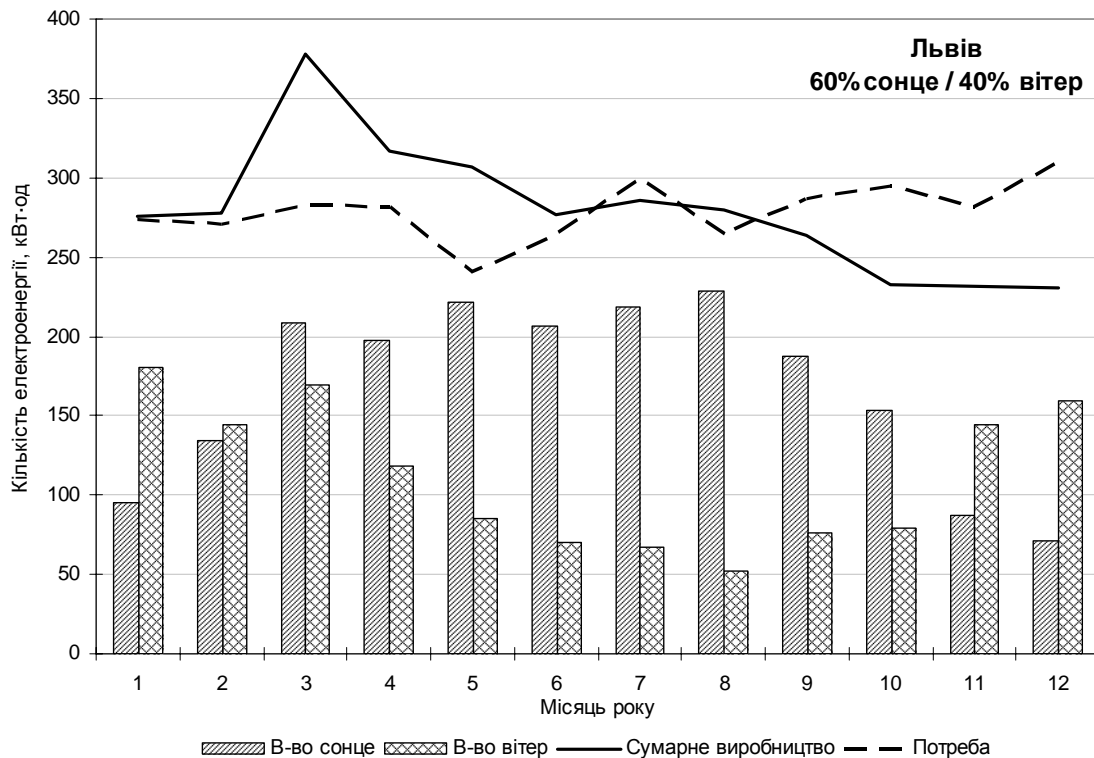


Рис. 4. Баланс потреби та виробництва енергії ВДЕ для умов м. Львова.

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

Позитивний енергетичний баланс в періоді гарантованого енергозабезпечення свідчить про достатнє надходження енергії та ємність системи акумулявання. У протилежному випадку необхідно застосувати 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 в формулі (1) не враховано нижній поріг рівня можливого сприйняття енергії, який залежить від типу сприймаючого енергію пристрою, способу перетворення енергії і типу акумулюючого пристрою. Так, для вітрової турбіни розрізняють швидкість вітру зрушування, початку генерування енергії, початку сприйняття енергії акумулюючим 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, при якому досягається напруга рівна напрузі акумулюючого пристрою, робоча напруга та допустимий струм і струм, що перевищує допустиме значення для акумуляторної батареї.

У випадку недосягнення нижніх меж параметрів електричної енергії її використання є неможливим, і ця частка енергії втрачається. У випадку досягнення верхніх допустимих значень параметрів електричної енергії регулювальні 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, при досягненні повного рівня зарядженості акумуляторної батареї необхідно обмежувати сприйняття енергії для запобігання її руйнування.

Це зумовлює необхідність чіткого узгодження параметрів між структурними елементами системи.

#### Література

1. *Кінаш Р.І.* Вітрове навантаження і вітроенергетичні ресурси в Україні / *Кінаш Р.І., Бурнаєв О.М.* – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1998. –1152с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3: Многолетние данные. Части 1-6. Вып.10, Украинская ССР, Книга 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 195 с.
3. *Корчемний М.* Енергозбереження в агропромисловому комплексі / *Корчемний М., Федорейко В., Щербань В.* – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. - 984с.
4. Atmospheric Science Data Center [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eosweb.larc.nasa.gov> .
5. Офіційна сторінка ПП «Аванте» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://avante.com.ua> .

6. Как используют энергию ветра и солнца в Украине: практический пример. *Дмитрий Голуб* [energy.ua] специально для rynok.biz. [http://rynok.biz/a/2009/04/22/Kak\\_ispolzujut\\_jenergiju\\_ve2?readcomment=1#comment](http://rynok.biz/a/2009/04/22/Kak_ispolzujut_jenergiju_ve2?readcomment=1#comment).

7. Досвід впровадження “вітро-сонячних” енергосистем в Україні. "Електротема" № 23 (31) 9-21 грудня 2003 року. <http://www.proelectro.info/ru/content/detail/3140>.

### **СОГЛАСОВАНИЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ С ПОТЕНЦИАЛОМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ**

Боярчук В.М., Сиротюк В.М., Сиротюк С.В., Гальчак В.П.

*Аннотация* - рассматриваются вопросы соответствия получения энергии из возобновляемых источников с потребностью объектов, обоснована необходимость оптимизации структуры системы и коэффициента замещения.

### **CONCORDANCE OF POWER PROVIDING OF OBJECTS WITH POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN RELATION TO WESTERN REGION OF UKRAINE**

V. Bojarchuk, V. Syrotyuk., S. Syrotyuk., V. Halchak

#### *Summary*

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.