

## ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ СОНЦЯ ТА ВІТРУ В КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кубкін М. В., Плешков П. Г., Сабірзянов Т. Г., Солдатенко В. П.

Кіровоградський національний технічний університет

Проведено оцінку енергетичних ресурсів вітру та сонця для населених пунктів Кіровоградської області.

**Постановка проблеми.** Згідно енергетичної стратегії України до 2030 року передбачено істотне збільшення частки енергії, яка виробляється за рахунок відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячними (СУ) та вітровими (ВУ) установками. Проте, повсюдне використання перетворювачів сонячної та вітрової енергії, очевидно, не є доцільним. Очікується, що найбільш ефективним буде:

1) встановлення крупних СУ в південних регіонах, індивідуальних СУ для приватних будинків та об'єктів агропромислового виробництва;

2) крупних ВУ на узбережжі морів, дрібних та середніх тихохідних ВУ у місцях з прийнятним вітровим потенціалом.

Зважаючи на високу вартість обладнання та стохастичний характер ресурсів, істотне значення має точність оцінки можливого надходження енергії від відновлюваних джерел.

Причому, чим менший часовий проміжок оцінювання (рік, сезон, місяць, тиждень, день, година), тим важливішою є точність визначення потенціалів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існує значна кількість методик для визначення енергетичного потенціалу як вітру так і сонця [1, 2]. Для можливості застосування цих методик необхідна детальна метеорологічна інформація, що ускладнює визначення потенціалу вітрової та сонячної енергії в умовах Кіровоградської області.

В роботі [3] розроблені дискретні карти сонячного та вітрового потенціалів для території України, що дають загальні характеристики для території області.

**Мета статті.** Провести оцінку енергетичного потенціалу вітру та сонця для населених пунктів Кіровоградської області.

**Основні матеріали дослідження.** Для оцінки енергетичного потенціалу сонячної енергії існує декілька способів, кожен з яких має свої переваги та недоліки.

1) *Довідникові дані.* Переваги: легкодоступні; достатньо тривалий період спостереження. Недоліки: мала кількість пунктів спостереження; відсутність статистики за останні 40 років.

2) *Дані метеостанцій.* Переваги: наявність статистики за останні роки. Недоліки: дані не зведені в єдину базу з відкритим доступом; обмежена кількість пунктів спостереження та параметрів, що фіксуються; спосіб фіксації даних не завжди відповідає сучасним вимогам, щодо зручності автоматизованої обробки.

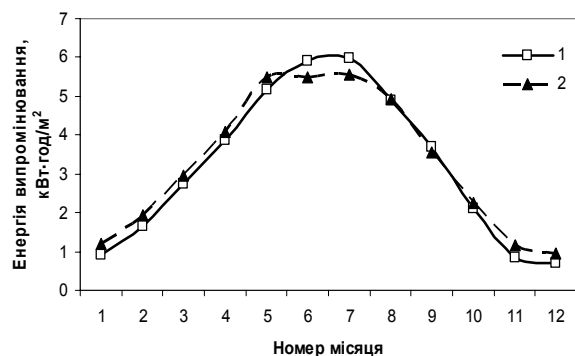
3) *Математичні моделі* (наприклад Surface meteorology and Solar Energy NASA, SSE NASA [4]). Переваги: відкритий доступ; можливість отримання даних для будь-якої точки земної поверхні; широкий спектр

наявних метеоданих; наявність даних за останні 22 роки. Недоліки: математичні моделі не завжди адекватні для конкретної місцевості.

В [5] наведені дані по сонячному випромінюванню лише для одного міста Кіровоградської області – Знаменки. Оцінимо розходження даних по сумарній сонячній радіації з [5] та [4].

Після переведення даних (для Знаменки з [5]) по місячних та річній сумам радіації в кВт·год та приведення радіації до одного дня отримуємо криву 1 (рис. 1). За координатами Знаменки (48°43' N, 32°40' E) були отримані з [4] дані про середньодобове надходження сумарної радіації для кожного місяця і середнє значення за рік (крива 2, рис. 1).

Після порівняння даних про сонячну радіацію виявлено, що дані SSE NASA показують значне відхилення від довідникових в зимовий період (в межах 30 %) і прийнятне для інженерних розрахунків відхилення в період з весни по осінь (в межах 10 %). Крива, яка ілюструє залежність відхилення від місяця року приведена на рис. 2.



1 – за даними [5], 2 – за даними [4].

Рисунок 1 – Середньодобове надходження енергії на горизонтальну поверхню для м. Знаменка.

Враховуючи, що найбільш ефективна робота сонячних установок відмічається саме в період весни, літа та осені, можемо вважати дані SSE NASA прийнятними для інженерних розрахунків. Тому їх можна рекомендувати для практичного застосування при проектуванні СУ для об'єктів у Кіровоградській області. Дані для деяких міст Кіровоградської області, що отримані таким чином приведені в табл. 1.

Для визначення енергетичного потенціалу вітру були дані розподілу швидкостей вітру з [6]. Середньодобові значення вітрової енергії [1] визначались за формулою, кВт·год/м<sup>2</sup>:

$$W = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma \left( 1 + \frac{3}{k} \right) \cdot \frac{24}{1000},$$

де  $\rho$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $c, k$  – параметри розподілу Вейбула (визначались апроксимацією довідникових даних функцією розподілу Вейбула);  $\Gamma(\cdot)$  – гамма-функція.

Отримані дані наведені в табл. 2.

Таблиця 1 – Місячні середньодобові значення енергії сонячного випромінювання на горизонтальну поверхню ( $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ ) для населених пунктів Кіровоградської області

	Бобринець	Гайворон	Помічна	Знам'янка	Кіровоград	Новомиргород
I	1,20	1,16	1,18	1,20	1,20	1,18
II	1,95	1,97	1,95	1,95	1,95	1,95
III	2,96	3,06	2,96	2,96	2,96	2,96
IV	4,07	4,03	4,02	4,07	4,07	4,02
V	5,47	5,29	5,32	5,47	5,47	5,32
VI	5,49	5,45	5,40	5,49	5,49	5,40
VII	5,57	5,40	5,52	5,57	5,57	5,52
VIII	4,92	4,83	4,91	4,92	4,92	4,91
IX	3,57	3,36	3,49	3,57	3,57	3,49
X	2,24	2,12	2,18	2,24	2,24	2,18
XI	1,15	1,18	1,11	1,15	1,15	1,11
XII	0,96	0,95	0,93	0,96	0,96	0,93
Рік	3,30	3,24	3,26	3,30	3,30	3,26

**Висновки.** Таким чином для практичного передпроектного розрахунку сонячних та вітрових установок в Кіровоградській області можна користуватися даними табл. 1 та табл. 2.

#### Список використаних джерел

1. Patel Wind and Solar Power System. / Patel, R. Mukund – CRC Press, 1999. – 350 p.
2. Viorel Badescu. Modeling solar Radiation at the Earth's Surface
2. Жесан Р. В. Автоматизація управління автономним енергопостачанням з використанням відновлюваних джерел в умовах селянського (фермерського) господарства: дис. кандидата технічних наук: 05.13.07 / Жесан Роман Володимирович. – К. 2001. – 170 с.
4. <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
5. Справочник по климату СССР. Выпуск 10. Украинская ССР. Часть I. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1967. – 126 с.
6. Справочник по климату СССР. Выпуск 10. Украинская ССР. Часть III. Ветер. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1967. – 690 с.

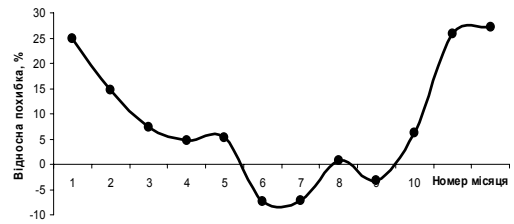


Рисунок 2 – Розходження даних з [4] та [5]

Таблиця 2 – Місячні середньодобові значення вітрової енергії ( $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ ) для населених пунктів Кіровоградської області

	Бобринець	Гайворон	Помічна	Знам'янка	Кіровоград	Новомиргород
I	5,03	2,89	4,96	3,86	7,40	6,37
II	5,76	3,62	5,83	4,41	8,35	6,13
III	6,44	3,10	5,97	4,99	8,74	6,38
IV	4,55	2,97	4,04	3,68	6,54	5,22
V	4,39	2,53	4,74	3,65	5,60	6,09
VI	4,49	1,67	3,15	2,79	4,07	3,12
VII	4,00	1,90	2,39	2,01	3,10	2,74
VIII	3,27	1,64	2,54	2,12	4,24	3,70
IX	3,72	1,37	2,89	1,98	4,62	3,42
X	4,70	2,89	3,72	3,48	4,32	4,10
XI	4,44	2,72	5,02	4,00	5,52	4,39
XII	4,65	2,52	5,34	4,17	5,30	5,54
Рік	4,43	2,79	4,28	3,64	5,59	4,95

#### Анотация

### К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СОЛНЦА И ВЕТРА В КИРОВОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кубкин М. В., Плешков П. Г., Сабирзянов Т. Г., Солдатенко В. П.

*Проведена оцінка енергетических ресурсів вітра і сонця для населених пунктів Кіровоградської області.*

#### Abstract

### TO THE QUESTION OF THE ESTIMATION OF POWER RESOURCES OF THE SUN AND THE WIND IN THE KIROVOGRAD REGION

M. Kubkin, P. Pleshkov, T. Sabiryanov, V. Soldatenko

*The estimation of power resources of a wind and the sun for settlements of the Kirovograd area is spent.*