

**Денис ФЕРУК**

магістрант

*Науковий керівник:*

*канд. техн. наук, доцент Віктор ДУБІК*

*канд. техн. наук, доцент Віталій КАМИШЛОВ*

ЗВО «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

## **ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Створення автономної комбінованої системи електропостачання з використанням фотоелектричних перетворювачів, яка забезпечить максимальний економічний, електроенергетичний ефект, вимагає надійних знань про природно-кліматичні умови місця експлуатації системи. Особливо важливою характеристикою є вступ сонячного випромінювання на приймальний майданчик.

До світових баз цих значень інтенсивності сонячного випромінювання, які використовуються для проектування сонячних електростанцій, відносяться:

- програмний продукт швейцарської компанії Meteonorm «METEONORM»;
- метеорологічна база даних напівпровідникова ЕЛЕКТРОНИКА (Внешняя метеорология и Солнечная Энергия) НАСА.

Meteonorm надає дані більше 8000 метеорологічних станцій, п'яти геостационарних супутників. Період даних складає 1991–2010 і 1996–2015 років для даних сонячної інтенсивності і 2000–2009 років по інших параметрах. Meteonorm генерує щомісячні, щоденні, щогодинні і хвилинні значення. За допомогою моделей інтерполяцій можливий розрахунок метеорологічних характеристик для будь-якого місця розташування по всьому світу. Є можливість імпорту і експорту даних в електронні таблиці таких форматів, як CSV, TMY2, TMY3, EPW, PVSol, PVSyst, Polysun, SAM і багато інших. Один зі значущих недоліків – програмний продукт Meteonorm є платним.

У базі даних NASA SSE зібрані значення прямої, дифузної, сумарної сонячної радіації, альbedo доби кожного місяця за 22 роки. У проекті SSE використовувалася білінійна інтерполяційна схема, яка збільшує точність значень сонячної інсоляції. Подальший розвиток NASA SSE являється веб-ресурс POWER DataAccessViewer. POWER DataAccessViewer надає метеорологічну базу даних NASA SSE в зручному форматі і з можливістю експорту електронних таблиць, що дозволяє аналізувати їх в спеціалізованих програмних забезпеченнях. Недолік NASA SSE – відсутність середнечасових значень сонячної інсоляції.

По масиву даних NASA SSE визначуваний закон розподілу інтенсивності сонячного випромінювання, імовірно він буде нормальним. Для того, щоб

описати нормальний закон розподілу потрібно мати значення математичного очікування і стандартне відхилення.

Для того, щоб при заданому рівні значущості перевірити нульову гіпотезу  $H_0$  (генеральна сукупність розподілена нормально), спочатку обчислюються теоретичні частоти, а потім спостережуване значення :

$$\chi^2_{\text{досл.}} = \sum (n_i - n_j)^2 / n_i,$$

де  $n_i$  – емпірична частота;

$n_j$  – теоретична частота.

Потім по таблиці критичних точок розподілу  $\chi^2_{\text{досл.}}$ , по заданому рівню значущості  $\alpha$  і числу ступенів свободи  $k$ , знаходиться критична точка.

Після визначення необхідних параметрів математичної статистики (середнє значення, стандартне відхилення, теоретичні частоти), були побудовані теоретичні криві сонячного випромінювання для восьми місяців (Рис. 1).

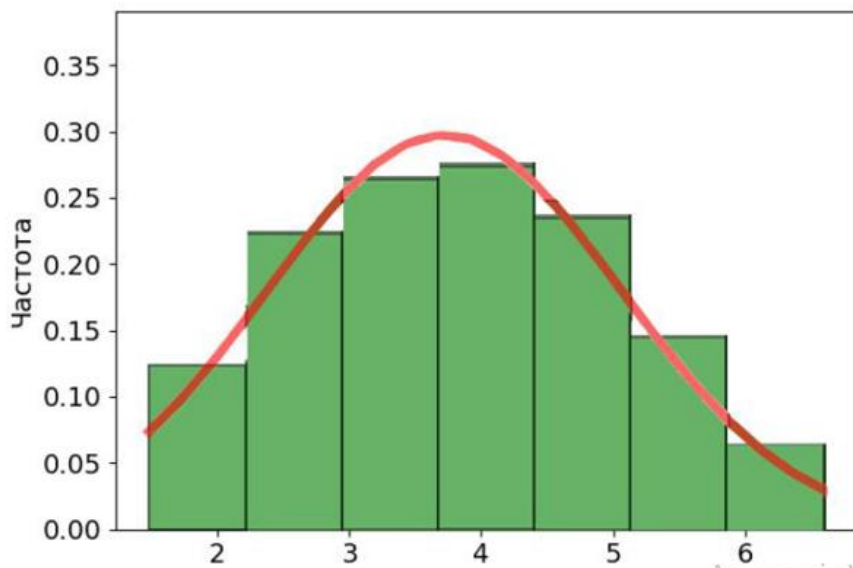


Рис. 1 – Теоретичний розподіл сонячного випромінювання

Дана статистика дозволяє значно прискорити розрахунок гарантованої інтенсивності сонячного випромінювання із заданою вірогідністю. Отримані дані передбачається використовувати для розрахунку необхідної площі ФЕС для автономної комбінованої системи електропостачання.

### Список використаних джерел

1. 120. METEONORM Version 6.0.2.5 METEOTEST Fabrikstrasse 14 CH-3012 BemSwitzerland [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://meteonorm.com/>.
2. Surface meteorology and Solar Energy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.
3. Vitali Dudnik, Vladimir Gaponov, Dmitry Kuznetsov, Nadezda Afanasieva Ultrasound Method of Li-ion Electric Battery Monitoring //Proceedings of the International Conference "Actual Issues of MechanicalEngineering". – 2018. – Vol. 157.

4. Lyudmila Mykhailova. Potential and prospects of hydroelectric objects of the river smotrych and ecological-economic situation within Kamianets-Podilskyi district (Ukraine) / Lyudmila Mykhailova, Oleh Ovcharuk, Viktor Dubik, Oleksandr Kozak, Dariya Vilchynska // Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation. – 2020. – P. 521–532.
5. Tryhuba A. Research of the variable natural potential of the wind and energy energy in the northern strip of the ukrainian carpathians / Tryhuba, A., Bashynsky, O., Garasymchuk, I., Gorbovy, O., Vilchinska, D., Dubik, V. // E3S Web of Conferences. – 2020. – 154, art. no. 06002,
6. Nataliia Kovalenko. Hydrogen production analysis: prospects for Ukraine / Nataliia Kovalenko, Taras Hutsol, Vitalii Kovalenko, Szymon Glowacki, Sergii Kokovikhin, Viktor Dubik, Oleksander Mudragel, Maciej Kuboń, Wioletta Tomaszewska-Górecka // Agricultural Engineering – 2021, Vol. 25, No. 1, pp. 99–114.

**Oleh Chaikovskiy**

Master's student

*Scientific supervisor:*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Victor DUBIK*

*Higher Educational Institution "Podillia State University"*

*Kamianets-Podilskyi, Ukraine*

## **THE MAIN FORMS OF SAVING AND RATIONAL USE OF FUEL AND ENERGY RESOURCES**

The main source of fuel energy are petroleum products. A significant role is also given to electricity, natural and liquefied gas. Such types of energy sources as coal, firewood, etc. are not excluded. Research on energy-saving technology in Ukraine, as well as the formation of mechanisms for the implementation of energy-saving measures of industrial enterprises, were carried out by national and foreign scientists: O. Amoshi, V. Geyets, V. Jejulya, K. Ridle, R. Toud, P. Nemisha, I. Mikhailenko, T. Afonchenkova, V. Bevza, K. Dokunina, T. Serdyuk, Ram Gopal & other, Y. Chistova, Y. Vovk, I. Ippolitova and others [1-10].

Prices for fuel and energy resources (PER) significantly affect the share of various energy sources in the structure of consumption, as well as the quality of energy use.

In this regard, pricing is designed to become an integral element, policies to stimulate energy savings. The pricing process takes into account a limited number of traditional PER. According to scientists and practitioners, an increase in fuel prices inevitably leads to its savings, which at the initial stage is expressed in a decrease in the consumption of PER without changing the technology and re-equipment of production.

At the second stage, consumers seek to find ways of energy saving by improving energy supply measures, modernizing energy transformation processes. Finally, at the third stage, the introduction of improved technological techniques begins, ensuring greater efficiency, utilization of traditional types of energy, as well as active involvement in the production of alternative energy carriers.