

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРУВАННЯ ФЕС

Вінницький національний технічний університет;

### Анотація

В роботі проведений аналіз основних метеопараметрів, що впливають на точність прогнозу генерування фотоелектричних станцій. Також засобами кореляційного аналізу встановлено міру впливу окремих метеопараметрів на генерування фотоелектричних станцій.

**Ключові слова:** фотоелектричні станції, прогнозування, метеопараметри

## DETERMINATION OF THE MAIN METEOROLOGICAL PARAMETERS FOR THE BUILDING OF THE SHORT-TERM PROGNOSTIC MODEL FOR GENERATION OF PVs

### Abstract

The paper analyzes the basic meteorological parameters that affect the accuracy of the forecast of the generation of photovoltaic stations. Also, the means of correlation analysis set the measure of the influence of individual meteorological parameters on the generation of photovoltaic stations.

**Keywords:** photoelectric stations, forecasting, meteorological parameters

### Вступ

За даними Укренерго, нині вже підписано договорів на приєднання до 2025 р. до мереж установок «зеленої» енергетики потужністю 7426 МВт (ВЕС – 4200 МВт, ФЕС – 3226 МВт, без урахування великих ГЕС та ГАЕС). Проте, об'єднана енергетична система (ОЕС) може прийняти лише до 3 тис. МВт потужностей сонячних та вітрових електростанцій без ризику розбалансування і серйозних змін у своїй структурі. Сонячні та вітрові електростанції з точки зору стабільності електропостачання – ненадійні. Виходячи з цього актуальною буде задача підвищення точності прогнозування графіків генерування ФЕС.

### Результати дослідження

Досвід проведеної роботи показує, що серед метеопараметрів найбільш впливовими є сонячна інсоляція, температура, швидкість вітру та вологість [1-3]. Проте, аналіз джерел та сервісів метеоданих, показав, що жоден з них не дає радіацію на поверхні землі (meteoblue, погодинно прогнозує на рівні іоносфери). Що стосується решти параметрів, то проведений кореляційний дозволяє визначити міру впливу кожного метеопараметра на загальний виробіток електроенергії ФЕС (рис.1).

Correlations (факт_метео_пороги)					
Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
N=44568 (Casewise deletion of missing data)					
Variable	Температура	Вологість	Радіація	Шв Вітру	Generation
Температура	1,000000	-0,591249	0,518259	0,029432	0,403010
Вологість	-0,591249	1,000000	-0,578834	-0,207019	-0,400646
Радіація	0,518259	-0,578834	1,000000	0,234122	0,930542
Шв Вітру	0,029432	-0,207019	0,234122	1,000000	0,227994
Generation	0,403010	-0,400646	0,930542	0,227994	1,000000

Рисунок 1 – Матриця коефіцієнтів кореляції метеопараметрів та генерування ФЕС

Таким чином, відсутність даних щодо радіації на поверхні землі значно знижує точність прогнозу виробітку електроенергії ФЕС. Виникає логічне питання, яким чином враховувати хмарність при побудові моделі прогнозування. Оскільки наявність чотирьох вхідних параметрів (сонячна радіація, температура навколишнього середовища, швидкість вітру, вологість) забезпечує точність при підставці фактичних даних на рівні 95%, то збільшення кількості додаткових входів в початкову модель, по-перше, ускладнить та збільшить кількість обрахунків, по-друге, збільшать похибку погодинного прогнозу виробітку. Іншим варіантом для врахування стану неба за допомогою наявної інформації по хмарності (рис.2-4).

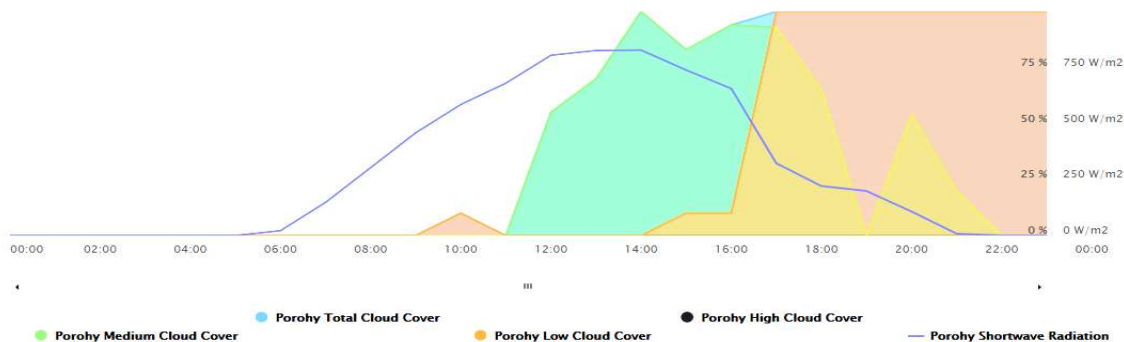


Рисунок 2 – Вплив різних рівнів хмарності на сонячну інсоляцію

З рисунку чітко видно, що підвищення кількості хмар нижнього рівня (жовта площа) зменшує радіацію на поверхні землі.

Variable	N=1888 (Casewise deletion of missing data)				Shortwave Radiation [sfc]
	Total Cloud Cover [sfc]	High Cloud Cover [high cld lay]	Medium Cloud Cover [mid cld lay]	Low Cloud Cover [low cld lay]	
Total Cloud Cover [sfc]	1,000000	0,431666	0,647244	0,842909	-0,643525
High Cloud Cover [high cld lay]	0,431666	1,000000	0,668955	0,207407	-0,287777
Medium Cloud Cover [mid cld lay]	0,647244	0,668955	1,000000	0,364117	-0,405079
Low Cloud Cover [low cld lay]	0,842909	0,207407	0,364117	1,000000	-0,671495
Shortwave Radiation [sfc]	-0,643525	-0,287777	-0,405079	-0,671495	1,000000

Рисунок 3 – Кореляційна матриця впливу різних рівнів хмарності на радіацію

Variable	N=44568 (Casewise deletion of missing data)		
	Generation	Радіація	Cloudness_low
Generation	1,000000	0,930534	-0,207019
Радіація	0,930534	1,000000	-0,364122
Cloudness_low	-0,207019	-0,364122	1,000000

Рисунок 4 – Кореляційна матриця взаємовпливу сонячної інсоляції, виробітку електроенергії ФЕС та нижнього рівня хмарності

### Висновки

Таким чином, на основі проведеного кореляційного аналізу можна зробити висновок, що хмарність важливий параметр, який опосередковано впливає на виробіток електроенергії на ФЕС та прямо впливає на рівень сонячної інсоляції на поверхні землі.

Виходячи з цього, пропонується використовувати стан неба (хмарність) при визначенні сонячної радіації на поверхні землі. За рахунок, такого уточнення радіації (з урахуванням хмарності) очікується підвищення точності моделі прогнозування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України про ринок електричної енергії – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>
2. Кульматицька А. С. Оцінювання впливу відновлювальних джерел електроенергії на режим роботи електричних мереж [Електронний ресурс]: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fecem/all-fecem-2018/paper/view/5443/4481>

3. Лежнюк П.Д., Комар В.О., Кравчук С.В., Київський В.В. Щодо можливості прогнозу генерування фотоелектричними станціями на наступну добу // Матеріали наук.–практ. конф. «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті». – Київ, 2018. – С. 263–267.

**Врона В.І.** — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:

Науковий керівник: **Комар Вячеслав Олександрович** — кандидат технічних наук, доцент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Vrona Vladyslav I** - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

Supervisor: **Komar Vyacheslav O.** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), docent, Vinnitsa National Technical University, docent of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: [kvo1976@ukr.net](mailto:kvo1976@ukr.net).