

ПЕРЕДБАЧЕННЯ ПОГОДИННОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ФЕС ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПРОГНОЗУ ХМАРНОСТІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Здійснено систематизацію даних генерації електроенергії фотоелектростанції за період від 2020 по 2022рр, здійснено вибірку даних прогнозу погоди за аналогічний період. Проведено аналіз закономірностей зміни генерації електроенергії. Отриманий датасет дозволив здійснити прогнозування генерації електроенергії для відповідної фотоелектростанції з врахуванням прогнозу погоди та без, дослідити різні підходи системного аналізу для отримання мінімальної похибки в прогнозі генерації.

Ключові слова. Модель прогнозування, фото електростанція, похибка прогнозування, прогноз генерації, аналіз даних.

Abstract

Systematization of electricity generation data of the photo power plant for the period from 2020 to 2022, sampling of weather forecast data for the same period was carried out. The obtained dataset made it possible to forecast the generation of electricity for the corresponding solar power plant with and without taking into account the weather forecast, to investigate different approaches of system analysis to obtain the minimum error in the forecast of generation.

Keywords. Forecasting model, photo power plant, forecasting error, generation forecast, data analysis.

Вступ

Згідно зі Законом "Про ринок електричної енергії України" [1], для виробників електроенергії, які використовують енергію вітру та сонячного випромінювання і мають право на "зелений тариф", передбачається встановлення плати за небаланс з відсотком, що зростатиме щороку. З початку 2025 року цей відсоток становитиме 100%, при умові, що небаланс буде у межах 5%.

У зв'язку з необхідністю забезпечення балансової стійкості енергосистеми, потрібно розробити ряд підходів та рекомендацій, що дозволять реалізувати регульовані відновлювані джерела енергії (ВДЕ) як складові розподілених віртуальних електростанцій. Це забезпечить стабільне постачання електроенергії та забезпечить балансову стійкість енергосистеми.

Генерація електроенергії від відновлюваних джерел стикається зі значними викликами, основним з яких є складність прогнозування. Це пояснюється тим, що на процес генерації впливає велика кількість факторів. З урахуванням вищезазначеного, конструювання адекватних моделей є надзвичайно актуальним завданням.

При побудові моделі прогнозування використовуються данні моніторингу генерації електроенергії на приватній ФЕС розташованій і вінницькій області.

Датасет з даними з про генерацію електроенергії містить наступні параметри, подані на рисунку 1:

- «DATE_TIME» – Дата фіксації генерації;
- «ENERGY» – Потужність генерації в час фіксації [кВт*год]
- «CLOUDY» – Хмарність [%];
- «SOLAR_RADIATION» – Інсоляція [кВт*год /м²];

	DATE_TIME	ENERGY	CLOUDY	SOLAR_RADIATION
3224	25.06.2020 13:30	834	12	9181
9901	05.05.2021 17:00	253	51	2782
5442	11.09.2020 12:00	921	0	10129
9157	07.04.2021 18:00	89	52	977
15473	14.01.2022 12:30	34	96	373

Рисунок 1 – Фрагмент датасету про генерацію електроенергії фотоелектростанцією

В роботі [2] автором проводилося дослідження проблеми передбачення генерації електроенергії на ФЕС проте автор не враховував ряд параметрів зокрема хмарність безпосередньо над місцем розташування ФЕС, а також використання бібліотеки RandomForestRegressor не забезпечує відповідної точності передбачення для поставленої задачі. Тому враховуючи вище згадане для побудови моделі було також враховано хмарність безпосередньо над сонячною електростанцією. Інформацію про хмарність було отримано з ресурсу прогнозу погоди [3].

В результаті модель передбачення побудована з використанням бібліотеки LightGBM [4]. Для моделі було підібрано параметри які відсікають аномальні значення, що обумовлені зокрема аварійними режимами енергосистеми, різкими опадами у вигляді снігу, забруднення поверхні панелей електростанцією пилом в результаті негоди, тощо. Також для моделі робиться передбачення та обраховується показник точності, будуються графіки залежності від години доби, тижня, пори року (рисунок 2 –рисунок 3).

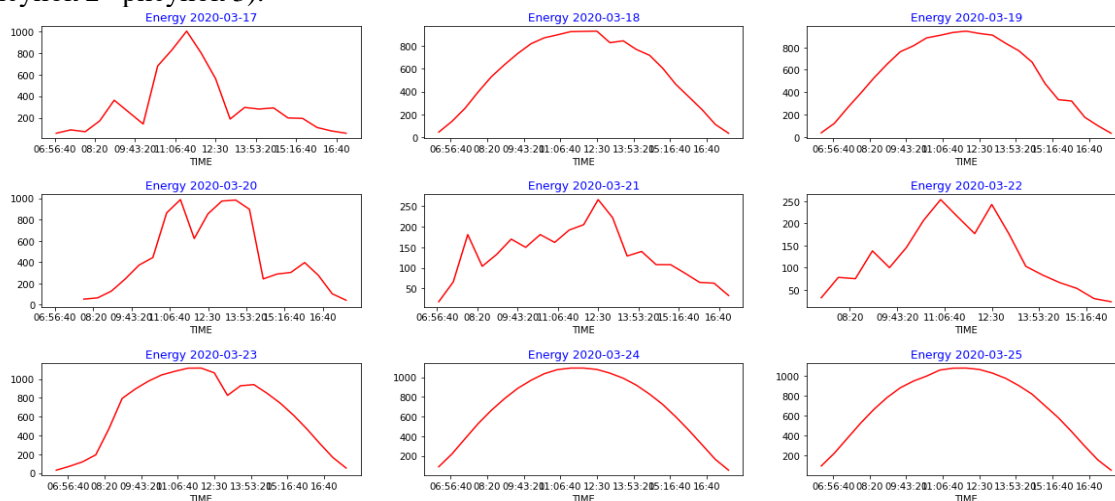


Рисунок 2 - Графіки генерації електроенергії протягом доби

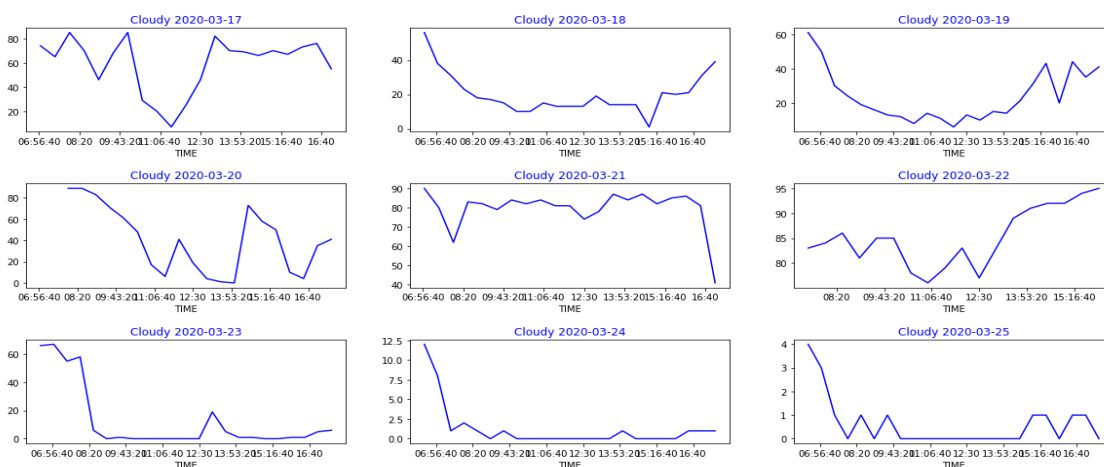


Рисунок 3 - Добові графіки зміни хмарності

Як результат коефіцієнт детермінації становить R2 Score : 99.93 % (рисунок 4)

```
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
rfr = RandomForestRegressor()
rfr.fit(X_train,y_train['ENERGY'])
y_pred_rfr = rfr.predict(X_test)
R2_Score_rfr = round(r2_score(y_pred_rfr,y_test['ENERGY']) * 100, 2)
mae = round(mean_absolute_error(y_test['ENERGY'], y_pred_rfr), 2)

print("R2 Score : ",R2_Score_rfr,"%")
print("Mae : ",mae,"kW*h")
```

```
R2 Score : 99.59 %
Mae : 11.36 kW*h
```

Рисунок 4 – Прогнозування на тестових даних та розрахунок точності передбачення генерації електроенергії на ФЕС

Висновки

Здійснено підбір параметрів для створення моделі передбачення генерації електроенергії на ФЕС, кращу точність передбачення вдалося досягти за рахунок врахування хмарності. Розглянуто вплив параметрів RandomForestRegressor на точність прогнозу генерації електроенергії на ФЕС. Результати досліджень можуть бути універсалізовані та використані для прогнозування генерації на будь-яких нестабільних відновлюваних джерелах генерації електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України про ринок електричної енергії (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, №27-28, ст. 312). URL:<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2019-19.Atmega16> Technical Reference Manual – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>
2. Ноутбук kaggle [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kaggle.com/code/pythonafroz/solar-power-generation-forecast-with-99-auc>
3. Архів метеоданих [Електронний ресурс] Режим доступу :<https://meteopost.com/weather/archive/>
4. Документація бібліотеки RandomForestRegressor [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.RandomForestRegressor.html>

Бартецький Андрій Анатолійович – к.т.н., студент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Bartetsky@gmail.com

Гнатюк Михайло Юрійович – студент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: hnatyukmu@gmail.com

Кручай Ігор Степанович – студент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: i.kruchay@gmail.com