

ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА ДОБУ НАПЕРЕД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Актуальність проведених досліджень обумовлена необхідністю вдосконалення існуючих та розроблення нових методів та засобів прогнозування роботи фотоелектричних станцій в умовах стрімкого зростання кількості та встановленої потужності відновлюваних джерел електричної енергії, а особливо ФЕС та ВЕС, для забезпечення балансу між спожитою та генерованою потужністю від таких джерел.

Ключові слова: фотоелектричні станції, прогнозування графіків генерування, програма, метеопараметри.

FORECASTING GENERATION OF PHOTOVOLTAIC STATIONS GRAPHICS ON THE DAY AHEAD

Abstract

The urgency of the conducted research is due to the need to improve the existing and develop new methods and means of forecasting the work of photovoltaic stations in the conditions of rapid growth number and installed capacity of renewable energy sources, and in particular PVs and wind power stations, to ensure a balance between consumption and generated power from such sources.

Keywords: photoelectric stations, forecasting of generating graphs, program, meteoroparameters.

Вступ

Відповідно до положень закону [1], для виробників, які виробляють електричну енергію на об'єктах електроенергетики, що використовують енергію вітру і сонячного випромінювання, для яких встановлено «зелений тариф», плата за небаланс (різниця між прогнозованим і фактичним погодинним генеруванням) встановлюється наступним чином: до 31 грудня 2020 року - 0 %; з 1 січня 2021 року - 10 %; з 1 січня 2022 року - 20 %; з 1 січня 2023 року - 30 %; з 1 січня 2024 року - 40 %; з 1 січня 2025 року - 50 %; з 1 січня 2026 року - 60 %; з 1 січня 2027 року - 70 %; з 1 січня 2028 року - 80 %; з 1 січня 2029 року - 90 %; з 1 січня 2030 року - 100 %.

Метою роботи є розроблення методів та засобів прогнозування графіків генерування фотоелектричних станцій, для забезпечення балансу генерування та споживання електроенергії в електричних мережах.

Результати дослідження

Оскільки для генерування ФЕС залежить від зміни метеопараметрів, було визначено які з них в найбільшій мірі впливають виробіток електроенергії ФЕС. Запропоновані метеорологічні параметри [2] використовуються, як вхідні дані для нейронної мережі. Оскільки нейронні мережі повинні адаптуватися до геолокації і мати можливість повторно навчатися для інших станцій, використовуємо алгоритм зворотного поширення помилки. Основна ідея цього методу полягає в поширенні сигналів помилок з мережевих виходів на його входи, у зворотному напрямку до прямого поширення сигналів в нормальному режимі роботи. Щоб мати можливість застосувати метод зворотного поширення помилки, передатна функція нейронів повинна бути диференційованою. Даний метод є модифікацією класичного методу градієнтного спуску. Нейронна мережа матиме наступний вигляд див. рис.1.

Отже, маємо вектор вхідних величин \bar{X} Емпіричним шляхом встановлено, що оптимальна кількість нейронів для точного прогнозу – 25, $i = 1..25$, що мають гіпертангенсову функцію їх активації:

$$f(e) = th \frac{s}{\alpha} = \frac{e^{\frac{s}{\alpha}} - e^{-\frac{s}{\alpha}}}{e^{\frac{s}{\alpha}} + e^{-\frac{s}{\alpha}}}, \quad (1)$$

де s - вихід суми нейрона, а α - постійна.

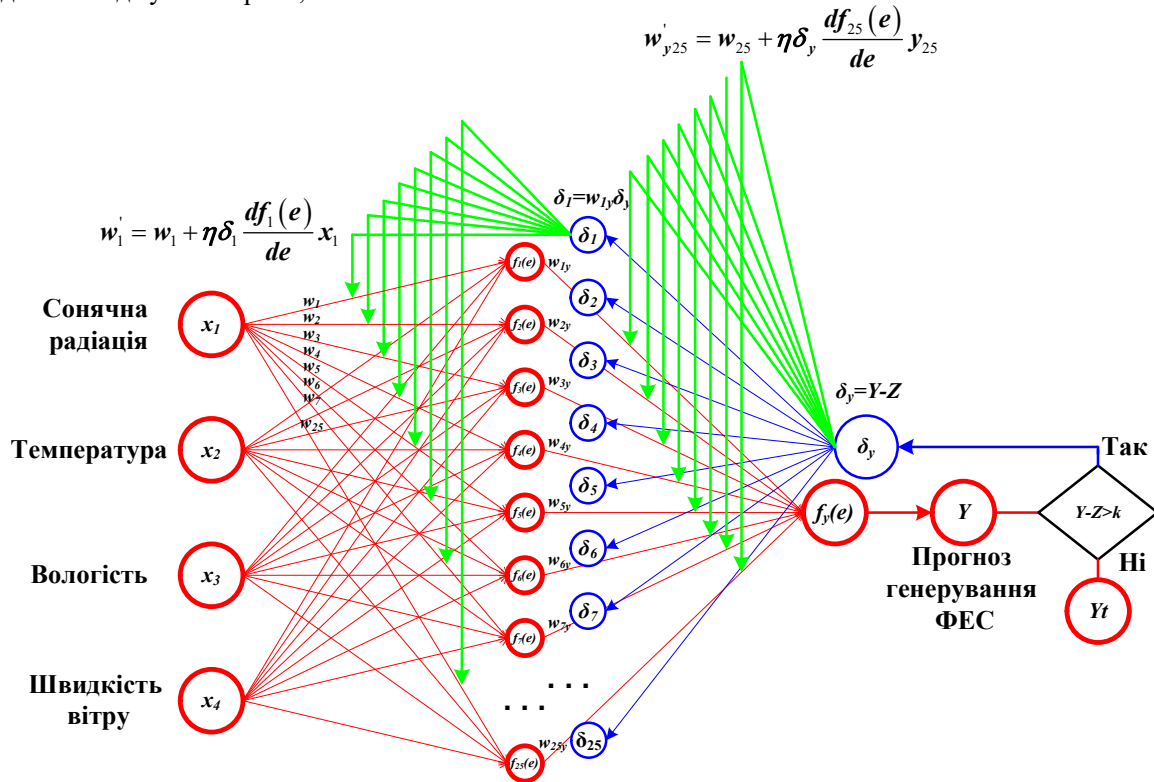


Рисунок 1 – Нейронна мережа для прогнозування генерування ФЕС на наступну добу
Таким чином, результат активації першого нейрона буде мати значення y_1 , що дорівнює:

$$y_1 = f_1(w_{(x_1)} \cdot x_1 + w_{(x_2)} \cdot x_2 + w_{(x_3)} \cdot x_3 + w_{(x_4)} \cdot x_4) \quad (2)$$

Аналогічно, вона може бути записана для інших нейронів. А для з'єднання прихованого шару з початковим значенням (передбачена генеруюча потужність) Y . Використовуємо відповідні вагові коефіцієнти для прикладу першого отриманого нейрона і початкове значення розвитку нейрона:

$$y = f_y(y_1 \cdot w_{1y} + y_2 \cdot w_{2y} + y_3 \cdot w_{3y} + \dots + y_{25} \cdot w_{25y}) \quad (3)$$

Оскільки за першу ітерацію практично неможливо досягнути бажану точність, використовується алгоритм зворотнього поширення похибки. В основу якого покладено метод корекції вагових коефіцієнтів нейронів. Обчислюється похибка і на її основі робимо зворотній хід, який полягає в послідовній зміні ваги нейронів мережі, починаючи з ваг вихідних нейронів.

Значення ваг будуть змінюватися в напрямку, який дасть нам найкращий результат. У розрахунку ми використовуємо метод знаходження дельта $\delta_y = Y - Z$, Z - бажане значення, оскільки це найпростіший і найбільш зрозумілий спосіб. Також використовується стохастичний метод оновлення вагових коефіцієнтів. Вирішуючи зворотній хід, визначимо вагу для першого прихованого нейрона:

$$w'_{1y} = w_{1y} + \eta \delta_y \frac{df_y(e)}{de} y_1 \quad (4)$$

де $\delta_y = Y - Z$ - зміщення виходу, η - константа.

Аналогічним чином визначається зміщення ваги нейронів, які з'єднують вхідні параметри з прихованим шаром:

$$w'_1 = w_1 + \eta \delta_1 \frac{df_1(e)}{de} x_1 \quad (5)$$

де $\delta_1 = w_{1y} \delta_y$ - зміщення виходу, η - константа.

Для кожної ітерації алгоритму зворотнього поширення похибки зважені коефіцієнти нейронної мережі змінюються для зменшення помилки моделі. Таким чином на кожній ітерації вирішується одно критеріальна задача [3].

Висновки

На основі визначених метеопараметрів, запропоновано метод погодинного прогнозу генерування фотоелектричних станцій на добу наперед. Такий метод, забезпечує точність погодинного прогнозу генерування ФЕС на рівні 80%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України про ринок електричної енергії – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>
2. Лежнюк П.Д., Комар В.О., Кравчук С.В., Лесько В.О., Нетребський В.В., Кульматицька А.С. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №83733 Комп'ютерна програма «Розпізнавання даних з типових файлів джерел метеопараметрів». – Державна служба інтелектуальної власності України. 17.12.2018.
3. R. Marquez, H.T.C. Pedro, C.F.M. Coimbra, Hybrid solar forecasting method uses satellite imaging and ground telemetry as inputs to ANNs, Sol. Energy 92 (2013) 176e188.

Кульматицька А.С. — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1e.15b.kulmatytska@gmail.com

Кравчук С.В. — кандидат технічних наук, асистент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sv.kravchuk@ukr.net

Науковий керівник: **Лежнюк Петро Дем'янович** — доктор технічних наук, професор, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lezhp@gmail.com

Kulmatytska Anna S. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: 1e.15b.kulmatytska@gmail.com

Kravchuk Serhii V. - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), assistant, Vinnitsa National Technical University, assistant of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: sv.kravchuk@ukr.net.

Supervisor: Lezhniuk Petro D. – Doctor of Technical Sciences (Dr. Sc.), professor, Vinnitsa National Technical University, professor of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: lezhp@gmail.com