

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Смертюк В.М., аспірант¹, Мельник О.А., аспірант²

¹Інститут відновлюваної енергетики НАН України

²КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Розуміння обсягів надходження енергії від сонця у визначеній області є надзвичайно важливим питанням для оцінки потенціалу використання сонячної електростанції. Така інформація є передумовою для проектування та оцінки можливості встановлення сонячних електростанцій. Також якісні прогнози генерації дозволяють мережевим операторам найбільш коректно та ефективно керувати енергосистемою задля отримання мінімального впливу від мінливого характеру надходження енергії з сонячних та вітрових електричних станцій, тим самим оптимально інтегруючи станції на ВДЕ в загальну енергосистему країни.

Мета роботи. Провести огляд існуючих моделей прогнозування надходження сонячної радіації. Порівняння підходів, результатів, ресурсоемності обчислень та точності прогнозування на основі співставлення вхідних параметрів.

Матеріали і результати досліджень. Вибір методів прогнозування залежить від того, на яких інтервалах часу необхідно спрогнозувати надходження сонячної радіації. Наприклад для короткострокового прогнозування (до 6 годин) застосовуються фізичні методи прогнозування (Numerical Weather Prediction або NWP-моделі), тобто враховується освітленість, хмарність, температура повітря на досліджуваній ділянці [1]. Додатково при прогнозуванні генерації можуть враховуватись швидкість вітру та вологість повітря, але їх вплив на точність незначний.

Для прогнозування на термін 10-30 хв користуються виглядом зображення неба, тобто отримується зображення неба, визначається тип і вигляд хмар, робиться аналіз руху хмар та на основі цього робиться прогноз про подальшу потужність генерації станцій відносно теперішньої. Використовуючи такий підхід можна зробити прогноз з досить високою точністю, але на досить малий період часу (до 30хв), оскільки дуже важко передбачити рух хмарного поля та їх розвиток/геометрію.

Подібний метод що використовується для прогнозування на більш великі інтервали це метод, де використовується зйомка стану неба з супутника. Основна перевага – більш масштабне зображення, відповідно більш чітке розуміння можливих варіантів розвитку хмарного покриву. Але недоліками є низька розподільча здатність знімків (одна точка складає порядку 1 км) та той факт, що зазвичай супутники можуть зробити якісні знімки лише у денний період і тому ранкові прогнози зроблені за таким методом не можуть бути точними [2].

Статистичні методи спираються насамперед на накопичені попередні дані виробітку СЕС, супутникові чи погодні дані для визначення тенденцій,

практично без урахування фізичних параметрів. До статистичних відноситься авторегресійний метод (AR), метод ковзаючого середнього (MA), авторегресійна модель ковзаючого середнього (ARMA), авторегресійна інтегрована модель ковзаючого середнього (ARIMA).

Числові моделі стають дієвими для горизонту прогнозування понад шість годин. Характер випадкових коливань сонячної радіації, спричинених змінною хмарністю, досліджувався рядом авторів, однак усталеного висновку щодо розподілу імовірності нема. Так, в роботі [3] стверджується, що розподіл імовірності рівня сонячної радіації відрізняється від нормального. Досліджуючи погодинні дані за 14 років (регіон Західної Африки), автори перевіряли на придатність такі розподіли, як експоненційний, Вейбула, логнормальний, геометричний, гама- та бета- розподіли. Вимірювалися пряме та розсіяне випромінювання. За рівнем середньоквадратичної похибки, яку дає застосування вказаних розподілів порівняно з фактичними даними, в різні місяці кращі результати забезпечували різні розподіли, проте помітної переваги жоден з них не отримав.

Для вдосконалення прогнозу його часто порівнюють з фактичними даними, отриманими протягом певного «навчального» періоду, це так звана модель вихідних статистик (Model Output Statistics, або MOS). Існує багато різновидів MOS, які застосовуються окремо або комбіновано. Наприклад, просторово-часова інтерполяція і згладжування (найчастіше використовується лінійна інтерполяція) [4]. Простий, але ефективний метод – усунення систематичної похибки, тобто трендової складової в масиві випадкових відхилень.

Висновки. Для прогнозування генерації сонячних електростанцій на різних часових проміжках найточніші результати дають різні підходи. Але узагальнивши можна сказати, що найкращі результати забезпечує комбіноване використання погодних даних та моделей NWP.

Перелік посилань

1. *C.Voyant, M.Muselli at al.* Hybrid methodology for hourly global radiation forecasting in Mediterranean area. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1211/1211.2378>.
2. *Гаєвський А.Ю., Мельник О.В.* Прогнозирование мощности ФЭС на основе спутниковых данных // Матеріали XIV конференції «Відновлювана енергетика XXI століття», 2013. – С.248-249.
3. *Yarhands Dissou Arthur.* Probability Distributional Analysis of Hourly Solar Irradiation in Kumasi-Ghana. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/277558137>
Probability Distributional Analysis of Hourly Solar Irradiation in Kumasi-Ghana
4. *LL. Mora-lopez, M. Sidrach-de-cardona.* Multiplicative arma models to generate hourly series of global irradiation. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.biblioteca.uma.es/bbldoc/articulos/167229.pdf>