

САЯПІН В.Г., КУЗНЄЦОВ Д.І. (УКРАЇНА, КРИВИЙ РІГ)

ОГЛЯД МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИРОБЛЕНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИМИ ТА ВІТРОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Криворізький національний університет

50027, вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, Україна; knu@knu.edu.ua

Abstract. Since the beginning of the development of renewable energy sources, many methods of forecasting electricity generation have been developed. The article reviews modern methods of forecasting energy production by solar and wind power plants, their classification and systematization on various grounds.

Україна неухильно слідує стратегії децентралізації електричної мережі і диверсифікації джерел енергії. Введені країною міри призвели до різкого зростання частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Згідно Енергетичної стратегії України до 2035 р., 10% від загального первинного постачання енергії повинні складати сонячна та вітрова енергія. Переривчастий і нестабільний характер цих ВДЕ робить питання прогнозування виробленої електричної енергії одним з найважливіших для їх нормального функціонування у складі загальної енергосистеми.

В розглядаємих типах ВДЕ виробка енергії проходить через поглинання енергії сонячного випромінення та вітру, і залежить від метеорологічних умов, що приводить до нестабільності генерації. Тому прогнозування виробки залежить в першу чергу від здатності прогнозувати ці умови. Загалом методи прогнозування для сонячної та вітрової енергетики схожі, але сонячні електростанції на відміну від вітрових виділяється значною автокореляцією та нерівномірністю добової виробки. Види прогнозування класифікують за віддаленістю горизонту прогнозування або методів, що використовують у ньому.

Види прогнозування за віддаленість горизонту поділяються на короткостроковий прогноз (від хвилини до 8 годин), середньостроковий прогноз (від 8 до 24 годин), довгостроковий прогноз (від 24 до 72 годин).

Види прогнозування за використаними методами поділяють на моделі, що базуються на фотографуванні хмар з супутників та з землі, чисельний прогноз погоди, статистичні моделі, штучні нейронні мережі (ШНМ), нечіткі моделі, гібридні моделі.

Моделі, що базуються на фотографуванні хмар з супутників та з землі, добре підходять для прогнозу сумарного освітлення прямим і розсіяним сонячним випроміненням поверхні фотоелектричних панелей. Їх складно використовувати для визначення швидкості вітру, через потребу експертних знань. Модель добре підходить для короткострокового прогнозування.

Чисельний прогноз будується на базі диференційних рівнянь метеорологічних фізичних процесів. Прогноз потребує великої кількості складних обчислень, добре підходить для середньо- і довгострокових горизонтів.

Статистичні моделі зазвичай використовують методи лінійної регресії, вони погано підходять для нелінійних процесів, добре підходять для короткострокового прогнозу.

ШНМ – нелінійні моделі, що використовують методи машинного навчання. Здатні при задіяні в мультиагентній системі самонавчатись. ШНМ підходять для прогнозування інтенсивності вітру та сонячного випромінення для будь-якої тривалості прогнозу.

Нечіткі моделі прогнозування використовують нечітку логіку, добре підходять для прогнозування нелінійних процесів. Ці моделі мають гарну точність через свою стійкість, але сильно ускладнюються при великій кількості правил, добре підходять для короткотривалого прогнозу.

Гібридні моделі поєднують в собі різні методи, наприклад, чисельні і статистичні методи. Моделі використовують переваги кожного з методів, але потребують більших обчислювальних ресурсів. Постає проблема вибору потрібних моделей відповідно до ситуації.

З проведеного огляду можна зробити висновки, що перспективними є гібридні моделі. Наприклад, поєднання ШНМ з нечіткою моделлю утворює мережу ANFIS – потужний та універсальний метод для прогнозування. Використання нечіткої логіки дозволяє пришвидшити навчання ШНМ і отримати точніші результати. Надалі отримані дані будуть використані при розробці системи автоматизованого керування режимами роботи ВДЕ в межах microgrid.