

ЗАДАЧА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ЕНЕРГОРИНКУ УКРАЇНИ

Р.Д. Алієв¹, К.В. Махотіло²

¹ студент кафедри «Електричні станції», НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² професор кафедри «Електричні станції», канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Roman.Aliiev@ieee.khpi.edu.ua

На сьогодні, українська енергетика дуже стрімко змінюється в економічному та правовому напрямках. У 2014 році було прийнято Закон про ринок електричної енергії України [1], метою якого є створення вільного конкурентного енергоринку. У зв'язку з великою кількістю нових незалежних учасників ринку задача планування та диспетчеризації об'єднаної енергосистеми стала набагато складнішою. Відповідно, значно суворішою для учасників ринку стала і фінансова відповідальність за небаланс електроенергії (різницю між фактичними та прогнозованими обсягами відпуску або споживання електричної енергії). Найбільш актуальною ця проблема є для постачальників електричної енергії та для виробників електричної енергії з відновлюваних джерел «за зеленим тарифом».

З 1 січня 2021 виробники електричної енергії з відновлюваних джерел зобов'язані відшкодувати Гарантованому покупцю (ГП) вартість свого небалансу у разі відхилення фактичних погодинних обсягів відпуску електричної енергії від заявленого графіка більш як на 10% (10% для електростанцій потужністю менше ніж 1 МВт та 50% для електростанцій потужністю понад 50 МВт) [2]. На даному етапі розвитку технологій навіть провідні компанії світу мають похибку прогнозування вироблення на відновлюваних джерелах у 30-70%, що вкрай ускладнює планування їх роботи на енергоринку та підтримання балансу в енергосистемі.

Згідно з правилами ринку електричної енергії Україні виробники альтернативної енергії до 9:00 за день до торгового дня зобов'язані подавати ГП прогнозні погодинні добові графіки відпуску та споживання електричної енергії на добу наперед. [3]. Починаючи з 15:00 дня, що передує торговому, але не пізніше ніж за 55 хвилин до «закриття воріт ВДР» для відповідного розрахункового періоду (1 година) ці виробники мають надати ГП оновлений (уточнювальний) графік відпуску та споживання електричної енергії.

Позначимо номер часу поточної доби d , в який розраховується прогноз, як t_0 . Згідно з правилами, $15 \leq t_0 \leq 23$. Тоді графік прогнозованої генерації електроенергії являє собою набір з 24 значень потужності $P(t)$ в кожному часі наступної доби $d+1$. У випадку $t_0 = 15$, шукані значення це - $P(t_0+9)$, $P(t_0+10)$,..., $P(t_0+32)$. Таким чином, хоча прогнозований інтервал часу дорівнює 24 год, фактичний горизонт прогнозування складає від 25 до 32 год.

Також треба зазначити, що на проміжку в 1 год потужність ВДЕ може змінюватись дуже сильно. Прогнозоване значення потужності $P(t)$, що передається ГП для планування режимів роботи енергосистеми є середньою величиною за 1 год. Проте коливання потужності протягом розрахункового періоду можуть призводити до значних небалансів, відповідальність за які, знов таки, покладається на виробника. Для розв'язання даної проблеми при прогнозуванні графіків потужності за вимогами ГП, власники ВДЕ мають розробляти для власного використання прогнози з меншим кроком.

Закон про ринок електричної енергії України встановлює дані, які зобов'язаний використовувати ГП при складанні власних прогнозів генерації ВДЕ. Це – історичні дані щодо потужності виробників та погодних умов, а також статистичні дані, отримані в

результаті їх обробки, прогнозні погодні умови (швидкість вітру, сонячне випромінювання тощо), доступну потужність генеруючих одиниць продавців та споживачів за «зеленим» тарифом, обсяг відпуску електричної енергії виробників, прогнозований ними [4]. Щодо виробників електричної енергії, то вони вільні самостійно обирати дані, на які опирається їх прогноз. Зазвичай, при прогнозуванні генерації фотоелектричних станцій (ФЕС) враховуються такі фактори, як сонячна радіація, температура і вологість повітря, швидкість вітру, інформація від камер огляду неба, тінювих камер, супутникових спостережень за хмарами, результати чисельного прогнозу погоди.

Після отримання всіх необхідних даних про погодні умови у час t , проводиться розрахунок кількості потужності, яка буде вироблена у час t . Наприклад, потужність ФЕС $P_{\text{ФЕС}}(t)$, Вт можна розрахувати за наближеною формулою [4]:

$$P_{\text{ФЕС}} = I_n \cdot k_e \cdot \eta \cdot F(1 - k_T \cdot (T - 25)), \quad (1)$$

де I_n – повна сонячна радіація, що надходить на похилу поверхню сонячної станції з урахуванням хмарності, Вт/м²; k_e – коефіцієнт втрат потужності (через забруднення та деградації панелей, в інверторах та провідниках), η – ККД фотоелектричних перетворювачів станції, F – площа фотоелектричних поверхонь, м²; k_T – температурний коефіцієнт зміни ККД фотоелектричних перетворювачів; T – температура повітря, °С.

Аналізуючи сучасний стан розв'язання задачі прогнозування потужності ВДЕ, можна зробити висновки, що традиційні “інерційні” методи прогнозування за прецедентом недостатньо точні, щоб задовольнити високі вимоги, встановлені законодавством. Для отримання точних прогнозів потужності ВДЕ потрібно детально враховувати поточні метеоумови, мати точний метеопрогноз та точні моделі енергетичних характеристик генеруючого обладнання.

Список літератури:

1. Про ринок електричної енергії: Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>.
2. Мороз О. М. Вимоги законодавства України, щодо прогнозування генерації електричної енергії СЕС та шляхи вирішення цих вимог/ О. М. Мороз, А. О. Павлов // Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. – 2020. – №8 – С. 56 – 58.
3. Порядок купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом: Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 26.04.2019 № 641 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua/data/filearch/postanovy/2019/p0641-d-2019.pdf>.
4. Шакиров В. А. Методика выработки электроэнергии солнечными электростанциями с использованием данных многолетних наблюдений метеостанций/ В. А. Шакиров, Т.Н. Яковкина, В. Г. Курбацкий // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2020. - №4. С. 858 – 875.