

ВИМОГИ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ, ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СЕС ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЦИХ ВИМОГ

Мороз О. М., Павлов А. О.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Здійснено огляд вимог законодавства України, щодо прогнозування генерації електричної енергії СЕС та визначено перелік даних необхідних для створення програмного комплексу з прогнозування обсягів виробництва електричної енергії СЕС.

Постановка проблеми. Енергетичною стратегією України на період до 2030 року [1] визначено, що освоєння відновлюваних джерел енергії є важливим фактором підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на навколишнє природне середовище. Згідно з Національним планом дій з відновлюваної енергетики у 2020 році передбачено введення в експлуатацію сонячних електростанцій (СЕС) загальною потужністю 2300 МВт, які в свою чергу повинні виробити до 2420 ГВт·год електричної енергії.

За даними державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України за 9 місяців 2019 року в Україні були введені в експлуатацію відновлювані джерела електроенергії потужністю 2500 МВт [2]. Зокрема, за цей період введено в експлуатацію понад 2000 МВт промислових СЕС та близько 120 МВт СЕС домогосподарств (за 6 місяців 2019 р.). Очікується, що за підсумками 2019 року сумарний обсяг потужностей СЕС складе 4,087 ГВт (у три рази більше обсягу, встановленого станом на кінець 2018 року).

Енергосистема України переобтяжена базовими потужностями АЕС і ТЕС та характеризується браком маневрової генерації. Потреба в обсягах резервів первинного і вторинного регулювання, резерву заміщення стрімко наростає через збільшення частки СЕС і ВЕС з негарантованим графіком виробництва електроенергії. За даними ДП "НЕК "Укренерго" в таких умовах енергосистема України зможе без обмеження атомної генерації прийняти лише 3 ГВт СЕС і ВЕС [3].

Тому вкрай важливим є питання підвищення точності прогнозування графіку генерації на СЕС та ВЕС, що дозволить знизити потребу в обсягах балансуєвих потужностей і тим самим забезпечити балансову надійність енергосистеми України в умовах різних коливань змінної генерації СЕС і ВЕС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу прогнозування режимів роботи СЕС залежно від зовнішніх факторів присвячені роботи Лук'яненко Л.М. [4] та Лежнюка П.Д. [5, 6]. Програмний засіб прогнозування графіків генерування фотоелектричних станцій (ФЕС) Solaris Prognostic дозволяє прогнозувати погодинний добовий графік генерування ФЕС на наступну добу з високою точністю [6].

Мета статті. Аналіз вимог діючого законодавства України, щодо прогнозування генерації електричної енергії СЕС, підстави формування цих вимог та шляхи дотримання вимог законодавства на діючих сонячних електростанціях.

Основні матеріали дослідження. У відповідності з постановою НКРЕКП № 641 від 26.04.2019 Про Порядок купівлі електричної енергії за "зеленим" тарифом [7]. Виробники за "зеленим" тарифом до 09:00 за день до торгового дня надають гарантованому покупцю погодинні добові графіки відпуску електричної енергії (ЕЕ) та доступну потужність генеруючих одиниць з розбивкою по технологіях тарифах/видах генерації /за видом альтернативного джерела та по географічних регіонах.

Виробники за "зеленим" тарифом, починаючи з 15:00 дня, що передує торговому, але не пізніше ніж за 2 години 45 хвилин до розрахункового періоду надають гарантованому покупцю оновлений графік відпуску ЕЕ та доступну потужність генеруючих одиниць з розбивкою по технологіях тарифах/видах генерації /за видом альтернативного джерела та по географічних регіонах для кожного розрахункового періоду торгового дня».

Прогнозні обсяги відпуску ЕЕ, які подані виробником за "зеленим" тарифом гарантованому покупцю повинні відповідати фізичним можливостям генеруючого обладнання. У разі наявності невідповідності такі прогнозні обсяги не враховуються гарантованим покупцем при подачі заявок на ринку ЕЕ, а у разі відсутності попередньо наданих виробником за "зеленим" тарифом прогнозованих обсягів відпуску вони визначаються як нульовий відпуск.

При здійсненні прогнозування відпуску електричної енергії СЕС повинні враховуватись такі фактори:

- історичні дані щодо потужності та відпуску ЕЕ генеруючими одиницями виробників та погодинних умов сонячного випромінювання, а також статистичні дані, отримані в результаті обробки;
- прогнозне сонячне випромінювання в розрізі географічних регіонів;
- доступну потужність генеруючих одиниць за "зеленим" тарифом;
- обсяг відпуску ЕЕ виробником за "зеленим" тарифом, прогнозований для визначення обсягів продажу на ринку на добу наперед (РДН) та обсягів продажу на внутрішньодобовий ринок (ВДР).

Гарантований покупець ЕЕ в свою чергу в процесі прогнозування повинен забезпечувати:

- моніторинг якості прогнозів СЕС, обсягів відпуску ними ЕЕ, та якості власних прогнозів;
- удосконалення алгоритмів статистичної обробки наявних історичних даних щодо потужності та від-

пуску ЕЕ генеруючими одиницями СЕС;

– удосконалення власних алгоритмів прогнозування відпуску ЕЕ СЕС з метою мінімізації обсягів небалансів гарантованого покупця;

– вдосконалення алгоритмів прогнозування виробниками за «зеленим» тарифом свого відпуску ЕЕ з метою підвищення точності їх прогнозів;

– максимізацію повноти та точності даних щодо прогнозних погодних умов.

СЕС, як виробники ЕЕ за «зеленим» тарифом, повинні відшкодувати гарантованому покупцю частки вартості врегулювання небалансу. Обсяг відшкодування залежить від таких факторів:

– величини відхилення фактичного обсягу відпуску ЕЕ СЕС від спрогнозованого погодинного графіка відпуску ЕЕ у розрахунковому періоді;

– ціни небалансу ЕЕ у розрахунковому періоді;

– ціни ЕЕ у розрахунковому періоді;

– величини відхилення фактичного обсягу відпуску ЕЕ СЕС від спрогнозованого погодинного графіка відпуску ЕЕ у розрахунковому періоді;

– суми відхилень фактичних погодинних обсягів відпуску ЕЕ виробників за «зеленим» тарифом, що входять до балансуєчої групи виробників за «зеленим» тарифом, у розрахунковий періоді, їх погодинних графіків відпуску ЕЕ.

Допустиме відхилення фактичних погодинних обсягів відпуску ЕЕ від погодинного відпуску ЕЕ та частки відшкодування гарантованому покупцю СЕС вартості врегулювання небалансу визначається відповідно до закону України "Про ринок електроенергії" [8].

До 31 грудня 2029 року відшкодування суб'єктом господарювання, який виробляє електричну енергію на об'єктах електроенергетики, що використовують енергію сонячного випромінювання, та входять до складу балансуєчої групи гарантованого покупця, вартості свого небалансу гарантованому покупцю здійснюється у разі відхилення фактичних погодинних обсягів відпуску електричної енергії такого суб'єкта господарювання від його погодинного графіка відпуску електричної енергії більш як на 10%.

Частка відшкодування гарантованому покупцю суб'єктами господарювання, які входять до складу балансуєчої групи гарантованого покупця та здійснюють продаж електричної енергії, виробленої з альтернативних джерел енергії, за "зеленим" тарифом або аукціонною ціною, вартості врегулювання небалансу гарантованого покупця становить: до 31.12.2020 р. – 0%, з 1.01.2021 р. – 10%, з 1.01.2022 р. – 20%, з 1.01.2023 р. – 30%, з 1.01.2024 р. – 40%, з 1.01.2025 р. – 50%, з 1.01.2026 р. – 60%, з 1.01.2027 р. – 70%, з 1.01.2028 р. – 80%, з 1.01.2029 р. – 90%, з 1.01.2030 р. – 100%.

Таким чином зрозуміло, що СЕС повинні використовувати програмні комплекси прогнозування виробництва ЕЕ, які дозволить виробникам покращити початкові прогнози генерації за добу до рівня 15%-20% похибки, а уточнюючі прогнози до рівня 8%-10%.

Оскільки прогнозний графік на добу наперед подається до 9 години дня, що передує торговому дню, а

уточнюючий прогноз подається починаючи з 15 години дня, що передує торговому, але не пізніше ніж за 2 години 45 хвилин до розрахункового періоду, то уточнюючий графік має більшу точність [9].

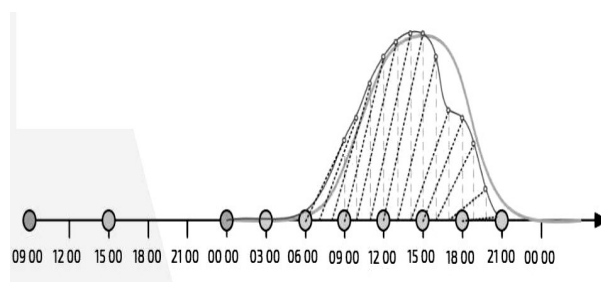


Рисунок 1 – Прогнозний графік генерації ЕЕ на добу та уточнюючий прогнозний графік

Існують два основних методи прогнозування сонячної активності, які використовуються для короткострокових (до 6 годин) прогнозів та прогнозування генерації СЕС на термін менше доби [10]. Метод total sky imagery використовується для прогнозування генерації ЕЕ СЕС в режимі реального часу. Цей метод дозволяє достатньо точно прогнозувати вироблення ЕЕ на 10-30 хвилин наперед.

Метод аналізу стану хмар за допомогою знімків отриманих за допомогою космічних супутників дозволяє давати досить точні прогнози до 6 годин за рахунок покриття значної території.

Більшість прогнозів метеорологічної ситуації на відрізки часу більше 1 доби засновані на використанні чисельних прогнозів погоди (Numerical weather prediction - NWP). Сучасна модель NWP - це набір сучасних комп'ютерних програм, в яких за допомогою математичних і фізичних алгоритмів/рівнянь описані процеси, що відбуваються в атмосфері і характер їх змін з часом. Вихідні дані для розрахунків чисельних прогнозів погоди беруться з результатів і аналізу метеорологічних спостережень.

Модельна статистика результатів (Model Output Statistics) дозволяє усунути систематичні помилки в прогнозах. Крім того, за рахунок використання MOS для конкретної СЕС можна з більшою ймовірністю прогнозувати бінарні події - сильні грози або ймовірність опадів.

Дієвий програмний комплекс по прогнозуванню обсягів виробництва електричної енергії СЕС необхідно розробляти з використанням технологій Smart – Grid. Дуже важливо врахувати всі початкові дані за допомогою яких, програмний комплекс розрахує та створить готовий прогноз для гарантованого покупця. Такими даними є:

– статистичні дані по генерації та архів метеорологічних спостережень, накопичені за певний період часу. Чим більший період накопичення - тим точніший початковий прогноз;

– отримання декількох точних прогнозів у провідних світових метеорологічних служб;

– дані моніторингу технічного стану обладнання СЕС, рівень забруднення панелей та збільшення гене-

рація ЕЕ після опадів, наявність запланованих відключень від мережі оператора системи розподілу;
- темп зменшення потужності СЕС за рахунок старіння обладнання;
- статистична інформація про періоди вимушеного простою СЕС з причин аварії/відмови обладнання;
- дані метеостанції встановленої безпосередньо на майданчику сонячної електростанції з можливістю віддаленого моніторингу та спостереження зі збиранням статистики.

Використання програмного комплексу впродовж декількох років дозволить накопичити статистику та навчити штучний інтелект формувати та самостійно без участі оператора надавати початковий прогноз гарантованому покупцю. Уточнюючі прогнози будуть надаватися після перевірки оператором системи.

Крім того постійний моніторинг технічного стану сонячної електростанції змусить персонал станції більш ретельно виконувати роботи по періодичній перевірці дієздатності обладнання та окремих елементів станції, зокрема очищення сонячних панелей від бруду, пилу та снігу.

Гарантований покупець, отримуючи відносно точні прогнози, здійснює власне прогнозування обсягів відпуску генеруючими одиницями за "зеленим" тарифом. Подвійний контроль прогнозування дозволить підтримувати енергетичну систему у збалансованому стані.

Висновки. Важливою задачею для забезпечення надійної роботи енергетичної системи України та підвищення її ефективності (при фактичному зменшенні балансуєчих резервів) є розробка системи прогнозування генерації ЕЕ СЕС з урахуванням особливостей законодавства України та кліматичних і метеорологічних умов.

Список використаних джерел

1. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року, затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 01.10.2014 р. № 902-р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення: 05.10.2019).

2. С начала года в "зеленую" энергетику инвестировано более EUR2 млрд. <http://reform.energy/news/s-nachala-goda-v-zelenuyu-energetiku-investirovano-bolee-eur2-mlrd-12651> (дата звернення: 05.10.2019).

3. Загрози розвитку ВДЕ в рамках поточної моделі підтримки та пропозиції щодо їх усунення. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245343726> (дата звернення: 06.10.2019).

4. Лук'яненко Л.М., Гончаренко І. Аналіз режимів роботи СЕС залежно від зовнішніх факторів. *Праці ІЕД НАНУ*. 2016. Вип. 45. С. 5-8.

5. Лежнюк П. Д., Кравчук С., Кульматицька А. Прогнозування генерування фотоелектричних станцій на добу наперед. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua> (дата звернення: 06.10.2019).

6. Лежнюк П. Д., Комар В., Кравчук С. Балансування електроенергії в електричній мережі з віднов-

люваними джерелами енергії. URL: https://www.ntseu.net.ua/docs/sl2019_legnuk.pdf (дата звернення: 06.10.2019).

7. Постанова НКРЕКП № 641 від 26.04.2019 Порядок купівлі електричної енергії за "зеленим" тарифом. URL: <https://www.nerc.gov.ua/data/filearch/postanovy/2019/p0641-d-2019.pdf> (дата звернення: 06.10.2019).

8. Закон Про ринок електричної енергії (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 27-28, ст.312) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 2189-VIII від 09.11.2017, ВВР, 2018, № 1, ст.1 № 2581-VIII від 02.10.2018, ВВР, 2018, № 46, ст.371 № 2628-VIII від 23.11.2018, ВВР, 2018, № 49, с№ 2712-VIII від 25.04.2019, ВВР, 2019, № 23, ст.89№ 107-IX від 18.09.2019}. Документ 2019-VIII, чинний, поточна редакція – Редакція від 24.09.2019, підстава - 107-IX (дата звернення: 03.10.2019).

9. ТОВ "KNESS Service". URL: <https://kness.energy/solutions/service/> (дата звернення: 10.09.2019).

10. Базовые методы для прогнозирования генерации электроэнергии при работе солнечной электростанции. URL: <https://rentechno.ua/blog/solar-pv-forecast.html> (дата звернення: 11.10.2019).

Аннотация

ТРЕБОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА УКРАИНЫ, ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СЭС И НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ

Мороз А. Н., Павлов А. А.

Осуществлен обзор требований законодательства Украины относительно прогнозирования генерации электрической энергии СЭС и определен перечень данных необходимых для создания программного комплекса по прогнозированию объемов производства электрической энергии СЭС.

Abstract

REQUIREMENTS OF THE UKRAINE'S LEGISLATION REGARDING GENERATION FORECASTING ELECTRICITY BY SPP AND DIRECTIONS FOR SOLVING THESE REQUIREMENTS

O. Moroz, A. Pavlov

The requirements of the legislation of Ukraine have been reviewed, regarding the forecasting of electricity generation of SPP and the list of data necessary for the creation of a software complex for forecasting volumes has been determined.