

# ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИРОБІТКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОЮ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ

Сокорчук І. П.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Програмної інженерії,  
тел.(057) 702-14-46), e-mail: ihor.sokorchuk@nure.ua

The simulation model for forecasting of electricity generation on a solar power plant is considered, the results of such modeling are described.

Однією із важливих задач в енергетиці є планування виробітку енергетичних ресурсів. Для розв'язку цієї задачі необхідно спрогнозувати можливі обсяги виробітку та споживання електричної енергії на наступні періоди планування. Для прогнозування процесів виробітку і споживання електричної енергії на сьогодні використовується досить багато різних методів [1]. Для прогнозування роботи сонячної електростанції (СЕС) потрібно використовувати методи, які не потребують значних обчислювальних ресурсів, позаяк кількість таких джерел електроенергії, у порівнянні з традиційними, є значно більшою.

Обсяги виробітку електричної енергії СЕС мають виражену періодичність. Один із періодів має сезонний характер. Спостерігаються значні коливання в обсягах виробітку та споживання електричної енергії з періодами 24 години та 7 діб. Також мають місце зміни у виробітку, пов'язані зі зміною ступеню хмарності. Отже, однією з особливостей процесу прийняття рішень при плануванні обсягів виробітку та постачання електричної енергії є циклічність та повторюваність процесів.

Це дозволяє припустити, що імітаційна модель виробітку електричної енергії СЕС, яка забезпечує достатню для оперативного планування точність, може бути представлена у вигляді простої математичної моделі, що описує виробіток електричної енергії СЕС у залежності від ступеня інсоляції протягом доби та зміни рівня інсоляції у наслідок хмарності, у такому вигляді:

$$P(t) = (k_1 \cdot \sin(k_2 \cdot t + k_3) + k_4 \cdot \sin(k_5 \cdot t + k_6)) \cdot k_7 \cdot (t - t_0), \quad (1)$$

$$P(t) = 0, \quad \text{якщо } P(t) < 0;$$

де:  $k_1$  – максимальна потужність СЕС;  $k_2$  – тривалість доби;  $k_3$  – зміщення ступеня інсоляції у часі протягом доби;  $k_4$  – зміна рівня інсоляції протягом року;  $k_5$  – тривалість року;  $k_6$  – зміщення ступеня інсоляції у часі протягом року;  $k_7$  – зміна потужності СЕС від хмарності;  $t$  – час;  $t_0$  – початок періоду імітаційного моделювання.

Для підтвердження цього припущення, було проведено дослідження даних із СЕС з допомогою методів спектрального аналізу.

У цьому випадку, із отриманих з СЕС даних, з допомогою дискретного перетворення Фур'є (ДПФ), було визначено гармонійні складові.

Отримана амплітудна-частотна характеристика підтверджує присутність у зміні генерованої СЕС потужності значних гармонійних складових і дозволяє побудувати імітаційну модель, що описує обсяги виробітку електричної енергії СЕС з більшою точністю.

У такій імітаційній моделі, зміна потужності СЕС протягом доби описується сумою визначених з допомогою спектрального аналізу даних гармонічних складових.

Для визначення коефіцієнтів для описаних імітаційних моделей запропоновано використовувати такий алгоритм:

Крок 1. Отримати дані про виробіток електроенергії СЕС за встановлений попередній період у кілька діб.

Крок 2. З допомогою методу лінійної регресії побудувати модель виробітку для кожної попередньої доби.

Крок 3. Із отриманих параметрів лінійної регресії, для кожної попередньої доби, з допомогою методу лінійної регресії, отримати прогнозовані параметри імітаційної моделі на наступну добу.

Крок 4. Побудувати імітаційну модель для наступної доби і обчислити графік виробітку електроенергії на цю добу.

За результатами досліджень було створено програмну модель СЕС, що розширила можливості автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії [2] додатковими функціями прогнозування виробітку електричної енергії СЕС.

Для перевірки роботи цієї моделі, використовувалися дані з СЕС у м. Харкові за період з 1 січня до 1 листопада 2020 року. Отримані результати показали, що запропонована імітаційна модель може забезпечити достатню для оперативного планування точність прогнозування.

#### Список використаних джерел

1. Khatib T., Elmenreich W. A Model for Hourly Solar Radiation Data Generation from Daily Solar Radiation Data Using a Generalized Regression Artificial Neural Network – Режим доступу: <https://www.hindawi.com/journals/ijp/2015/968024/> – 10.11.2020. – Заголовок з екрану.

2. Сокорчук І. П. Комп'ютерна програма «Вимірювально-обчислювальний комплекс автоматизованої системи обліку енергоресурсів Promenergy/E7», свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір No 21713 від 15.08.2007 р.