

Імітаційна Модель Виробітку Електричної Енергії Сонячною Електростанцією

Ігор Сокорчук
кафедра програмної інженерії
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харків, Україна
igor.sokorchuk@nure.ua

Simulation Model of Electricity Generation from a Solar Power Plant

Ihor Sokorchuk
dept. of Software Engineering
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
igor.sokorchuk@nure.ua

Анотація—розглянуто імітаційну модель для прогнозування обсягів виробітку електричної енергії сонячною електростанцією, описано результати такого моделювання.

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

Ключові слова—сонячна електростанція; виробіток електричної енергії; імітаційне моделювання.

Keywords—solar power plant; electricity generation; simulation modeling.

I. ВСТУП

Використання енергії відновлюваних джерел потребує ретельної уваги завдяки спрямованості на збереження викопних енергоносіїв та довкілля, що відповідає цілям сталого розвитку ООН. Обсяги виробітку та споживання електричної енергії сонячною електростанцією (СЕС) мають виражену періодичність. Один із періодів має сезонний характер. Мають місце також значні коливання в обсягах виробітку та споживання електричної енергії з періодами 24 години та 7 діб. Також, спостерігаються зміни у її виробітку та споживанні, пов'язані зі зміною середньодобової температури та рівня хмарності.

Отже, однією з особливостей процесу прийняття рішень щодо планування обсягів поставок електричної енергії є необхідність урахування циклічності процесів її виробітку і споживання протягом доби та повторюваності протягом більш тривалого часу, що пов'язано зі змінами

потреб різних груп споживачів у обсягах споживаної енергії.

II. МОДЕЛІ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Перш за все необхідно розглянути характер змін потужності сонячної електростанції протягом доби, які обумовлюються географічними та метеорологічними особливостями місця її розташування.

На рис. 1 наведено графік зміни потужності електростанції протягом доби, побудований на основі даних, отриманих на початку весни із введеної у промислову експлуатацію у м. Харків сонячної електростанції максимальною потужністю 25 кВт.

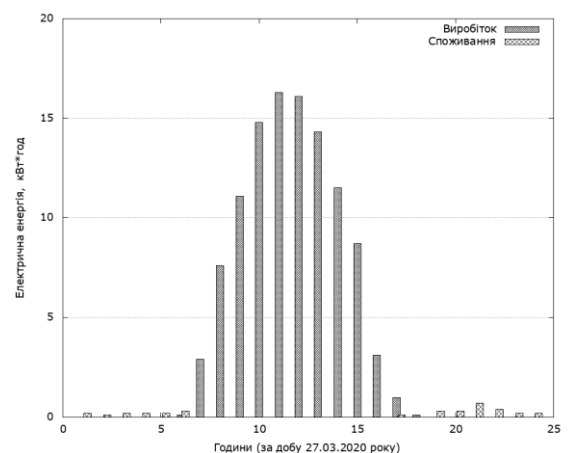


Рис. 1 – Зміна потужності сонячної електростанції протягом доби



Інформаційні системи та технології ICT-2020
Секція 3. Інформаційні технології сталого розвитку.
Геоінформаційні системи та технології.

Графік демонструє доволі короткий відрізок часу, протягом якого виробіток електроенергії достатній для її постачання до розподільчої мережі. Довжина такого відрізка для певної місцевості залежить від погодних умов, найбільшою буває влітку, найменшою – взимку.

Зміна потужності цієї СЕС протягом одного місяця показана на рисунку 2.

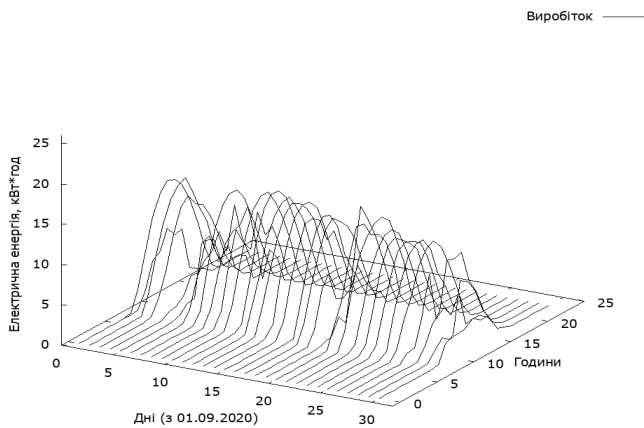


Рис. 2 – Зміна потужності сонячної електростанції протягом місяця

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 сонячною електростанцією у залежності від ступеня інсоляції протягом доби та зміни рівня інсоляції у наслідок хмарності, у такому вигляді:

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

$$P(t) = 0, \text{ якщо } P(t) < 0;$$

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, проведено дослідження даних із сонячної електростанції з допомогою методів спектрального аналізу.

На основі даних, отриманих з сонячної електростанції, за допомогою дискретного перетворення Фур'є визначено гармонійні складові. На рисунку 3 наведено отриману амплітудно-частотну характеристику потужності сонячної електростанції.

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

У такій імітаційній моделі зміна потужності сонячної електростанції протягом доби описується сумою визначених за допомогою спектрального аналізу даних гармонійних складових.

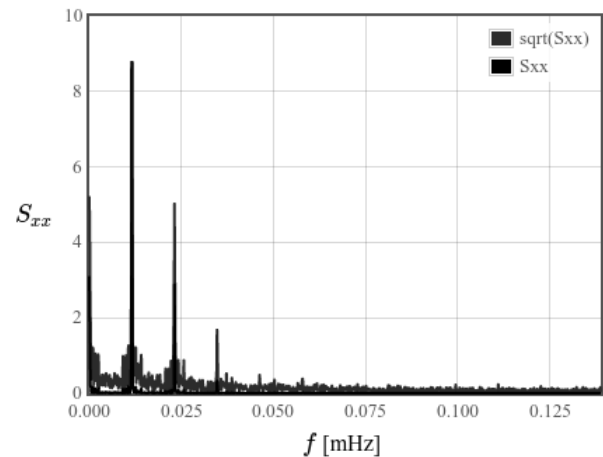


Рис. 3. – Амплітудно-частотна характеристика зміни потужності СЕС

Для визначення параметрів 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 дня наступної доби і обчислити графік виробітку електроенергії на цю добу.

За результатами досліджень створено програмну реалізацію імітаційної моделі сонячної електростанції для розширення можливостей автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії додатковими функціями прогнозування виробітку електричної енергії сонячною електростанцією. У моделі були використані програмні засоби «ВОК АСОЕ Promenergy/E7» [1].

Для перевірки роботи цієї моделі, використовувалися дані отримані з сонячної електростанції встановленої у місті Харкові за період з 1 січня до 1 листопада 2020 року. Отримані результати показали, що запропонована імітаційна модель може забезпечити точність прогнозування, достатню для оперативного планування обсягів виробітку електричної енергії сонячною електростанцією.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] 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.

