

УДК 621.316

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ОФІСНОЇ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ (SAM від NREL)

Демидов О. Л.¹, студ.-магістр, Коваль О. О.², к. т. н., доц., с. н. с.,
Юрченко Є. Л.³, к. т. н., доц., с. н. с., Столяр Ю. С., студ.-магістр,
Чернишенко В. М., студ.-магістр

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

122249-eeb.demydov@365.pdaba.edu.ua; 2koval.olena@pdaba.edu.ua; 3yel@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Розгортання сонячних станцій у корпоративному секторі набуває особливої актуальності у світлі глобальних зусиль зі зниження вуглецевого сліду та підвищення енергетичної незалежності. Однак, забезпечення максимальної ефективності цих станцій вимагає точного цифрового моделювання для розрахунку потенційного виробництва енергії та визначення оптимальних параметрів системи. Таке моделювання є невід'ємною частиною проектування, оскільки передбачає врахування місцевих кліматичних умов, сезонних коливань інсоляції та потенційних тінювих впливів, які можуть істотно вплинути на продуктивність фотоелектричних панелей. У цьому контексті ми стикаємося з проблемою вибору найефективнішого та економічно вигідного рішення для цифрового моделювання сонячних станцій. Розробка таких проектів вимагає використання програмного забезпечення, здатного точно прогнозувати виробничі показники та оцінювати повернення інвестицій.

Мета роботи. Використання цифрових інструментів для попереднього моделювання вироблення сонячної енергії на конкретних об'єктах. Для реалізації цієї мети було проведено аналіз потреби в енергії офісної будівлі, вибір компонентів системи, розрахунок їх продуктивності та оцінка економічної ефективності проекту.

Попереднє дослідження гібридної сонячної електростанції з автоматичним переключенням для офісної будівлі показує її економічну вигоду та потенціал для сталого розвитку енергетичних рішень на основі симуляції та фінансового аналізу [1].

Базовим інструментом моделювання ефективності сонячної станції була обрана система System Advisor Model (SAM), розроблена Національною лабораторією відновлюваної енергії (NREL, USA). SAM використовується для тестування та валідації моделей концентрованих сонячних енергетичних установок відповідно до міжнародних настанов, демонструючи високу точність і відповідність цих моделей до рекомендованих методик оцінки [2].

Включає розширені функції для оцінки продуктивності та економічної ефективності сонячних фотоелектричних систем, концентрованих сонячних енергетичних установок, вітрових електростанцій, геотермальних установок та інших типів відновлюваних джерел енергії [3].

Основна частина. Основу розробці ДБЖ системи з сонячною станцією стало обрання рішень від компанії Growatt – широкий спектр рішень для сонячних станцій, що можуть бути ідеально інтегровані в офісні будівлі, забезпечуючи енергоефективність та оптимізацію споживання енергії.

На першому етапі дослідження була розрахована потреба електроенергії на живлення електричних пристроїв будівлі під час аварійного відключення електромережі (4 години до пуску дизель-генератора) та генерацій частки енергопотребі сонячними панелями в іншій період часу. Таким чином офісна будівлі вимагає 9,4 кВт для повноцінного функціонування на протязі 4 годин.

Сонячні батареї та їх кількість – для розташування сонячних панелей буде використано дах мансардного приміщення. Нахил 26,56 градусів з орієнтацією захід та схід. Обраний тип сонячних панелей – PV LONGI LR4-72HPH-420M 420WP MONO по 16 в кожній з двох збірок. Панелі облаштовані обхідними діодами для зниження ефекту затінення.

Номинальна потужність збірки 6,720 Вт год. Двох збірок – 14 560 Вт год. Обраний нами інвертор сприймає потужність DC до 22500 Вт. Загальна площа однієї збірки 35,28 м².

На другому етапі досліджень було виконано моделювання річного виробництва електроенергії системою сонячних панелей в додатку SAM (System Advisor Model) (nrel.gov). Економічна складова в системі рахується з урахування федеральних пільг США та інших програм, що не дозволяє змінювати ціну обладнання. Система має базу даних погодних умов для кожного місця планети та ураховує багато різноманітних важелів впливу на ефективність сонячної станції. Так наприклад 3d моделювання об'єктів навколо що дають затінення. За вихідними даними нашої енергопотреби було отримано розрахункову кількість панелей та їх площа збіглась з розрахунком в системі SAM. Було проведено моделювання річного виробництва електроенергії панелями в різних умовах – з затіненням деревами там без нього. Отримані данні надали можливість оцінити окупність системи та порівняти її в залежності від локацій та ціни на електроенергію.

Висновки. Результати дослідження підтверджують потенціал інструменту для моделювання сонячних енергосистем, що дає змогу оцінити більш точно ефективність їх впровадження та економічні показники. Система надає можливість візуалізацій показників та швидкого аналізу результатів.

На жаль регіон та розташування будівлі не сприяє ефективному використанню системи сонячної генерації електроенергії. Дерева, які створюють затінення, знаходяться на землі міської ради та не можуть буди усунені. Але навіть з умови усунення затінення окупність системи без урахування деградації панелей може скласти 16 років (за наявними цінами на електроенергію або менше при їх зростанні).

Використання системи накопичення енергії у нічний час по зниженому тарифу дає змогу отримати ДВЖ систему для забезпечення аварійних потреб будівлі без встановлення сонячних панелей. Безумовно система має сенс під час війни та аварійних відключень живлення.

Таким чином, SAM (System Advisor Model) продемонстрував ефективність при проектуванні систем відновлювальної енергії.

Список використаних джерел

1. Chandra Buana, Muhammad Yusuf Yunus, Muhammad Daffa Abbas, Rizal Ashari, Nita Sri Indah Sari. Planning and feasibility study of a hybrid solar power plant with an added automatic transfer switch (ats) for an office building. 31 of Decemnber, 2023. *International Journal of Innovation in Mechanical Engineering & Advanced Materials (IJIMEAM)*. URL <http://dx.doi.org/10.22441/ijimeam.v5i3.23244> (дата звернення : 25.02.2024).

2. Devon Kesseli, Michael Wagner, Rafael Guédez, Craig S. Turchi. CSP-plant modeling guidelines and compliance of the system advisor model (SAM). 25 of July 2019. *AIP Conf. Proc.* URL <https://doi.org/10.1063/1.5117676> (дата звернення : 25.02.2024).

3. Keith Janine. Development Support for NREL's System Advisor Model (SAM): Cooperative Research and Development. 10 of August. CRADA Number CRD-20-16998 (Final Report). URL: <https://dx.doi.org/10.2172/1881910> (дата звернення : 25.02.2024).