

Експериментальні дослідження роботи побутової сонячної електростанції для умов Київської області

Владислава Юрик, студентка ¹ⁱ (ORCID: 0009-0003-0627-7991)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ

У даній роботі наведено результати експериментальних досліджень роботи побутової сонячної електростанції, розташованої у Київській області. Основною метою дослідження є оцінка фактичних показників функціонування електростанції на основі даних моніторингу, отриманих через програму SolarmanPV, а також аналіз ефективності роботи установки та виявлення закономірностей у виробництві електроенергії залежно від погодних умов і часу доби. Дослідження базується на щоденних та погодинних вимірюваннях таких параметрів, як: потужність генерації, накопичена енергія (кількість кВт·год за добу), ефективність роботи станції, вплив погодних факторів (сонячна радіація, хмарність, температура модулів), а також профіль навантаження упродовж доби (ранкові, денні та вечірні періоди). Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості використання досліджених даних для прогнозування обсягів виробництва електроенергії, планування пікових навантажень, оптимізації технічного обслуговування, а також для прийняття рішень щодо модернізації або розширення існуючих сонячних енергетичних систем.

Ключові слова: сонячна електростанція, ефективність, інсоляція, Київська область, виробіток електроенергії, експериментальні дані.

1. ВСТУП

Сучасний етап розвитку енергетики характеризується активним переходом до відновлюваних джерел енергії, серед яких провідне місце посідають сонячні електростанції (СЕС). Зростання кількості побутових СЕС в Україні, зокрема в Київській області, обумовлене потребою підвищення енергонезалежності домогосподарств, зниженням витрат на електроенергію та прагненням мінімізувати негативний вплив на довкілля. Важливим аспектом їх ефективної експлуатації є використання систем моніторингу, що забезпечують збір і аналіз даних у режимі реального часу, дозволяючи оцінювати техніко-економічні показники роботи станції.

Дослідження ґрунтується на прикладі дахової сонячної електростанції потужністю 12 kW_p, введеної в експлуатацію 2 листопада 2024 року у Київській області. Система має оптимальну орієнтацію на південь із кутом нахилу 38° та оснащена інвертором і акумуляторною батареєю для накопичення енергії. Моніторинг здійснювався за допомогою програмного забезпечення SolarmanPV, яке дозволяє фіксувати показники генерації, споживання, заряджання та розряджання акумулятора, а також взаємодію з мережею.

Об'єктом дослідження є комплекс інженерних систем (система опалення і охолодження на базі теплового насоса повітря-вода + фотовольтаїчна електрична станція, яка живить електричною енергією тепловий насос) садибного житлового будинку, який розміщений в с. Гостомель Київської області

Метою роботи є аналіз експериментальних даних щодо роботи побутової сонячної електростанції з використанням системи моніторингу SolarmanPV та визначення ключових техніко-економічних характеристик її функціонування.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі експериментальних спостережень за роботою побутової сонячної електростанції в умовах Київської області було проведено моніторинг ключових параметрів її функціонування [1]. Для збору даних застосовувалося програмне забезпечення SolarmanPV, яке надає інформацію про генерацію електроенергії, споживання в мережі, стан акумуляторної батареї та баланс енергії.

Протягом періоду досліджень були отримані наступні показники:

- Добова генерація електроенергії змінювалася залежно від погодних умов (рис. 1).
- Розподіл споживання показав, що найбільше навантаження припадає на ранкові та вечірні години, тоді як вдень значна частина споживаної електроенергії забезпечувалася за рахунок генерації СЕС.
- Акумуляторна батарея забезпечувала акумуляцію надлишкової енергії вдень та її використання у вечірній та нічний час.
- Взаємодія з мережею мала двосторонній характер: у пікові години спостерігався відпуск надлишкової електроенергії, тоді як уночі відбувався частковий відбір електроенергії з мережі.

Отримані результати підтверджують ефективність використання побутової сонячної електростанції для зниження енергетичної залежності домогосподарства та оптимізації споживання електроенергії.

Аналіз середньодобової генерації електроенергії (рис. 2) показав чітку залежність від сезонних змін інсоляції. Найбільші показники були зафіксовані у сонячні дні, коли тривалість світлового дня та інтенсивність сонячного випромінювання є максимальними.



Рисунок 1. Добова генерація електроенергії.

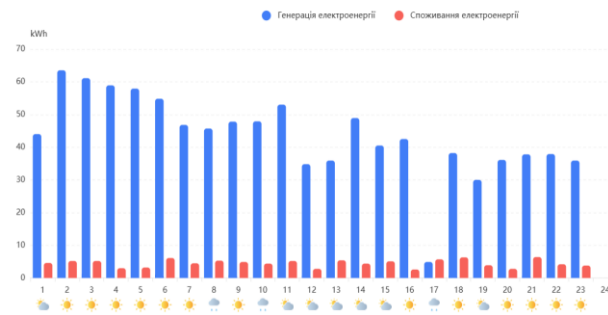


Рисунок 2. Середньодобова генерація електроенергії за березень 2025 року.

Блок-схема балансу енергії (рис. 3) домогосподарства відображає основні потоки електроенергії у системі. Генерація від сонячних панелей частково спрямовується безпосередньо на покриття власних потреб, а надлишки передаються в акумуляторну батарею або відпускаються в мережу [2]. У вечірній та нічний час, коли генерація відсутня, споживання забезпечується за рахунок енергії з акумулятора, а при її нестачі — з мережі. Такий розподіл дозволяє оптимізувати використання сонячної енергії, зменшити залежність від централізованого електропостачання та підвищити енергоефективність системи.

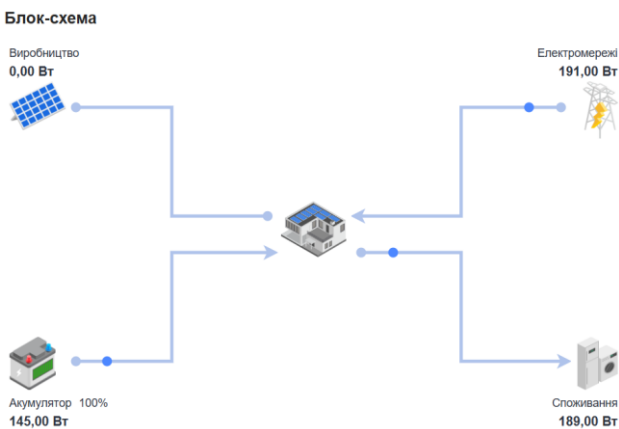


Рисунок 3. Блок-схема або баланс енергії домогосподарства.

3. ВИСНОВКИ

У процесі проведених експериментальних досліджень роботи побутової сонячної електростанції для умов Київської області було встановлено, що система демонструє стабільну генерацію електроенергії з вираженою сезонною динамікою. Найбільші значення виробітку спостерігаються в літні місяці за рахунок високої інсоляції та тривалого світлового дня, тоді як у зимовий період генерація суттєво знижується через меншу сонячну активність та погодні умови.

Аналіз добових графіків дозволив зафіксувати типову картину роботи фотоелектричних модулів, де пік виробітку припадає на середину дня, а в ранкові та вечірні години потужність зменшується [3]. Важливим результатом досліджень є баланс між генерацією, власним споживанням та відпуском надлишкової енергії в мережу, що демонструє ефективність інтеграції сонячної електростанції у побутове господарство.

Отримані результати підтверджують доцільність використання фотоелектричних систем у кліматичних умовах Київського регіону, оскільки вони дозволяють частково або повністю забезпечити потреби домогосподарства в електроенергії, зменшити залежність від централізованого енергопостачання та сприяти підвищенню енергоефективності. Методика експерименту відповідає типовим дослідженням роботи станцій сонячної енергетики [4].

Список літератури

- [1] SolarmanPV. Дані моніторингу роботи сонячної електростанції Номе (Ірпінський район, Київська область) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://home.solarmanpv.com/plant/infos/data>. — Дата звернення: 23.09.2025.
- [2] Склакі, Е., Палівос, Дж. А. Залежність електричних характеристик фотоелектричних модулів від температури: огляд кореляцій між ефективністю та потужністю. *Solar Energy*. — 2009. — Т. 83, № 5. — С. 614–624. — DOI: 10.1016/j.solener.2008.10.008.
- [3] Пасічник, П. О., Погосов, О. Г., Кулінко, Є. О., & Юзьков, Д. В.. «СОНЯЧНІ» ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*, 2025, 212, 18-26. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.212.2025.336302>
- [4] Pasichnyk, P., Pryimak, O., Pohosov, O., Kulinko, Y., Koziachyna, B. Experimental Study of the Aerodynamic Characteristics of a Solar Air Collector with an Absorber Made of Carbon Textile. In: Blikharsky, Z., Zhelykh, V. (eds) *Proceedings of EcoComfort 2024. EcoComfort 2024. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 604. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_38

ⁱ Робота виконана під керівництвом канд. техн. наук, доц. Олександра Погосова.