

# СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ - АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ СУЧАСНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Одне із найперспективніших і динамічних відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) – це сонячна енергетика, яка зіграє важливу роль в майбутньому у глобальному виробництві електроенергії. Україна робить важливі кроки для розширення використання ВДЕ та альтернативних видів палива в межах своєї більш широкої стратегії щодо зниження залежності від традиційних викопних видів палива. У статті показано, що сонячні системи можна комбінувати для забезпечення електроенергією в промислових масштабах або розташовувати для особистого використання. Далі проаналізовано характеристики наявних сонячних систем. Охарактеризовано переваги встановлення сонячної електростанції та проаналізовано можливості її використання у приватних умовах.*

**Ключові слова:** відновлювані джерела енергії; сонячна енергетика; сонячні батареї; сонячні системи; сонячні електростанції.

## *Abstract*

*One of the most promising and dynamic renewable energy sources (RES) is solar energy, which will play an important role in the future in global electricity generation. Ukraine is taking important steps to increase the use of RES and alternative fuels as part of its broader strategy to reduce dependence on traditional fossil fuels. The article shows that solar systems can be combined to provide electricity on an industrial scale or disposed of for personal use. Next, the characteristics of existing solar systems are analyzed. The advantages of installing a solar power plant are described and the possibilities of its use in private conditions are analysed.*

**Keywords:** renewable energy sources; solar energy; solar panels; solar systems; solar power plants.

## **Вступ**

Сонячна енергетика – одне із найперспективніших і динамічних відновлюваних джерел енергії. Щороку приріст потужностей, які вводяться в експлуатацію, становить приблизно 40-50%. Усього за останні п'ятнадцять років частка сонячної електрики в світовій енергетиці перевищила позначку в 5%. Удосконалення технології виготовлення фотоелектричних модулів призвело до істотного зниження собівартості електроенергії. В понад 30 країнах світу (зокрема, Німеччині, Чилі, Австралії, Мексиці) сонячна енергія стала дешевше, ніж одержувана з традиційних джерел (нафта, газ, вугілля). За останні 10 років інвестиції в сонячну енергетику склали близько 300 мільярдів доларів США [1].

Україна робить важливі кроки для розширення використання ВДЕ та альтернативних видів палива в межах своєї більш широкої стратегії щодо зниження залежності від традиційних викопних видів палива. Підраховано, що наша країна має потенціал, щоб до 2030 року удесятеро збільшити використання відновлюваної енергії та на 15% скоротити споживання природного газу [2]. Клімат та географічне положення України сприятливі для розвитку сонячної енергетики і будівництва сонячних електростанцій (СЕС). Навіть північні області країни мають значний потенціал для розвитку даної галузі, який не поступається більшості європейських регіонів. Наразі розвиток сонячної енергетики в Україні знаходиться на стадії, яку Європа пройшла 7-10 років тому. Але ВДЕ одна з найпривабливіших сфер інвестицій в Європі для розвитку галузі. А саме, були створені сприятливі умови: наявність ресурсів і земельних ділянок, пільговий тариф, державна підтримка і цільова енергетична стратегія, мета якої – досягти 25% виробництва чистої енергії до 2035 року. В результаті інтерес до відновлюваної енергетики в Україні продовжує зростати, і, за оцінками уряду найближчим часом загальний обсяг інвестицій в альтернативну енергетику досягне 18 мільярдів доларів США [3].

Метою роботи є з'ясування значення сонячних батарей, як альтернативного джерела енергії сучасності та аналіз можливостей використання сонячних батарей у приватних умовах.

## Результати дослідження

Електрика та інші види енергії можуть бути отримані безпосередньо від сонця, навіть у хмарну погоду. Сонячна енергія використовується у всьому світі і стає все більш популярною для вироблення електроенергії, а також для опалення та опріснення води. Сонячна енергія може генеруватися двома основними способами.

Фотогальванічні (PV) або сонячні елементи – це напівпровідникові пристрої, які перетворюють сонячне світло безпосередньо в електрику. Сучасні сонячні елементи, ймовірно, являють собою зображення, яке дізнається більшість людей – вони розміщені на панелях, встановлених на полях, в будинках і в калькуляторах. Вони були винайдені в 1954 році в Bell Telephone Laboratories в США [4]. Сьогодні сонячні фотоелектричні системи є однією з найбільш швидкозростаючих технологій використання поновлюваних джерел енергії і готові зіграти важливу роль в майбутньому глобальному виробництві електроенергії. Сонячні фотоелектричні установки можна комбінувати для забезпечення електроенергією в промислових масштабах або розташовувати в невеликих змінах для міні-мереж або для особистого використання. Використання сонячної фотоелектричної енергії для живлення міні-мереж є ефективним способом забезпечення доступу до електроенергії людям, які не живуть поблизу ліній електропередач. Вартість виробництва сонячних панелей різко впала за останнє десятиліття, зробивши їх не тільки доступними, а й часто найдешевшими видами електроенергії. Термін служби сонячних батарей становить близько 30 років, в залежності від типу матеріалу, що використовується у виробництві [5-7].

Сонячна батарея - це система пристроїв, що перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм. Залежно від характеристик, існує кілька типів таких систем: автономні, резервні та підключення до мережі [6-8]. Проаналізуємо характеристики кожної з цих систем.

Автономні системи. Даний тип сонячних батарей використовується в умовах гарної освітленості сонцем, а також при відсутності можливості підключення до централізованої мережі. Автономна сонячна електростанція складається з таких основних компонентів: сонячний модуль, акумулятор, контролер заряду, інвертор, споживачі електричної енергії. Основним елементом сонячної електростанції є сонячний модуль. Він являє собою фотоелектричний генератор струму, який використовує ефект перетворення променевої енергії на електричну.

Резервні системи. Використання резервних систем може бути застосовано у випадках неналежної якості напруги в мережі для покриття навантаження або ж в мережах з поганою якістю.

Системи, підключені до мережі. Можливе використання сонячних батарей, поєднуючи їх з підключенням до мережі централізованого електропостачання. В цьому випадку зазвичай буває надлишок власної електрики, який продається електромережі. Така практика широко поширена в Європі.

Зазвичай сонячні батареї підрозділяються на два основних види: сонячні колектори і сонячні батареї. Сонячні колектори використовуються для забезпечення будинку гарячим водопостачанням та опаленням. Сонячна батарея, або іншими словами фотоелектричний перетворювач, використовується для перетворення сонячної енергії в електрику [6,7,9].

Якщо ж необхідно повне автономне забезпечення будинку електрикою, опаленням і гарячим водопостачанням, то використовуються цілі комплексні системи.

Сонячна батарея у приватних умовах являє собою систему модулів, з'єднаних між собою по заданих параметрах і підключених за допомогою мережевого кабелю до мережевого інвертору або до контролера заряду. Зазвичай розміщується сонячна батарея на даху будинку по напрямку в південну сторону. Є і більш вдосконалені конструкції, що дозволяють рухатися за сонцем.

Основними складовими комплексної системи сонячних батарей є: фотоелектричні модулі, сполучні кабелі, електронний інвертор і контролер зарядки з акумуляторною батареєю. Також в залежності від характеристик в комплектацію можуть входити додаткові акумулятори, запобіжники, лампи та інші аксесуари. Сонячні батареї перетворюють сонячне світло в електричний струм завдяки фотоефекту. Контролер заряду стежить за рівнем вироблення енергії і регулює режим роботи батареї. Акумулятори накопичують отриману енергію і забезпечують підтримку стабільної роботи пристрою в темний час, коли сонячні батареї не працездатні. Інвертор перетворює отриманий від сонячних батарей заряд у прийнятний вид електричного струму, що підходить для живлення споживачів. Узагальнені схеми СЕС показано на рис. 1 та рис. 2 [9-10].

Середній термін служби потужної сонячної батареї більше 25 років. Коефіцієнт корисної дії сонячної батареї - 14%. Ефективність і продуктивність роботи сонячної батареї, в першу чергу, залежить від її номінальної потужності, а також від активності сонця. Щоб домогтися максимальної економічної вигоди, сонячні батареї необхідно використовувати більшу частину року, найбільш активно - в весняно-літній період. У зиму пору року використання сонячних батарей краще поєднувати з підключенням до електромережі.

Для повного забезпечення будинку електроенергією одних тільки батарей мало. Необхідні акумулятори, контролери, інвертори і чимало інших складових. Тобто, потрібна комплексна система, вартість якої досить висока. В Україні базова система коштує близько 10 тис. доларів США. Якщо встановлюється комплексна енергоустановка, що забезпечує повне енерго- і тепло забезпечення будинку, то це буде коштувати від 15 до 20 тис. доларів США. Гарантований термін її експлуатації - близько 25 років. Термін окупності таких систем - 7-10 років [11-12,17].

На сьогоднішній день вигідно встановлювати гнучкі сонячні батареї тільки в тих країнах, де це частково фінансується урядом [13-15].

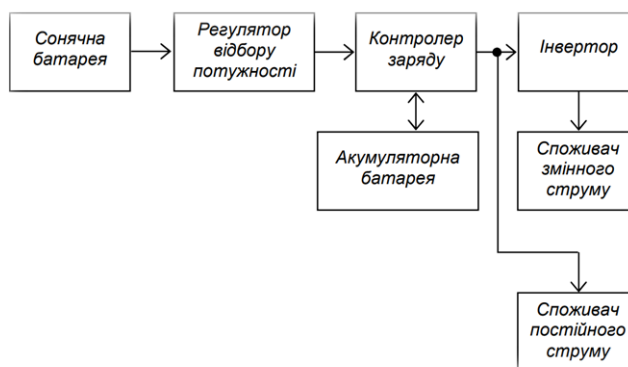


Рис.1. Схема автономної сонячної електростанції

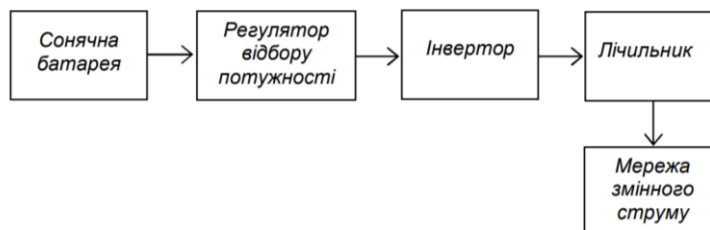


Рис.2. Схема сонячної електростанції, об'єднаної з промисловою електромережею

Сонячний бізнес – одна із найвигідніших сучасних інвестицій в Україні. Суть його полягає у встановленні сонячної електростанції на власному об'єкті та продажу згенерованої електроенергії державі за «зеленим» тарифом. «Зелений» тариф - це державна ініціатива, спрямована на популяризацію альтернативної енергетики в нашій країні, передбачає, що у приватної особи, яка купила і встановила СЕС, вироблену електроенергію купуватимуть в обов'язковому порядку. Останнім часом зелена енергетика користується неабияким попитом, адже це можливість не тільки зекономити, а й заробити. Головні переваги СЕС [13-15]:

- Швидка окупність. Гібридна станція, яка працює в двох напрямках: забезпечення приватного господарства струмом і продаж кіловатів державі, окупиться за 5-7 років, мережева електростанція – за 4-5 років. Після цього вони починають працювати виключно на дохід власника. Якщо на етапі вибору устаткування придбати надійне обладнання – його строк служби без капітального ремонту складає – 20-25 років. Тобто, перші 4-7 років генераційна установка працює на окупність, а решту часу – на прибуток власника.

- Державні гарантії. Держава на рівні законодавства зобов'язується купувати вироблений електричний струм у власників СЕС, до 31 грудня 2029 року ставка зафіксована.

- Стабільний пасивний дохід. Функціонування сонячної станції не потребує постійного контролю та втручання – тільки своєчасне сервісне обслуговування. Тому власник отримуватиме регулярні виплати без докладання значних зусиль та витрати свого часу.

- Окупність сонячної електростанції напряму залежить від її потужності: кількості сонячних панелей, інвертора, тому доцільно встановити обладнання з максимальною потужністю. Навіть за умови купівлі його в кредит – вигода лишається очевидною. Банки пропонують вигідні кредитні умови на устаткування. Також компанії-інсталятори надають розстрочку для своїх клієнтів.

За даними моніторингу Держенергоефективності [15] більше 80% малої генерації з відновлюваних джерел енергії складають мережеві домашні сонячні станції на «зеленому» тарифі. Наразі таких СЕС в Україні нараховується майже 40 тисяч. При цьому, тільки за 2021 рік кількість встановлених СЕС у домогосподарствах зросла на 9,7 тисяч. За даними моніторингу Держенергоефективності, загальна потужність домашніх СЕС вже перевищила 1 ГВт. Динаміку встановлення та загальну потужність СЕС у приватних домогосподарствах наведено на рис.3.



Рис. 1. Динаміка встановлення та загальна потужність СЕС у приватних домогосподарствах

## Висновки

Аналізуючи вищевикладене, вважаємо, що ВДЕ здатні забезпечити електропостачання у всьому світі вже у 2050 році. Це доводять результати моделювання Технологічного університету Лапенранта (Фінляндія) [14]. Кількість сонячних електростанцій може збільшитись у 6 разів за 10 років за даними IRENA. А у 2050 році загальна встановлена потужність сонячних станцій може бути у 18 разів більша, порівнюючи з 2018 роком [13,16]. Попит на СЕС росте у багатьох сферах. Розробляються літаки, які працюватимуть виключно на енергії з сонячних елементів. Сонячна генерація стає невід'ємною частиною міського планування. В Японії за спонсорства компанії Panasonic було побудоване автономне “розумне” місто Фуджісава, в якому 100% енергетичних потреб домогосподарств забезпечують дахові СЕС [14,16].

Така динаміка обов'язково призведе до швидкого розвитку технологій. Очікується, що сонячні станції майбутнього матимуть більш витривалі акумулятори, будуть оснащені технологіями штучного інтелекту і на 100% складатимуться з екологічно безпечних компонентів, придатних до повторного використання чи перероблення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Позігун С., Голушко С., Вахнін О., Павленко І., Іванов В. Перспективи розвитку сонячної енергетики в світі та в Україні: використання пристроїв сонячної енергетики для автономного живлення енергією систем розвідки та зв'язку. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки, 2020. Том 82 № 1. С.270-285.
2. Дзядикувич Ю.В., Буряк М.В., Любезна І.В. Розвиток сонячної енергетики в Україні. Інноваційна економіка, 2018. №1-2 (73). С. 120-125.

3. Чекунова Світлана Перспективні технології фотоелектричної сонячної енергетики: щорічні аналітичні підсумки і прогнози (21.10.2021). [Електронний ресурс]. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/perspektyvni-tehnologii-fotoelektrychnoi-soniachnoi-energetyky> (дата звернення 18.05.2022).
4. Future of Solar Photovoltaic, Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects. IRENA. URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic> (дата звернення 15.05.2022).
5. Solar Power Europe, Global Market Outlook for Solar. URL: [https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2021/07/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-for-Solar-2021-2025\\_V1.pdf](https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2021/07/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-for-Solar-2021-2025_V1.pdf) (дата звернення 15.05.2022).
6. Типы солнечных батарей и их КПД. [Електронний ресурс]. URL : [http://utem.org.ua/materials/show/tipy\\_solnechnyh\\_batarey](http://utem.org.ua/materials/show/tipy_solnechnyh_batarey) (дата звернення 15.05.2022).
7. Виды солнечных батарей. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.solnpanels.com/vidysolnechnyh-batarej/> (дата звернення 15.05.2022).
8. Солнечные электростанции (СЭС). [Електронний ресурс]. URL: <http://www.gigavat.com/ses.php> (дата звернення 15.05.2022).
9. Колонтаєвський Ю. П., Тугай Д. В., Котелевець С. В. Фотоенергетика : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 160 с.
10. Колонтаєвський Ю. П., Тугай Д. В. Перетворювальна техніка в нетрадиційній та відновлювальній електроенергетиці: навчальний посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 67 с.
11. Офіційний сайт компанії Avenston. URL: <https://avenston.com/> (дата звернення 11.05.2022).
12. Офіційний сайт групи компаній KNESS. URL: <https://kness.energy/sonyachni-moduli/> (дата звернення 12.05.2022).
13. Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики. IRENA. URL: <https://www.irena.org/solar> (дата звернення 16.05.2022).
14. World Adds Record New Renewable Energy Capacity in 2022. URL: <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2022> (дата звернення 12.05.2022).
15. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Офіційний сайт. URL: <https://sae.gov.ua/uk> (дата звернення 15.05.2022).
16. Солнечная энергия. [Електронний ресурс]. URL : <http://www.rea.org.ua/dieret/Solar/solar.html#GUIDELINES>. (дата звернення 11.05.2022).
17. Савченко О. О., Козак Х. Р., Федак Ю. Т. Автономна сонячна електростанція для будинку ОСББ. Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія: теорія і практика будівництва, 2018. Вип.888. С.117-122.

**Кузьмін Владислав Андрійович** - студент групи КОІС-186, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: myltiheadshot@gmail.com

Науковий керівник: **Кожем'яко Андрій Вікторович** – канд. техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Kuzmin Vladyslav A.** - Faculty of Electronic Information Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: myltiheadshot@gmail.com

Supervisor: **Kozhemyako Andriy V.** - Ph.D., Associate professor Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia