

УДК 621.311.243: 355; 623

Сергій Позігун

кандидат фізико-математичних наук,
викладач кафедри наземної артилерії
факультету ракетних військ і артилерії
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
<https://orcid.org/0000-0002-1210-8612>
s.pozigun@yahoo.com

Сергій Голушко

старший викладач кафедри інженерної техніки
факультету підготовки спеціалістів
бойового (оперативного) забезпечення
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
<https://orcid.org/0000-0003-1585-8504>
golyshko17@gmail.com

Олександр Вахнін

старший викладач кафедри наземної артилерії
факультету ракетних військ і артилерії
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
<https://orcid.org/0000-0003-1397-4683>
vahnin1971@gmail.com

Іван Павленко

викладач кафедри наземної артилерії
факультету ракетних військ і артилерії
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
<https://orcid.org/0000-0002-3866-4895>
qwerty2393@ukr.net

© Позігун С., Голушко С., Вахнін О., Павленко І., Іванов В.

В'ячеслав Івановвикладач циклової комісії тактичної підготовки в/ч А3211,
смт Старичі Львівської обл.<https://orcid.org/0000-0002-9292-5160>
ivanoffslava396@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ: ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ ЕНЕРГІЄЮ СИСТЕМ РОЗВІДКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

На прикладі сонячної енергетики розглянуто розвиток альтернативних джерел живлення, що є надзвичайно важливими для автономних військових систем розвідки та зв'язку. Сонячні панелі забезпечують компактні та безшумні джерела живлення зі значним віковим ресурсом, що вигідно відрізняє їх як від традиційних генераторів (які завжди шумлять), так і вітрових генераторів (які легко побачити).

Показана висока позитивна динаміка розвитку сонячної енергетики та оцінені її перспективи. Сьогодні щорічний обсяг встановлених сонячних потужностей є найбільшим серед усіх інших технологій (таких як викопне паливо, ядерна енергетика, гідроелектростанції). До кінця 2020 р. загальна світова потужність сонячних електростанцій сягне 740 ГВт. У країнах Євросоюзу сонячні потужності вже забезпечують до 8 % загальної генерації електрики. Висока адаптивність сонячної енергетики щодо розмірів відповідних електростанцій обумовлює привабливість сонячних технологій. Є можливість користуватися лише однією сонячною панеллю або ж забезпечити інсталяцію промислових потужностей у десятки й сотні МВт.

Проведено порівняльну характеристику сонячних елементів, створених на основі різних матеріалів. Велика різноманітність похідних матеріалів для сонячної енергетики дозволяє вибрати оптимальний варіант, що адаптує сонячну електростанцію як для індивідуальних споживачів, так і для промислової генерації. Є можливість вибрати

сонячні панелі кристалічні або плівкові, із системою орієнтації на сонце або без неї, із концентрацією світла або без неї.

Окрім того, сучасний ринок пропонує плівкові технології, які можна монтувати безпосередньо на вікна приміщень (напівпрозорі сонячні панелі); сонячні батареї у вигляді черепиці для дахів та інші привабливі вироби.

Подальший розвиток сонячної енергетики буде включати підвищення ефективності та терміну експлуатації панелей спрощенням процедури їх монтажу й адаптації до силової електромережі та подальшим зниженням собівартості сонячних потужностей. Усе це робить сонячну енергетику дуже привабливою для військових автономних систем малої та середньої потужності.

Ключові слова: альтернативні джерела електричної енергії; сонячна енергетика; сонячні елементи.

1. ВСТУП

Розвиток альтернативних методів генерації та акумуляції електричної енергії є надзвичайно важливим для автономних систем розвідки, спостереження та зв'язку.

Сонячна енергетика вже більше 30 р. є одним із основних напрямів розвитку альтернативних джерел живлення. Тому розгляд загального розвитку галузі сонячної енергії у світі й Україні є актуальним.

Велика увага до відновлювальних джерел енергії пов'язана, як відомо, із такими причинами:

із вичерпністю традиційних викопних джерел (вугілля, нафта, газ); високим забрудненням повітря пилом та парниковими газами (у першу чергу CO₂) як наслідок використання викопних джерел;

високим ризиком радіоактивного зараження навколишнього середовища у випадку атомної енергетики (у тому числі відпрацьованим ядерним паливом);

доволі туманними перспективами термоядерної енергетики.

З іншого боку, сталий інтенсивний розвиток технологій отримання електроенергії із різних відновлювальних джерел дозволяє суттєво зменшити (а у віддаленій перспективі й уникнути) шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, широке використання відновлювальних джерел енергії дозволяє виконати два основних завдання:

зберегти невідновлювальні викопні ресурси для прийдешніх поколінь;

уникнути значною мірою забруднення навколишнього середовища.

Розвиток відновлювальних джерел у світі можна, на нашу думку, розділити на декілька основних етапів:

дослідження у галузях сонячних батарей (СБ), вітрової енергетики, використання енергії хвиль тощо (до 1990-х років) переважно у наукових лабораторіях;

створення промислових зразків обладнання (1990-ті – 2000-ні роки);

початок широкого застосування нових технологій відновлювальної енергетики (2000-ні – початок 2010-х років);

вихід відновлювальних технологій на конкурентоздатний рівень (початок 2010-х – теп. час).

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

У статті ми зосередимось на так званій фотовольтаїці – тобто технології отримання електроенергії завдяки сонячному світлу. Такий вибір пов'язаний, по-перше, із тим, що фотовольтаїка займає одну із основних позицій серед сучасних відновлювальних технологій отримання енергії (поряд із вітровою енергетикою), і по-друге, галузь сонячної енергетики дуже яскраво відбиває те, як передові наукові та технологічні досягнення у короткий термін набувають серійного та високого технологічного рівня.

Принцип роботи сонячного елемента (СЕ) полягає у використанні фотоелектричного ефекту [1], тобто у вибиванні вільних електронів (точніше, у генерації пар електрон – дірка) із атомів матеріалу СЕ потоком падаючих фотонів сонячного світла.

Подальші зусилля науковців та технологів направлені на ефективне використання цих неравновісних носіїв заряду та на якомога більш ефективне використання зовнішнього потоку світла.

Відносно простим у технологічному плані виявилось створити СЕ на основі напівпровідника Si (історично цей елемент був одним

із перших матеріалів для СЕ). При цьому на поверхні пластини Si створюють шар допійованого матеріалу (наприклад, бору, у випадку пластини Si p -типу) і таким чином забезпечують наявність p - n переходу, що й розділяє нерівновісні носії заряду.

Сучасні СЕ на основі монокристалічного Si забезпечують ефективність до 26.7 % [2] (порівняйте із 12 % у 1990 р. [3]).

Основні переваги кремнієвих СЕ:

широка розповсюдженість кремнію у природі;

близька до оптимальної величина енергетичного проміжку ϵ_g у кремнії;

доволі проста утилізація відпрацьованих СЕ без забруднення навколишнього середовища (на відміну, наприклад, від плівкових СЕ на основі $CdTe$ та ін.);

цілком конкурентна ефективність перетворення енергії фотонів сонячного світла на електричну енергію у СЕ на основі Si ;

достатньо висока стабільність роботи СЕ на основі Si , що дозволяє працювати сонячним батареям на основі Si до 20–30 років (і навіть більше). При цьому термін роботи СБ на основі Si дуже часто обмежений деградацією зовнішнього покриття СБ, а не кремнію СЕ.

Однак є й недоліки в СЕ (як на основі Si , так і інших матеріалів):

близько 50 % високочистого монокристалічного Si йде у шлам під час порізки злиwkів Si на пластини (цього недоліку позбавлені плівкові СЕ);

хрупкість пластин Si ;

необхідність вільних територій для монтажу промислових сонячних станцій.

Під час просування до сучасного стану розвитку сонячної енергетики були вирішені такі основні завдання:

а) проведено величезну роботу у дослідницьких лабораторіях по виборі оптимальної кристалічної орієнтації злиwkів Si , способів обробки поверхні пластин Si , способів допійовання пластин тощо;

б) перенесення рекордних показників для СЕ площею $\sim 1 \text{ см}^2$ на робочу площу СЕ до $\sim 100 \text{ см}^2$ і більше;

в) постійна жорстка конкурентна боротьба за зниження собівартості виробництва СБ без зниження якості, що привело до

створення нових потужних установок для вирощування монокристалічних зливків Si збільшеного діаметру; автоматизованих ліній перевірки та діагностики пластин Si ; сучасних виробництв сонячних модулів із високим рівнем автоматизації та роботизації.

Окремою темою є створення сучасних ефективних технологій акумуляції та перетворення електричної енергії. Сучасні інвертори досягають ефективності 98 % при відносно низькій собівартості. Також слід відмітити сучасні мікроінвертори, які дозволяють оптимізувати роботу кожного модуля СБ у складі сонячної електростанції.

Початком сучасного етапу розвитку сонячної енергетики можна вважати 2000-й рік, коли уряд Німеччини прийняв постанову із характерною назвою “тисяча сонячних криш”, відповідно до якої були введені т. зв. *Feed-in-Tariffs (FIT)*, за якими за кожен кВт·год, згенеровану СБ, держава відшкодовувала близько 40 євро центів [3].

Ця програма була підтримана іншими країнами Євросоюзу та світу. Це дозволило добитися цілком реального прориву у цій галузі: у сучасному балансі генерації електричних потужностей фотовольтаїка складає близько 4% у Євросоюзі, при цьому для Німеччини та Італії цей показник досягає 7 % [4], [5].

Так, галузь сонячної енергетики є одною із найбільш динамічних на сучасному етапі. Посеред інших відновлювальних галузей енергетики сонячна галузь займає зараз більше 40 % за обсягом інвестицій та інсталяцією нових потужностей.

На сучасному етапі відбувається поступове зниження розцінок *FIT*, аж до повної відмови від дотаційної сонячної енергетики у країнах із інтенсивною інсоляцією (наприклад, Італія, Іспанія).

На динаміку зниження *FIT* суттєво впливає також постійне підвищення собівартості електричних потужностей, згенерованих завдяки органічному паливу (вугілля, нафта, природний газ).

На рис. 1 [5] показаний графік зростання повних встановлених потужностей сонячної енергетики, починаючи із 2010 р. (рис. 1) та у вигляді діаграми виділений 2019 р. (рис. 2).

Як видно з рис. 1, середнє зростання потужностей протягом останніх 10 років складало більше 30 % щорічно. Найвний розвиток

сонячних потужностей значно перевищує прогнози, які робилися близько 10 років тому [3].

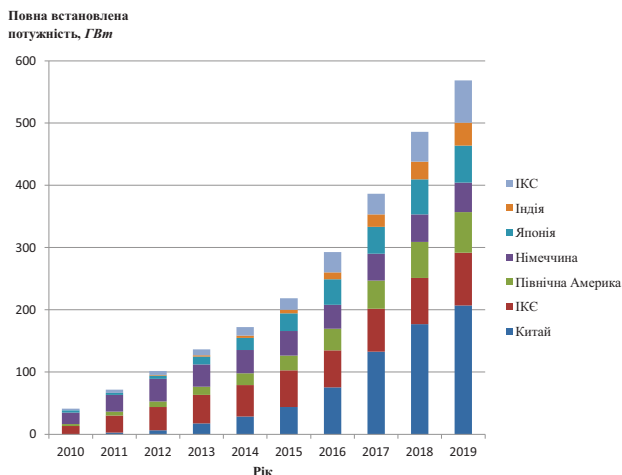


Рис. 1. Зростання повних встановлених сонячних потужностей у світі:
 ІКС – інші країни світу; ІКЄ - інші країни Європи



Рис. 2. Розподіл повних встановлених сонячних потужностей між країнами у 2019 р.

До кінця 2020 р. очікується повний обсяг встановлених сонячних потужностей у світі 740 ГВт. До 2030 р. прогнозується збільшення встановлених сонячних потужностей більше 3 000 ГВт [6].

Слід виділити Китай як країну із високим світовим показником встановлених “сонячних” потужностей. Це пов’язано значною мірою

із “перевиробництвом” СБ у Китаї в останні роки; у таких умовах інсталяція сонячних потужностей у самому Китаї виглядає цілком логічною, особливо з огляду на високу інсоляцію території Китаю (порівняно, наприклад, із Північною Європою).

На рис. 3 [5] приведені дані електричних потужностей, введених у світі протягом 2019 року. Цей графік дуже яскраво демонструє динаміку розвитку сонячної енергетики (яка є найбільшою серед усіх інших технологій генерації електричних потужностей).

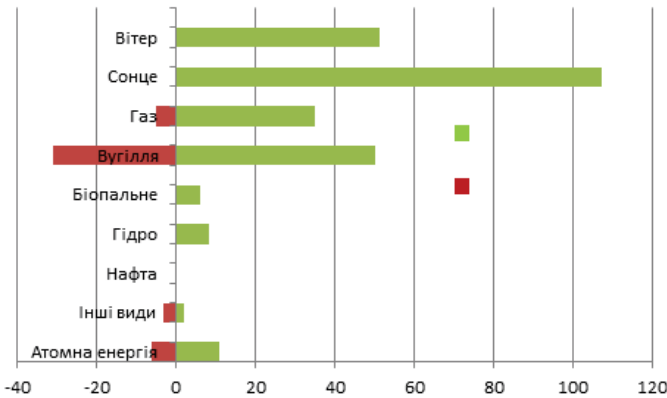


Рис. 3. Нові введені та виведені електричні потужності у світі 2019 р.

У табл. 1 приведено деякі важливі фізичні характеристики, які визначають працездатність СБ.

Характерною особливістю сонячної енергетики є її значна географічна залежність. На рис. 4 показана карта інсоляції Європи, на якій чітко видно розподіл природних сонячних потужностей. Як видно, територія України є достатньо перспективною для розвитку сонячних потужностей.

Одним із визначальних факторів розвитку сонячної енергетики є ціна сонячних модулів. Із збільшенням об’ємів виробництва СБ та підвищенням їх ефективності ціна на СБ вже зменшилася більше як на 2 порядки: кожні 20 років ціна на сонячні модулі падає майже у 10 разів (рис. 5) [3], [5], [8].

Таблиця 1

**Основні фізико-технічні параметри,
які визначають роботу СБ [3], [5]**

Назва параметру	Величина
Потужність потоку сонячного світла (відповідно до стандарту АМ 1.5G)	1000 Вт/м ²
Обсяг електричної енергії, яку виробляє 1 м ² СБ на основі Si (усереднене значення)	90–110 кВт·год/рік
Собівартість виробництва сонячної електроенергії	10 – 40 Євро центів / кВт·год (залежно від регіону)
Час повернення затрат електроенергії на виробництво СБ	1–2.5 роки (залежно від регіону та технології виробництва)

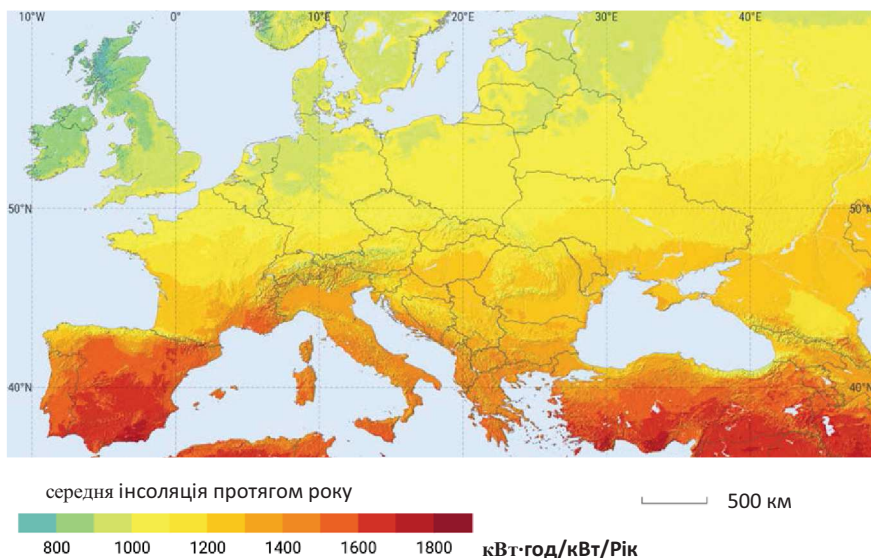


Рис. 4. Карта інсоляції Європи

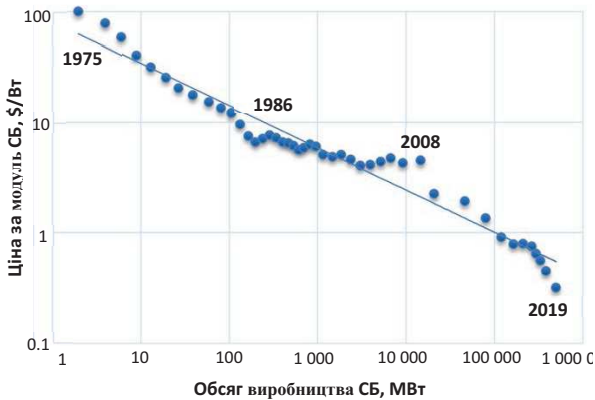


Рис. 5. Залежність ринкової ціни СБ від обсягів виробництва

Другим визначальним фактором є загальний ціновий баланс монтажу сонячних потужностей. На рис. 6 показана цінова діаграма основних складових, що визначають розходи на монтаж сонячної електростанції. Як видно з цієї діаграми, ціновий вклад сонячного модуля складає не менше 40 %. Тому підвищення ефективності СБ є надзвичайно актуальним.

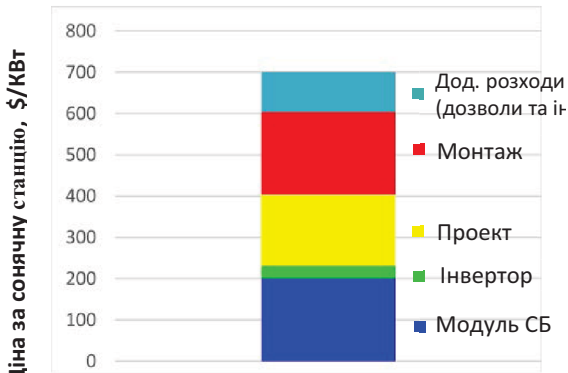


Рис. 6. Середня ціна складових монтажу сонячної електростанції

Слід зазначити, що сучасний рекордний показник ефективності СЕ на основі Si складає 26.7 % [2] і вже доволі близько наблизив-

ся до “класичної” межі СЕ на основі Si, який оцінюється величиною 29 % [1].

У цьому відношенні необхідно розуміти, що розрив ефективності рекордних СЕ і промислових складає на даний момент близько 5 % (порівняйте середню ефективність 17–23 % сучасних промислових СЕ на основі Si [5], [7] із рекордним значенням 26.7 %).

В Україні “зелені тарифи” було введено у 2009 р.; останні зміни у цих FIT було внесено у квітні 2019 р. На кінець 2019 р. повний обсяг встановлених сонячних потужностей складав близько 4 ГВт. На кінець 2020 р. обсяг сонячних потужностей перевищить 5 ГВт.

У 2016 р. було анонсовано проект створення нової потужної сонячної електростанції у зоні вітчуждення Чорнобильської атомної електростанції загальною потужністю до 2.5 ГВт. Станом на кінець 2019 р. на цій станції було встановлено 100 МВт сонячних потужностей.

Так, Україна демонструє високу динаміку розвитку сонячної енергетики, що робить її активним учасником цієї динамічної та високотехнологічної галузі світової енергетики.

Слід зазначити, що попри те, що СЕ на основі Si на даний момент займають не менше 90 % ринку, потрібно розуміти, що подібна картина не є сталою, а визначається переважно економічними та технологічними показниками. Наприклад, плівкові технології значно дешевші за Si-технології, але у випадку плівкових СЕ є проблемні питання із однорідністю їх властивостей по всій площі СЕ, також наявна більш швидка деградація плівкових СЕ із часом порівняно із Si – СЕ.

Розглянемо дуже коротко основні промислові технології СЕ:

а) С на основі Mono- та Multi-Si. Mono-Si є класичним монокристалом; вісь симетрії кожної пластини Si – СЕ відповідає кристалографічній вісі (100) монокристалу Si. Multi-Si – це жаргонна назва, яка відповідає зливу Si із хаотичною орієнтацією внутрішньої структури. Термін “Multi-Si” використовується для того, щоб вирізнити такі зливи від Poli-Si, під яким розуміють високочистий Si, отриманий у реакторах вирощування з парової фази. Зливки Multi-Si складається із доволі великих кристалітів із розмірами до 10–20 мм із хаотичною орієнтацією. Кожний такий кристаліт є монокристалічним.

Використовуються у СБ без концентрації потоку світла. Найбільш поширена сучасна технологія СЕ. Не вимагає системи орієнтації на сонце. Середня ефективність промислових СБ на основі Mono-Si складає 18,0–23,0 %. Середня ринкова ціна 0,20–0,25 Євро/Вт. Гарантований термін експлуатації сягає 30 років і більше [5].

б) СЕ на основі гетеро структур (наприклад, GaAs). Використовуються, як правило, у СБ із концентрацією потоку світла. Вимагають системи орієнтації на сонце. Середня ефективність промислових СБ складає 28–32 % (без концентрації світла). Середня ринкова ціна 2–10 Євро/Вт (залежно від матеріалу СЕ, рівня концентрації світла та вибраної системи орієнтації). Гарантований термін експлуатації 10–15 років (залежно від ступеня концентрації потоку світла) [8].

в) плівкові СЕ (на основі аморфного кремнію, CdTe, CIGSS – структури (від англ. Copper Indium Gallium Sulphur Selenide, CuInGa(Se,S)₂) та інші). Використовуються у СБ без концентрації потоку світла. Середня ефективність промислових СБ складає 10–15 %. Середня ринкова ціна 0.12 – 0.18 Євро/Вт. Гарантований термін експлуатації 15–25 років [5].

Слід відмітити, що Si – СЕ у свою чергу діляться на цілий ряд різних технологій із широким діапазоном ККД та ціни, проте розгляд цих питань не є темою даної статті.

Так, основні сучасні сонячні технології дозволяють робити вибір на основі таких факторів, як наявний розмір інвестицій; бажання швидко отримати прибуток або розрахунок на більш стабільний, хоча і менший дохід; потужність інсоляції на місці розташування СБ; умови монтажу СБ (окрема територія чи дах будівлі) та ін. Галузь сонячної енергетики вже доволі давно є сферою привабливого вкладання інвестицій, що сприяє її активному розвитку (окрім, звичайно, автономності СБ).

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасна галузь сонячної енергетики вже набула високої динаміки розвитку. Це стало можливим значною мірою завдяки політиці “зелених” FIT тарифів. На шляху до свого сучасного конкурентного стану було створено нові технології виробництва високочистого

кремнію (наприклад, т.зв. реактор холодного синтезу полі Si); нові високоавтоматизовані лінії виробництва СЕ та СБ. Також вдалося суттєво підвищити ефективність плівкових СБ, що дозволяє їм займати свою нішу у сонячній галузі.

Незважаючи на різні ризики (економічні кризи, пандемія COVID 19 тощо), сонячна галузь впевнено розширює свою присутність у світовому енергетичному балансі. Цей процес збережеться й у майбутньому.

Очікується подальша інтенсивна дослідницька робота у напрямі підвищення ефективності СЕ як на основі Si , так і інших.

Значною мірою розвиток сонячної енергетики визначатиметься політикою та підтримкою конкретних держав у світі, оскільки питання відведення земель під сонячні станції та бюрократичні процедури, необхідні для початку експлуатації сонячних потужностей, є одними з визначальних факторів.

Сонячна енергетика, на відміну від інших галузей, вигідно відрізняються своєю високою адаптивністю: можна вибирати як технологію СЕ для запланованої СБ, так і дуже широко варіювати розмір та потужність сонячної електростанції: від лише однієї сонячної панелі до промислової сонячної станції потужністю десятки й сотні МВт.

Собівартість сонячної енергетики безперервно зменшується, а собівартість електричної енергії, отриманої завдяки викопним ресурсам (вугілля, нафта, газ), навпаки збільшується.

Відносна простота монтажу та експлуатації сонячних потужностей сприяє активному розвитку цієї галузі.

Незважаючи на суттєвий прогрес різноманітних плівкових технологій СЕ (порівняйте ефективність промислових *CIGS* – плівок на рівні 11 % у 2012 р. і до 15–17 % у теп. час [7]), кремнієві СЕ у середньо – строковому періоді часу будуть залишатися основними із відсотком ринку фотовольтаїка суттєво більшим 50 % [3], [4].

Тому окремо зупинимось на перспективах розвитку технологій СБ на основі Si , які, на нашу думку, будуть визначати у майбутньому підвищення їх ефективності та зниження собівартості:

подальший розвиток “багатошарових” технологій із використанням поглинаючих шарів аморфного кремнію; світловідбиваючих проміжних шарів та ін.;

розвиток перовскито-подібних гібридних систем із високою ефективністю поглинання та перетворення світла;

більш широке використання кремнію *n*-типу (оскільки основними носіями заряду в ньому є із більш рухомі порівняно із дірками електрони);

зменшення розриву між рекордними значеннями ефективності СЕ на основі *Si* та промисловими *Si* - СЕ;

зменшення розриву ефективності СЕ та СБ (на даний час цей розрив досягає 2 %) та пошук нових стабільних покриттів для СБ;

більш широке використання двосторонніх технологій СЕ із поглинаючою та генеруючою задньою поверхнею СЕ;

збільшення площі пластин *Si* та зменшення маси *Si*, необхідного для генерації одного вату потужності;

створення СЕ із двома і більше зонами електропровідності для адаптації спектру поглинання СЕ до спектру реального сонячного світла;

подальша адаптація фундаментальних фізичних властивостей фотонів та електронів для збільшення відсотку поглинання енергії фотонів;

подальший розвиток систем інвертації та акумуляції електроенергії, згенерованої СЕ.

Список використаних джерел

1. W. Shockley and H.J. Queisser: Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells. Journal of Applied Physics. 1961. Vol. 32. No 3. pp. 510–519.
2. M. A. Green, Y. Hishikawa, E.D. Dunlop, D.H. Levi, J. Hohl-Ebinger, A.W.Y. Ho-Baille: Solar cell efficiency tables (version 51). Progress in Photovoltaics, 2018, Vol. 26, pp. 3–12.
3. A. Jager-Waldau: Photovoltaics: Status and Perspectives until 2020. Green. 2011. No 11. pp. 3–27.
4. A. Jager-Waldau: Photovoltaics: PV Status Report 2019. JRC Science for Policy Report. 2019. pp. 3–27.

5. B. Burger, K. Kiefer et.al. Photovoltaics Report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. 2020. pp. 13–14.

6. L. C. Andreani, A. Bozzola, P. Kowalczewski, M. Liscidini, L. Redorici: Silicon solar cells: toward the efficiency limits. *Advances in Physics*. 2019. Vol. 4. No 1. pp. 125–148.

7. M. Heinrich, T.E. Kuhn, F. Dimroth et.al.: A Comparison of Different Solar Cell Technologies for Integrated Photovoltaics. *Proceedings of the 37th European PV Solar Energy Conference and Exhibition*, 7-11 September 2020.

8. R. Muller, P. Schygulla, D. Lackner et.al. Silicon-based Monolithic Triple-junction Solar Cells with Conversion Efficiency > 34 %. *Proceedings of the 37th European PV Solar Energy Conference and Exhibition*, 7–11 September 2020.

Pozigun Sergii, Golushko Sergiy, Vahnin Oleksandr, Pavlenko Ivan, Ivanov Vjatcheslav. Prospects for the Development of Solar Energy in the World and in Ukraine: Using of Solar Devices for Autonomous Energy Supply of Reconnaissance and Communication Systems

Modern autonomic military reconnaissance and communication systems need the existence of perfect small-size/portable reliable sources of power supply. At present, this problem is usually resolved by using traditional (fuel) electric generators based on low-power internal combustion engines. It should be recognized, however, that such power supply devices have significant disadvantages such as heat radiation and noise. The use of other alternative energy sources is hampered either by certain fundamental shortcomings (for example, the efficiency of wind turbines strongly depends on unstable wind strength, and their adequate masking is nearly impossible).

The high positive dynamics and extensive prospects of the solar energy development in the World and in Ukraine are analyzed. At present, a per-year capacity of installed solar-power generators is the most significant comparing with those using other technologies (based on oil, coal, nuclear energy, hydro energy, etc.). Up to the end of 2020, a cumulative world estimate of the installed solar power energy sources is about 740 GW_p. In the Euro Community countries, the share of solar energy in the total electric generation achieves at present 8% and continues to grow. High adaptability of solar power technologies from with respect to dimensions of electrical stations (from fractions of Watts up to tens and hundreds of

Megawatts) facilitates the development of these technologies and attracts potential investors.

Comparative analysis of various constructions of solar energy devices and different solar cells based on various materials is carried out. A variety of the initial materials for solar energy transformation crates a possibility to choose the optimum variants for individual users and for industrial generation. There are possibilities to choose crystalline-based solar panels or film panels, with or without a solar orientation system and concentrators of energy.

The development of modern perfect large-capacity batteries resolves the problem of stable power supply. Additionally, the modern market proposes different adaptive solar panel technologies (e.g., semitransparent film panels for windows, solar roof covering, etc.).

The future development of solar energy will include the enhancement of efficiency of solar panels and their life time, simplification of the procedures of their installation and their adaptation up to an electric power electrical grid and future reduction of the solar power cost. These changes open extensive prospects for using the solar energy for power supply of to-day autonomic military systems.

Key words: alternative sources of electric energy; solar energy; solar cells.