

*Електронний журнал «Державне управління: удосконалення та розвиток» включено до переліку наукових фахових видань України з державного управління (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019).*

*Спеціальність – 281.*

*Державне управління: удосконалення та розвиток. 2025. № 12.*

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2156.2025.12.29>

УДК 351.620.63

*V. I. Ivkin,*

*аспірант, Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6265-1085>*

## **АГРОВОЛЬТАІКА ЯК СКЛАДОВА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

*V. Ivkin,*

*Postgraduate student, Vernadsky Taurida National University*

## **AGROVOLTAICS AS A COMPONENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ENERGY POLIC**

*Концепції сталого розвитку стала глобальним трендом стратегії всіх країн. Розвиток електроенергетики, як невід'ємної частини народного господарства, має відповідати вимогам концепції сталого розвитку. Метою цієї статті є аналіз сутності сталого розвитку енергетики та обґрунтування засад впровадження агровольтаїки, як складової сучасної енергетичної політики. В роботі проводиться аналіз існуючих у світовій практиці методичних підходів до оцінки сталого розвитку енергетики на рівні держави. Визначено, що енергетична політика України не залишиться осторонь світових тенденцій. Акцентується увага на необхідності*

впровадження агровольтаїки. Доведено, що в Україні агровольтаїка є перспективним напрямом розвитку відновлюваної енергетики та визначені проблеми, які стримують її впровадження. Результати дослідження, представлені у статті, можуть бути використані як теоретична основа для формування сучасної енергетичної політики в країні щодо інтеграція сонячної енергії з сільським господарством для вирішення двох важливих завдань: збільшення пропозиції відновлюваної енергії та забезпечення продовольчої безпеки в країні.

*The concept of sustainable development has become a global trend in the development of all countries. The development of the electric power industry, as an integral part of the national economy as a whole, must meet the requirements of the concept of sustainable development. New realities significantly change the capabilities of the electric power industry as an industry that requires balanced development based on three fundamental components: ecology, society, and economy. The purpose of this article is to analyze the essence of sustainable energy development and methodological approaches to its assessment. The object of the study is renewable energy as an object of a modern energy transition strategy. The work examines in detail the concept of sustainable energy development at three levels: at the state level; at the level of energy sectors and at the level of energy enterprises. An analysis of existing methodological approaches to assessing sustainable energy development at the state level in world practice is carried out. The main trends in the development of the world energy industry are considered: decarbonization, digitalization, decentralization. It is determined that solar, wind and other environmentally friendly energy sources are becoming key in the fight against climate change and economic instability. It is proven that the energy policy of Ukraine will not remain aloof from global trends. Attention is focused on the need to implement agrovoltatics, which should be considered a component of a modern energy policy of sustainable development. After all, agrovoltatics is a special form of renewable energy that combines agriculture and*

*solar energy production. It is proven that in Ukraine agrovoltatics is a promising direction of agricultural development and has significant potential, since the country has large areas of agricultural land and highly developed agricultural production, and problems that hinder the implementation of this direction of energy development are also identified. The research results presented in the article can be used as a theoretical basis for the formation of a modern energy policy in the country regarding the integration of solar energy with agriculture to solve two important tasks: increasing the supply of renewable energy and ensuring food security in the country.*

**Ключові слова:** *сталий розвиток, енергетична політика, агровольтаїка, енергетичний перехід, стійка енергетика, відновлювана енергетика, сільське господарство*

**Keywords:** *sustainable development, energy policy, agrovoltatics, energy transition, sustainable energy, renewable energy, agriculture*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Сталий розвиток передбачає не тільки економічне зростання, але й необхідність дотримання балансу між збереженням довкілля та потребами економіки і населення. Енергетика є головною системоутворюючою та життєзабезпечуючою галуззю будь-якої країни. Зростання енергоспоживання в контексті соціальних, кліматичних та природоохоронних обмежень потребує впровадження нових технологій отримання енергії. Утім саме агровольтаїка є одним із перспективних напрямків отримання чистої електроенергії, яка одночасно вирішує подвійну проблему: забезпечення електроенергією та сільськогосподарською продукцією. Україна прагне енергетичної незалежності і цінність впровадження відновлюваних джерел енергії повинна стати запорукою енергетичної безпеки та незалежності держави. Аналіз наукових досліджень в сфері відновлюваної енергетики та досвіду

впровадження агровольтаїки в розвинутих країнах світу, засвідчив необхідність більш докладного вивчення та обґрунтування теоретичних засад впровадження агровольтаїки в Україні, як складової енергетичної політики сталого розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Різні аспекти проблеми, яка досліджується в поданій статті, висвітлені в наукових працях вітчизняних та зарубіжних науковців та практиків. Досить докладно проблему сталого розвитку викладено в документах Організації Об'єднаних Націй та Європейського Союзу, у працях таких закордонних вчених як Т. Мальтус, А. Маршал, Д. Медоуз, Л. Браун, У. Ростоу, Р. Солоу, Й. Шумпетер. Вагомим внеском в дослідження проблеми сталого розвитку в Україні є праці Б.В. Буркинського, О.М. Мартинюка, В.А. Омеляненка, Є.В., Е.М. Лібанової та інших. Проблема енергетичної трансформації у глобальній парадигмі сталого розвитку досліджували Домбровська Т. М., Денесюк С. П., В.А. Таргонський В.А. та інші. Окремі аспекти поняття агровольтаїки та основних засад її впровадження викладені в роботах С.М. Голобова, В. Губарева, Д. Зінкевич, І.В. Котова.

**Формулювання цілей статті.** Мета роботи – формування основних теоретичних засад впровадження технологій агровольтаїки, як складової енергетичної політики сталого розвитку країни та її енергетичного сектору.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Перехід до нової парадигми соціально-економічного розвитку, що ґрунтується на ідеях концепції сталого розвитку, все активніше просувається світовою спільнотою та передбачає реалізацію принципів сталого розвитку у всіх галузях економіки. Відмова від лінійної економічної моделі, що зосереджується на постійному розширенні виробництва та масовому споживанні, на користь підходів, які ставлять у пріоритет якість продукції, її довговічність і зниження обсягу відходів, є відображенням нової екологічної свідомості. Такий підхід стає основою екологічно збалансованої економічної стратегії розвитку людства. Численні дослідження доводять, що успішна реалізація

завдань сталого розвитку можлива тільки за умов стабільного та надійного енергопостачання економіки країни. Становлення стійкої енергетики, яка відповідає принципам сталого розвитку є необхідною умовою боротьби зі зміною клімату та поширенням нової парадигми соціально-економічного розвитку.

Енергетика є однією з рушійних сил економічного розвитку та виконання Порядку денного сталого розвитку на період до 2030 року. Традиційна енергетика є ключовою галуззю всієї світової економіки і складає основу сучасного суспільства, проте в цілому не відповідає сучасним принципам сталого розвитку, оскільки споживає невідновлювані природні ресурси та є джерелом забруднення навколишнього середовища в процесі виробництва та транспортування енергії. Саме тому зміну парадигми соціокультурного розвитку суспільства, а саме формування принципів сталого розвитку, рекомендувалося почати з технологічних та організаційних змін, спрямованих на становлення сталої енергетики, яка має стати драйвером розвитку сталої економіки країн.

Так, у підсумковому документі Конференції Організації Об'єднаних Націй зі сталого розвитку (відомої також як Ріо+20), що відбулася у 2012 році, - «Майбутнє, якого ми хочемо», енергетиці відводилася центральна роль та була підкреслена надзвичайно важливе її значення у процесі розвитку суспільства, зменшенні бідності, покращенню життя людей [1]. У 2015 р. на 70-й сесії Генеральної Асамблеї ООН було затверджено новий, універсальний порядок денний у сфері сталого розвитку, в основі якого закладено 17 амбітних цілей сталого розвитку до 2030 р. у областях, що мають велике значення для людства та планети [2]. У розвиток цих рішень у грудні 2015 р. було прийнято Паризьку кліматичну угоду, яка конкретизувала завдання сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату на період до 2030 року [3]. Стратегією сталого розвитку Організації об'єднаних націй було визначено глобальну Ціль № 7 «Доступна та чиста енергія», яка передбачає подолання енергетичної бідності, забезпечення доступності

енергетичних ресурсів для всіх споживачів, екологічно чисте та ефективне використання та управління обмеженими енергетичними ресурсами, а також впровадження енергоефективних заходів на всіх рівнях. Реалізація цих Цілей у свою чергу передбачає здійснення заходів щодо збільшення частки відновлюваної енергетики в національному енергетичному балансі шляхом впровадження додаткових потужностей, що виробляють енергію з відновлюваних джерел.

Поняття сталого розвитку енергетики обґрунтовувалось на різних світових форумах з цього питання. В доповіді Міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку ООН - «Наше спільне майбутнє» зазначалося, що загальний стан сталої енергетики країни доцільно визначати на рівні держави; на рівні галузей енергетики; на рівні підприємств енергетики [4]. Конференція ООН по навколишньому середовищу і розвитку наголосила, що стала енергетика – це енергетика, яка вироблена та використовується з метою підтримки людського розвитку в довгостроковій перспективі у всіх його економічних, соціальних та екологічних аспектах [5]. Водночас всесвітня зустріч на вищому рівні зі сталого розвитку в Йоганнесбурзі (ПАР) у 2002 році визначила, що стала енергетика, це енергетика заснована на відновлюваних джерелах енергії [6]. Як видно із зазначеного існує чимало різних тлумачень поняття «стійка енергетика», проте в більшості з них визнається ключова роль енергетики в економічному та соціальному розвитку, а також її суттєвий вплив на навколишнє середовище. Найбільш ґрунтовне визначення змісту поняття «стійка енергетика» характеризує його як складову трьох компонентів: енергетична безпека; енергетика для якості життя; енергетика та навколишнє середовище.

Зокрема, компонент «Енергетичної безпеки» пов'язаний із економічними аспектами енергетичної безпеки з національної точки зору. Він включає питання доступності всіх джерел постачання енергії. Для певних країн енергетична безпека – це енергетична незалежність, а для інших – усталені зв'язки з постачання енергії. Більшість сучасних підходів у

визначенні енергетичної безпеки полягають в тому, що енергетика має забезпечувати оптимальний внесок у соціальний, економічний та екологічний розвиток країни. Відповідно енергетична політика країн має бути гнучкою, адаптуватися до всіляких ризиків, які можуть виникати з постачанням енергії, які мають місце останнім часом. Крім того, сучасна енергетична політика країн повинна бути спрямована на все більше використання відновлюваних джерел енергії. Компонент «Енергетика для якості життя» має на меті покращення умов життя шляхом забезпечення загального доступу до чистої, надійної та недорогої енергії. Важливе значення мають заходи для встановлення цін на енергетичні послуги. Третій компонент – «Енергетика та навколишнє середовище» має на меті зведення до мінімуму впливу енергетичної системи на клімат, екосистеми та здоров'я людини, і відображає компроміс між задоволенням зростаючого попиту на енергоносії та забезпечення здорового довкілля. Адже викиди з енергетичного сектора становлять 60% від загального обсягу викидів парникових газів. Енергія та пов'язане з нею споживання ресурсів повинні використовуватися більш ефективно всіма галузями економіки країни та домогосподарствами, а також мають прискорювати перехід до альтернативних джерел енергії. Комітетом зі сталої енергетики ООН були запропоновані рекомендації побудови стійкої енергетичної системи в країні. У цьому документі представлено п'ять високорівневих заходів, запровадження яких можуть підвищити системну ефективність енергетичної системи в країні, оптимізувати використання ресурсів, а також допомогти побудувати стійку енергетичну систему (табл. 1).

**Таблиця 1. Рекомендації Комітету зі сталої енергетики ООН щодо побудови стійких енергетичних систем**

№	Рекомендації	Зміст рекомендацій
1.	Розставити пріоритети та максимально реалізувати рішення щодо енергоефективності	Підвищення енергоефективності та системної ефективності в промисловості, будівництві та транспортному секторі, а також у системах виробництва, передачі та розподіл енергії. Це покращить здатність енергетичних систем поглинати удари та швидко відновлюватися.
2	Цифровізація енергетичних систем	Підвищення рівня цифрової грамотності та доступність цифрових рішень протягом усього процесу переходу на сталий розвиток на всіх рівнях енергетичних систем. Це може знизити споживання енергії кінцевим користувачем та підвищити стійкість енергетичної системи
3	Прискорити перехід з вуглецевих палив на рішення з низьким і нульовим рівнем викидів вуглецю.	Країнам слід докласти зусиль, спрямованих на стратегічне використання наявних видів палива для підтримки стабільності своєї економіки та забезпечення енергетичної безпеки, при цьому згодом замінюючи вуглеродомісткі види палива іншими варіантами технологій з низьким та нульовим викидом вуглецю.
4	Керувати ресурсами ефективно, на засадах сталості, та з урахуванням кругового підходу	Інтеграція засад низьковуглецевої циркулярної економіки у процес прийняття рішень щодо формування стратегії сталої енергетики, адже перетворення енергетичної системи на більш чисту вимагатиме підвищення циркулярності матеріалів та ресурсів, та можливість вторинної переробки.
5	Прискорити розгортання технологій з низьким та нульовим рівнем викидів вуглецю, щоб згодом декарбонізувати енергетичну систему.	<p>Інвестування в масштабування та розгортання відновлюваних джерел енергії замінить вуглеродомісткі види палива іншими технологіями з низьким та нульовим рівнем викидів вуглецю, якщо це технічно та економічно доцільно.</p> <p>Заохочувати розширення співробітництва та розробка недискримінаційної нормативно-правової бази, технології та механізмів фінансування для загально регіональних інвестицій у всі технології з низьким та нульовим рівнем викидів вуглецю.</p>

*Джерело: сформовано на основі [7]*

Згідно з висновками Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA - International Renewable Energy Agency), яке засновано для

сприяння використанню всіх видів відновлюваної енергії, у доповіді «Глобальна енергетична трансформація: «Дорожня карта до 2050 року» (Global Energy Transformation: A roadmap to 2050), темпи розгортання відновлюваної енергетики повинні зрости до 2050 року, принаймні, в шість разів по всьому світу [10]. Протягом останнього десятиліття відновлювана енергетика зміцнила свої позиції як джерело енергії в усьому світі, багато в чому завдяки зниженню собівартості та політичній підтримці. В світовому енергетичному балансі обсяг відновлюваної енергетики поступово збільшується. Відновлювана енергетика, яка містить екологічно чисті джерела енергії, стає основним драйвером у боротьбі за екологію та зміну клімату. Сьогодні екологічна ситуація у світі обумовлює необхідність пошуку нових інструментів зниження негативного впливу людства на природу. Одним із таких інструментів є сонячна енергетика. Розвиток сонячної енергетики позитивно впливає на збереження природних ресурсів, оскільки вона є необмеженим відновлюваним ресурсом, сприяє скороченню забруднення повітря та води, адже в процесі її вироблення не виділяються забруднюючі речовини. Сонячна енергія за темпами зростання серед відновлюваних джерел енергії, займає лідируючу позицію. За прогнозами науковців до 2035 року відновлювана енергетика стане більш доступною за рахунок впровадження нових технологій та нових джерел екологічно чистої енергії. Основні тренди відновлюваної енергетики, які обґрунтовані науковцями світу, представлені в таблиці 2.

**Таблиця 2. Тренди відновлюваної енергетики**

<b>Тренди відновлюваної енергетики:</b>	Сутність трендів відновлюваної енергетики
	<b>розширення використання сонячних електростанцій</b> , до 2035 року очікується збільшення потужності сонячних станцій у світі на 70-100% за рахунок впровадження нових технологій, які зменшать вартість таких сонячних електростанцій і забезпечать безперебійну роботу цілодобово
	<b>інтеграція відновлюваних джерел у глобальні мережі</b> , за рахунок розвитку смарт-мереж, що дозволить поєднати в єдину енергетичну систему всі джерела відновлюваної енергетики, що підвищить стабільність постачання енергії в економіку країни
	<b>зростання ролі корпоративного сектора</b> , з нарощуванням відновлюваної енергетики бізнес буде зацікавлений в інвестуванні у сонячні електростанції, що дозволить їм отримувати більш дешеву енергію (за розрахунками витрати знизяться до 70%), що підвищить енергозабезпечення компаній та їх конкурентоздатність
	<b>розширення ринку систем зберігання енергії</b> , за рахунок впровадження нових технологій (наприклад, зросте використання літій-іонних батарей для сонячних станцій), що дозволить накопичувати надлишки енергії та використовувати ці обсяги енергії під час пікових навантажень
	<b>домогосподарства та невеликі підприємства активно встановлюватимуть сонячні панелі</b> , що зменшить навантаження на загальну енергетичну систему та забезпечить їх енергоавтономність.

*Джерело: сформовано на основі [10].*

Частка відновлюваної енергетики в кінцевому споживанні енергії у світі зростає. Так, згідно з звітом «European Electricity Review» компанії Ember (Лондон, Великобританія), у 2023 році частка відновлюваної енергетики в Європейському Союзі зростає до 44% [11]. Цікавий досвід Китаю, як однієї з провідних світових економік, яка відіграє ключову роль у глобальних зусиллях переходу до відновлюваної енергетики. В країні затверджено Стратегію кардинальних змін у галузі виробництва та споживання енергії до 2030 року, яка визначає декарбонізацію як одну з найважливіших цілей національної політики. У країні функціонує Енергетичний фонд Китаю (Energy Foundation China), який надає гранти на розвиток проектів у галузі відновлюваної енергетики. Так, у 2023 році фонд

профінансував 4037 проектів на загальну суму 510 млн. доларів [12]. У багатьох країнах світу розвиток відновлюваної енергетики став предметом державної політики і основою енергетичних стратегій. Щорічні витрати на наукові дослідження у сфері відновлюваних джерел енергії становлять у світі близько 1 млрд. доларів. Крім того, економічне стимулювання такої стратегії здійснюється за рахунок податкових і кредитних пільг, сприятливих тарифів і дотацій.

Для виконання Україною глобальної Цілі № 7 сталого розвитку - «забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх», до війни були відсутні проблеми із доступом населення до електроенергії. Утім існують інші серйозні виклики щодо фізичної та моральної зношеності більшої частини енергогенеруючих потужностей. Крім того, в умовах війни зруйнований певний обсяг потужностей. До того ж Україна значну частину енергоносіїв імпортує. І мабуть найефективніше вирішення цих проблем – це формування та реалізація стратегії альтернативної енергетики, що і передбачає план Цілей сталого розвитку до 2030 року. Україна повинна прагнути енергетичної незалежності, а цінність відновлюваних джерел енергії має трансформувалась з екологічної на енерго-економічно-безпекову. Дослідження показують, що в Україні достатньо сприятливі умови для зростання обсягів відновлюваної енергетики та, зокрема, сонячної. Структура джерел енергії в 2023 році в Україні мала такий вигляд: атомна енергетика – 49,2%, вугілля та газ – 28,5%, гідроенергетика – 11,8%, сонячна, вітрова та біоенергетика становили 9,8% і всі інші види енергії – 0,6%. Для сонячної енергетики в Україні існують такі сприятливі умови: середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що потрапляє на один квадратний метр поверхні, на території України перебуває в межах від 1070 кВт год/м<sup>2</sup> в її північній частині та до 1400 кВт год/м<sup>2</sup> і вище – на півдні України [13]. Причому прогнозовані показники отримання електроенергії з різних джерел показують можливості їх зростання (табл. 3).

**Таблиця 3. Прогнозовані показники генеруючих  
потужностей ОЕС України**

Показник	По рокам:			
	2025	20230	2035	2040
Встановлена потужність, ГВт				
Всього, в т. ч.	41,6	50,7	55,7	53,8
АЗС	13,8	13,8	11,0	3,0
ТЕС	16,0	14,7	11,0	2,4
ГЕС	5,5	7,9	9,9	9,9
ВЕС та СЕС	5,3	7,3	7,9	8,8
Виробництво електроенергії, млрд. кВт. рік				
Всього, в т. ч.	183,9	203,0	224,1	247,4
АЗС	95,1	95,1	99,1	107,0
ТЕС	67,6	75,8	87,6	96,9
ГЕС	9,7	13,6	15,8	16,2
ВЕС та СЕС	11,5	18,5	21,6	27,3

*Джерело: сформовано на основі [14]*

Слід також звернути увагу на те, що використання відновлюваних джерел енергії має безпосередній зв'язок з досягненням відразу кількох Цілей сталого розвитку. Зокрема, це основна Ціль 7 «Відновлювана енергія», а також Ціль 2 «Подолання голоду», Ціль 13 «Боротьба зі зміною клімату», та опосередковано Ціль 8 «Сприятливі умови праці та економічне зростання». Адже безперечним є факт, що наявність достатнього обсягу енергетики сприяє розвитку підприємств сільськогосподарської галузі, яка забезпечую безпеку харчування. Натомість в сучасні економіці в цьому балансі є теж проблеми: недостатність обсягів електроенергії, негативний вплив її виробництва на екологію тощо. Водночас, впровадження альтернативних проектів сонячних систем та сільськогосподарських практик, що оптимізують як енергетичні, так і сільськогосподарське виробництво на спільно розташованих майданчиках, може запропонувати можливість збільшити загальну цінність сонячної енергії, збільшити обсяги та зменшити витрати на виробництво сільськогосподарської продукції.

Агровольтаїка (Agrivoltaics) є зрушенням парадигми у використанні земель і виробництві відновлюваної енергії, це інноваційний підхід до сталого розвитку як енергетики так і сільського господарства. Агровольтаїка перебуває на перетині двох найважливіших глобальних пріоритетів: збільшення потужності відновлюваної енергії та забезпечення продовольчої безпеки. Адже це особлива форма землекористування, що поєднує сільське господарство та виробництво сонячної енергії на одній ділянці, згідно з якою одночасно виробляється електроенергія з встановлених фотоелектричних панелей або інших відновлюваних енергетичних систем та здійснюється сільськогосподарське виробництво, наприклад, вирощування сільськогосподарських культур, скотарства під сонячними панелями або поряд із сонячними панелями [14]. За рахунок такої технології не втрачається основна функція сільськогосподарських земель, що є проблемою для сучасних технологій використання сонячних панелей в сільському господарстві.

Технологія агровольтаїки передбачає подвійне використання сільськогосподарської землі, зокрема, сонячні панелі встановлюються на висоті кількох метрів над землею, що дозволяє вирощувати під ними рослини, випасати худобу або проводити інші сільськогосподарські роботи. Крім того, сонячні панелі створюють природну тінь, що є захистом сільськогосподарських культур, які вирощуються під ними, від негативного впливу природи: сонячного перегріву, граду, буревію тощо. Одночасно, отримана чиста електроенергія спрямовується, в першу чергу, на потреби сільськогосподарських товаровиробників і, за можливості, на потреби місцевої громади, що стає додатковим доходом фермерів.

**Таблиця 4. Характеристика основних засад агровольтаїки**

Переваги використання агровольтаїки	Складнощі запровадження технологій агровольтаїки
<i>Захист урожаю:</i> сонячні панелі захищають рослини від граду, сильного вітру, дощу та заморозків. Це дозволяє зменшити втрати врожаю та забезпечити стабільний дохід	<i>Висока вартість установки:</i> агровольтаїчні системи вимагають значних інвестицій на початковому етапі.
<i>Подвійний дохід:</i> фермери отримують прибуток від продажу сільськогосподарської продукції та від продажу електроенергії, виробленої сонячними панелями.	<i>Необхідність адаптації технологій до місцевих умов:</i> важливо враховувати особливості клімату, ґрунту та вирощуваних культур під час проектування та встановлення агровольтаїчних систем
<i>Зменшення споживання води:</i> сонячні панелі створюють тінь, що зменшує випаровування води із ґрунту. Це дозволяє економити воду та зменшити витрати на зрошення	
<i>Підвищення врожайності:</i> в деяких випадках, агровольтаїка може сприяти підвищенню врожайності, особливо для теплолюбних культур, які потребують захисту від надмірного сонячного випромінювання	<i>Регуляторні питання:</i> необхідно розробити чіткі правила та процедури для підключення агровольтаїчних систем до енергомережі та отримання «зеленого» тарифу.
<i>Зменшення викидів парникових газів:</i> використання сонячної енергії дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії, таких як вугілля та газ, що призводить до скорочення викидів парникових газів	

*Джерело: сформовано на основі [15].*

Сучасний світовий ринок індустрії агровольтаїки є конкурентним, у ньому беруть участь багато глобальних гравців. Найсуттєвіші ринки агровольтаїки належать таким країнам, як Китай, Японія, Індія, Південна Корея, Франція, Італія, Німеччина, США та деякі інші країни. Розподіл стовідсоткового ринку агровольтаїки по регіонам світу має такий вигляд: Америка – 28%, Європа - 30%, Азія – 25%, інші країни світу – 17%. Обсяг

ринку агровольтаїки у 2023 році оцінювався приблизно в 5 мільярдів доларів США і за розрахунками фахівців з відновлюваних джерел енергії цей ринок зросте до 2032 року на 11,5%. Причому прогнозують найбільші середньорічні темпи зростання технологій агровольтаїки саме в Китаї та США [16]. Так, з цією метою Офіс сонячних енергетичних технологій (SETO) Міністерства енергетики США (DOE) починаючи з 2022 року впроваджує Програму фінансування технологій агровольтаїки – «Foundation Agrivoltaic Research for Megawatt Scale (FARMS)» з бюджетом 8 мільйонів доларів. Мета програми - знизити бар'єри для впровадження сонячної енергії на регіональному рівні, щоб забезпечити більше одного мегавата програм з агровольтаїки, які орієнтовані на вирощування сільськогосподарських культур, та більше десяти мегават проектів агровольтаїки, орієнтованих на випас худоби. А крім того, цією програмою планують знизити конфлікти у землекористуванні та принести економічну вигоду фермерам і виробникам сонячної енергетики, а також допомогти фермерам у розвитку кліматично стійкого сільського господарства [16].

В Україні агровольтаїка є перспективним напрямом розвитку сільського господарства та має значний потенціал, оскільки володіє великими площами сільськогосподарських земель та високо розвинутим сільськогосподарським виробництвом. Крім того, впровадження агровольтаїки дозволить зменшити залежність від імпортних енергоносіїв та зробити українське сільське господарство більш стійким та екологічно чистим. Численні дослідження щодо переваг цього методу ведення сільського господарства, а саме підвищення врожайності, ефективне виробництво чистої сонячної електроенергії, зниження споживання води, захист земельних ресурсів доводить необхідність створення сприятливих умов розширення масштабів впровадження технологій агровольтаїки. Адже агроелектричні системи революціонізують сільське господарство та виробництво відновлюваної енергії. Так, сонячні панелі на дахах забезпечують подвійне використання високовартісного міського простору в

містах, а агроелектричні ферми та агроелектричні теплиці роблять те саме в сільській місцевості. Водночас швидке зростання ринку агровольтаїки відкриває привабливі можливості для бізнесу, інвесторів та підприємців. Об'єднавши відновлювану енергію із сільським господарством, агровольтаїчні проекти можуть забезпечити безліч джерел доходу як від сільського господарства, так і від виробництва сонячної енергії.

Проте в Україні, зважаючи на складну економічну ситуацію, яку в першу чергу, спричиняє війна, існують певні складнощі із впровадженням агровольтаїки, а саме — відсутність фінансової підтримки впровадження таких сучасних технологій відновлюваної енергетики. Агровольтаїчні проекти вимагають значних інвестицій, але в країні наразі відсутні державні гранти чи доступні кредити для їх впровадження. Не менш важливим питанням для впровадження технологій агровольтаїки є відсутність нормативно-правового забезпечення, правил використання сільськогосподарських земель для цих цілей. Зазначене є стримуючими факторами розвитку агровольтаїки в Україні.

У кожній країні перехід до стійкої енергетики можливий лише за активного сприяння держави, оскільки традиційні методи виробництва та споживання енергії поки що економічно і технологічно ефективніші, ніж нові методи відновлювальної енергетики, тому необхідно проводити більш активну державну політику з розвитку енергетичних систем, що відповідають принципам сталого розвитку. Інтеграція сонячної енергії із сільським господарством дозволяє вирішити дві важливі глобальні завдання: збільшення пропозиції відновлюваної енергії та забезпечення продовольчої безпеки.

**Висновки.** Сучасна енергетика заснована на використанні невідновлюваних джерел та негативно впливає на навколишнє середовище. Формування політики сталого розвитку енергетичного сектору має базуватися на впровадженні засад відновлюваної енергетики, яка відповідає загальній стратегії сталого розвитку. Сонячна енергетика стає дедалі значущою частиною глобального переходу до стійких джерел енергії.

Технології, що використовують сонячну енергію, продовжують розвиватися та вдосконалюватися, що робить їх більш доступними та вигідними для широкого кола споживачів, сприяє зниженню залежності від традиційних невідновлюваних джерел енергії. З впровадженням нових технологій сонячної енергетики, зокрема агровольтаїки, яка може відіграти ключову роль у забезпеченні країни надійним, чистим та відновлюваним енергопостачанням та одночасно забезпечити ефективність сільськогосподарського виробництва. Незважаючи на існуючі проблеми, потенціал агровольтаїки в Україні залишається значним і така технологія може стати основою сталого розвитку.

### **Література**

1. The Future we want. World Commission on Environment and Development. New York, 2012. 58 p.
2. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. General Assembly. Seventieth session. 35 p.
3. Adoption of the paris agreement. Conference of the Parties Twenty-first session Paris, 30 November to 11 December 2015. 32 p.
4. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
5. World Energy Council. Energy Trillema Index. URL:<https://trilemma.worldenergy.org>
6. World-Energy-Issues-Monitor-Full-Report. World Energy Council URL:<https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/04/1.-World-Energy-Issues-Monitor-2017-Full-Report.pdf>
7. World Energy Trilemma: Time to get real – the agenda for change. World Energy Council. URL: <http://www.worldenergy.org>.

8. Smil, V. (2010). Energy transitions: History, requirements, prospects. Oxford: Praeger.
9. Energy security and climate change: A tenuous link. The Routledge handbook of energy security New York: Routledge. pp. 43—56. URL: <https://doi.org/10.4324/9780203834602>
10. IEA. World Energy Statistics and Balances. International Energy Agency. URL: <https://doi.org/10.1787/data-00513-en>
11. Brown, S. and Jones D. (2024) European electricity review 2024: Europe's electricity transition takes crucial strides forward. London: Ember. 95 p. URL: <https://ember-climate.org/app/uploads/2024/02/European-Electricity-Review-2024.pdf>
12. Froggatt, A. and Quiggin, D. (2021). China, EU and US cooperation on climate and energy. An ever-changing relationship. Chatham House Research Paper. URL: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-03/2021-03-26-china-eu-us-coope>
13. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: навч. посіб. Київ: Національний технічний університет України «КПІ», 2012. 495 с.
14. Асоціація агровольтаїки України. URL: <https://agrivoltaic.org.ua/trashed/>
15. Fundamental Agrivoltaic Research at Megawatt Scale (FARMS) funding program. U.S. DEPARTMENT of ENERGY. URL: <https://www.energy.gov/eere/solar/foundational-agrivoltaic-research-megawatt-scale-farms-funding-program>
16. Agrivoltaic market: current analysis and forecast (2024-2032). URL: <https://univdatos.com/reports/agrivoltaic-market>

## References

1. World Commission on Environment and Development (2012), The Future we want, New York, USA.

2. . General Assembly (2015), “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September”, Seventieth session.

3. Conference of the Parties (2015), “Adoption of the paris agreement”, Twenty-first session, Paris, 30 November to 11 December.

4. World Commission on Environment and Development (2025), “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future”, available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> (Accessed 05 Dec 2025).

5. World Energy Council (2025), “Energy Trillema Index”, available at: <https://trilemma.worldenergy.org> (Accessed 05 Dec 2025).

6. World Energy Council (2017), “World-Energy-Issues-Monitor-Full-Report”, available at: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/04/1.-World-Energy-Issues-Monitor-2017-Full-Report.pdf> (Accessed 05 Dec 2025).

7. World Energy Council (2025), “World Energy Trilemma: Time to get real – the agenda for change”, available at: <http://www.worldenergy.org>. (Accessed 05 Dec 2025).

8. Smil, V. (2010), Energy transitions: History, requirements, prospects, Praeger, Oxford, UK.

9. Routledge (2010), Energy security and climate change: A tenuous link, The Routledge handbook of energy security, New York, USA, pp. 43—56. <https://doi.org/10.4324/9780203834602>

10. IEA (2024), “World Energy Statistics and Balances”, International Energy Agency. <https://doi.org/10.1787/data-00513-en>

11. Brown, S. and Jones, D. (2024), European electricity review 2024: Europe’s electricity transition takes crucial strides forward, Ember, London, UK, available at: <https://ember-climate.org/app/uploads/2024/02/European-Electricity-Review-2024.pdf> (Accessed 05 Dec 2025).

12. Froggatt, A. and Quiggin, D. (2021), “China, EU and US cooperation on climate and energy. An ever-changing relationship”, Chatham House Research Paper, available at: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-03/2021-03-26-china-eu-us-coope> (Accessed 05 Dec 2025).
13. Kudry, S.O. (2012), Netradushtyni ta vidnovluvani dgerela energy [Non-traditional and renewable energy sources], Nashionalnuy texnichuy universitet “KPI”, Kyiv, Ukraine.
14. Association of Agrivoltaics Ukraine (2025), available at: <https://agrivoltaic.org.ua/trashed/> (Accessed 05 Dec 2025).
15. U.S. Department of Energy (2025), “Fundamental Agrivoltaic Research at Megawatt Scale (FARMS) funding program”, available at: <https://www.energy.gov/eere/solar/foundational-agrivoltaic-research-megawatt-scale-farms-funding-program> (Accessed 05 Dec 2025).
16. UnivDatos (2024), “Agrivoltaic market: current analysis and forecast (2024-2032)”, available at: <https://univdatos.com/reports/agrivoltaic-market> (Accessed 05 Dec 2025).

*Стаття надійшла до редакції 12.12.2025 р.*