



**УДК 330.005**

**Якимчук А. Ю., д.е.н., професор, Зайцев Д. Б., аспірант**

(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **ДІАГНОСТИКА ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

**Проаналізовано показники розрахунку економічного потенціалу сонячної енергетики регіонів України окремо за загальним, технічним й економічно доцільним потенціалом. Досліджено проблематику взаємодії суб'єктів та об'єктів реалізації проектів щодо розвитку сонячної енергетики. Запропоновані перспективні напрями покращання показників впровадження проектів щодо сонячної енергетики.**

**Ключові слова:** сонячна енергія, система, економічний потенціал, раціональне природокористування.

**Актуальність теми.** Ринок сонячної енергетики в Україні розвивається і демонструє швидкі темпи зростання усіх сегментів. Діюча в Україні державна програма «Зелений тариф» ставить собі за мету стимулювати суб'єкти господарювання усіх форм власності використовувати поновлювані джерела енергії. Програму розроблено у тісній співпраці з такими міжнародними інституціями, як МВФ, ГЕФ, ФЧТ, підтримується інвестиціями по лінії МБРР, ЄБРР, ЄІБ (програми USELF, UKEEP) і базується на гарантії держави Україна про незмінність законодавчого поля до 2030 року.

Сонячна енергетика за останнє десятиліття набула великої популярності в Україні. Це зумовлено не лише економічною вигодою від її використання, але й екологічними характеристиками енергії Сонця. Цей вид енергетики дозволить забезпечити якісні показники еколого-економічної безпеки територій. Тому дослідження щодо вивчення енергетичного потенціалу Сонця мають значний науковий і практичний інтерес. Все це сформулювало актуальність і мету даного дослідження. Відомо, що енергетична віддача Сонця рівнозначна спалюванню або перетворенню в енергію маси у кількості  $4,2 \cdot 10^6$  т за секунду. Земля, яка знаходиться на відстані 150 млн км від Сонця, одержує приблизно дві мільярдні частки його загального випромінювання. Загальна кількість сонячної енергії, що досягає поверхні Землі за рік, в 50 разів перевищує всю енергію, яку можна одержати

з доведених запасів викопного палива і в 35 000 разів перевищує теперішнє щорічне споживання енергії у світі. Питання раціоналізації використання сонячної енергетики в Україні потребує дослідження та аналізу взаємодії суб'єктів й об'єктів щодо реалізації проектів щодо використання енергії сонця, що формує об'єкт дослідження, мету, ідею та вибір актуальності даної теми.

**Мета дослідження** полягає у дослідженні економічного потенціалу реалізації проектів щодо сонячної енергетики в Україні, формуванні напрямів взаємодії суб'єктів й об'єктів з реалізації проектів щодо використання енергії сонця як одного з ключових напрямків раціонального природокористування.

**Об'єктом дослідження** є економічний потенціал сонячної енергії регіонів України, фактична система розвитку сонячної енергетики в Україні та її складові, а також їх взаємодія як системне явище.

**Предметом дослідження** є процес удосконалення системи раціонального природокористування шляхом врахування та покращання взаємодії суб'єктів й об'єктів щодо реалізації проектів з використання енергії сонця, а також розрахунок економічного потенціалу сонячної енергії для усіх регіонів України..

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями взаємодії суб'єктів й об'єктів щодо реалізації проектів з використання енергії Сонця займались науковці В.Я. Шевчук, Л. Г. Мельник, М. А. Хвесик та інші, кожен з яких зробив внесок у дослідження актуальної теми, окресливши проблематику раціоналізації системи енергозбереження в Україні [1; 2; 3; 5]. Все ж, удосконалення методик раціонального природокористування на основі покращання взаємодії елементів суцільної системи між собою та висвітлення нових зв'язків між елементами такої системи є першочерговим завданням для подальшого наукового опрацювання. У даній роботі застосовано системний підхід для означення якісних зв'язків між суб'єктами й об'єктами реалізації проектів щодо використання енергії Сонця [1-5].

**Виклад основного матеріалу.** Сьогодні енергію Сонця досить активно починають використовувати й сонячні батареї поступово проникають на національний ринок. Сучасний розвиток світової економіки невід'ємно пов'язаний із зростанням темпів виробництва енергії. Це зумовлюється багатьма факторами: загальним збільшенням світового товаровиробництва, розвитком транспорту та телекомунікацій, розробкою віддалених родовищ корисних копалин, утилізацією відходів, зростанням споживання енергії у побуті (опалення, освітлення, живлення побутової техніки), технічним переозброєнням армій тощо. Тому темпи зростання виробництва енергії перевищують нині темпи зростання населення землі. Так, перед енергетикою пос-



тало багато проблем, і найбільш гостра – це проблема її джерел. На сьогоднішній день 6 млрд осіб планети Земля споживають більше 12 млрд кВт енергії щороку, тобто у середньому 2 кВт на одну людину. Ця енергія отримується за рахунок вугілля – 26%, нафти – 42%, газу – 20%, гідроенергії – 4%, ядерної енергії – 5%, інших джерел – 3%. Тобто біля 90% енергії ми отримуємо за рахунок органічних видів палива – нафти, вугілля, газу. Ці джерела енергії ще називають невідновлюваними, бо швидкість їх нагромадження в надрах Землі набагато менша швидкості їх витрачання (приблизно у 110 разів) [1-5].

Людству необхідно все більше й більше енергії, отримати яку за рахунок невідновлюваних джерел у недалекому майбутньому буде важко чи взагалі неможливо. За різними оцінками, розвіданого органічного палива вистачить на 30-50 років. Якщо врахувати так звані геологічні запаси, які будуть своєчасно розвідані, а експлуатація їх не затримається, то, з урахуванням зростаючого рівня витрат енергії, органічного палива може вистачити лише приблизно на 100-150 років. Причому тільки вугілля ще довгий час може зберігати своє місце в енергетичному балансі [2-4]. Проте, використання його супроводжується високим рівнем забруднення атмосфери Землі. Ядерна енергетика, яка на сьогодні має значно більше сировинних ресурсів ніж органічне паливо, динамічно розвивалась у світі впродовж останніх 20-30 років. Але сьогодні, на думку багатьох фахівців, вона вже не може вважатися перспективним видом енергії через надто високий ризик радіоактивного забруднення навколишнього середовища, що проявилось в серії техногенних аварій й катастроф, особливо під час Чорнобильської катастрофи [1-5].

Тому у світі все більше звертають увагу на використання так званих відновлюваних джерел енергії – тепла Землі, енергії вітру, припливів та відпливів, біогазу, сонячного випромінювання тощо. Практично всі ці джерела енергії повністю зумовлені прямою дією Сонця. Серед зазначених джерел одним із найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електрику в напівпровідникових сонячних елементах [5; 6].

У даній роботі проведено оцінювання сумарного річного потенціалу сонячної енергії областей України, що представлено у таблиці.

Як показало проведене дослідження, у результаті обробки статистичних метеорологічних даних про надходження сонячної радіації в Україні, визначено питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподілу енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної з областей. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на 1 м<sup>2</sup> поверхні, на території

Україні перебуває в таких межах: від 1070 кВт·г/м<sup>2</sup> в північній частині України до 1400 кВт·г/м<sup>2</sup> і вище в АР Крим.

Таблиця

Діагностика потенціалу сонячної енергії України  
на основі рейтингування регіонів

№ з/п	Область	Потенціал сонячної енергії, МВт·г/рік		
		Загальний потенціал (×10 <sup>9</sup> )	Технічний потенціал (×10 <sup>7</sup> )	Доцільно-економічний потенціал (×10 <sup>5</sup> )
Група 1 (високий потенціал сонячної енергетики)				
1	Одеська	45,4	21,8	3,4
2	Херсонська	38,4	18,4	2,9
3	Дніпропетровська	37,6	18	2,8
4	Харківська	35,4	17	2,7
5	АР Крим	36,5	17,5	2,7
6	Чернігівська	34,2	16,4	2,6
7	Запорізька	34,8	16,7	2,6
8	Донецька	33	15,8	2,5
9	Луганська	34	16,3	2,5
Група 2 (середній потенціал сонячної енергетики)				
10	Житомирська	32,3	15,5	2,4
11	Київська	31,5	15,5	2,4
12	Миколаївська	32,5	15,6	2,4
13	Полтавська	31,9	15,3	2,4
14	Вінницька	30,8	14,8	2,3
15	Кіровоградська	28,8	13,8	2,2
16	Сумська	26	12,5	2,0
17	Львівська	25,4	12,2	1,9
18	Хмельницька	24,3	11,6	1,8
19	Черкаська	24,2	11,6	1,8
20	Рівненська	21,8	10,5	1,6
21	Волинська	21,8	10,5	1,6
Група 3 (низький потенціал сонячної енергетики)				
22	Закарпатська	15,5	7,5	1,2
23	Івано-Франківська	16,4	7,9	1,2
24	Тернопільська	16,3	7,8	1,2
25	Чернівецька	9,6	4,6	0,7
	<b>Всього</b>	<b>718,4</b>	<b>345,1</b>	<b>53,8</b>

Проведене рейтингування регіонів України за трьома групами (таблиця) показало, що найвищий потенціал за розвитком сонячної енергетики мають Одеська, Херсонська, Дніпропетровська області – від 45,4-37,6×10<sup>9</sup> МВт·г/рік загального потенціалу. Середній потенці-



ал (32-21 МВт·г/рік  $\times 10^9$ ) належить Київській, Житомирській, Миколаївській, Сумській, Рівненській та іншим областям. Регіони з низьким потенціалом розвитку сонячної енергетики – менше 15 МВт·г/рік  $\times 10^9$  – це Закарпатська, Івано-Франківська, Тернопільська, Чернівецька області.

Доцільно економічний потенціал значно менший за величину загального потенціалу сонячної енергії (більше ніж у 10 разів). Чому ж ефективність сонячних елементів менша 100%? По-перше, не всі пари носіїв струму можуть бути розведені полем. Деякі з них можуть рекомбінувати (гинути) в результаті переходу збудженого електрона із зони провідності у валентну зону. По-друге, кванти світла з енергією меншою ширини забороненої зони, не поглинаються напівпровідником і не беруть участі у фотоелектричному процесі. По-третє, електрони і дірки, збуджені квантами світла з енергією, значно більшою ніж ширина забороненої зони, за дуже короткий час віддають надлишок енергії і опускаються до дна зони провідності (електрони) чи піднімаються до вершини валентної зони (дірки). Надлишкова енергія при цьому йде не на створення струму в зовнішньому колі, а на підвищення температури напівпровідника [2-5].

Застосування сонячних батарей в наведених вище випадках (в засобах зв'язку, на транспорті, у побуті, сільському господарстві, для екологічного контролю) виправдано не стільки кількістю виробленої ними електроенергії, скільки появою нових можливостей, покращанням якості процесів, які вже використовуються. Ефект від застосування сонячних батарей в перерахованих напрямках і галузях підвищується, якщо використовуються економічніші споживачі енергії, спеціально розроблені для роботи з фотомодулями (лампи освітлення, холодильники, насоси, телевізори) [4; 5].

**Висновки.** Проведене дослідження дозволило сформулювати такі висновки.

1. Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях, у тому числі й у Рівненській області. Сонячний потенціал цілком достатній для ефективного використання для деяких робіт у сільському господарстві (сушильні процеси), деревообробній промисловості – для сушіння деревини, а також для отримання гарячої води, як для індивідуальних споживачів, так і для виробничих цілей. При цьому, якщо споживається вода з температурним потенціалом до 50-60° С, то економія палива становить близько 100%, що було б використано для цих же цілей. Якщо ж є потреба у воді з температурою 95-100° С, то економія

палива може досягти рівня 50-70%. Оскільки у сільському господарстві, в більшості випадків, використовується вода із вказаною температурою, то економія первинних джерел енергії при використанні сонячної енергії тут буде найбільшою.

2. Проведене рейтингування регіонів України за трьома групами (таблиця) показало, що найвищий потенціал за розвитком сонячної енергетики мають Одеська, Херсонська, Дніпропетровська області – від  $45,4-37,6 \times 10^9$  МВт·г/рік загального потенціалу. Середній потенціал ( $32-21$  МВт·г/рік  $\times 10^9$ ) належить Київській, Житомирській, Миколаївській, Сумській, Рівненській та іншим областям. Регіони з низьким потенціалом розвитку сонячної енергетики – менше  $15$  МВт·г/рік  $\times 10^9$  – це Закарпатська, Івано-Франківська, Тернопільська, Чернівецька області.

3. Доцільно економічний потенціал значно менший за величину загального потенціалу сонячної енергії (більше ніж у 10 разів). Це вимагає подальших наукових досліджень у даному напрямі з метою більш ефективного використання сонячної енергії в Україні з метою підвищення показників економічного потенціалу використання енергії Сонця.

1. Закон України «Щодо створення конкурентних умов для виробництва «чистої» енергії» від 04.06.2015 р. № 514-VIII. 2. Офіційний сайт Рівненської обласної державної адміністрації. – Режим доступу: <http://www.rv.gov.ua>. 3. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу» // <http://ZAKON1.RADA.GOV.UA/LAWS/SHOW/601-17>. 4. Сталий розвиток та екологічна безпека суспільства: теорія, методологія, практика / [Андрєєва Н. М., Алимов О. М., Хлобистов Є. В. та ін.]; за наук. ред. Хлобистова Є.В. – Сімферополь : Аріал, 2011. – У 2-х томах: Т. 1. «Теорія та методологія комплексних міждисциплінарних досліджень сталого розвитку та екологічної безпеки» – 464 с.; Т. 2. «Методичні засади та практичний досвід реалізації політики сталого розвитку та екологічної безпеки». – 340 с. 5. Сонячна енергетика: теорія та практика : монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка». – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 340 с. : іл. – Бібліогр.: С. 323-337 (176 назв). 6. Алфёров Ж. И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики / Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д. // Физика и техника полупроводников. – 2004. – Т. 38. Вып. 8. – С. 937–948.

Рецензент: д.е.н., професор Левицька С. О. (НУВГП)

---



**Yakymchuk A. Y., Doctor of Economics, Professor of the Department of State Management, Documentation and Information, Zaitsev D. B., Post-graduate Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

## **DIAGNOSTICS OF THE ECONOMIC POTENTIAL OF SOLAR ENERGY OF THE REGIONS OF UKRAINE**

The indicators of calculating the economic potential of solar power in the regions of Ukraine have been analyzed separately, in terms of general, technical and economically expedient potential. The problem of interaction of subjects and objects of projects realization on the development of solar energy has been explored. The main directions of improvement of indicators of implementation of solar energy projects have been proposed.

**Keywords:** solar energy, system, economic potential, rational nature use.

---

**Якимчук А. Ю., д.э.н., профессор, Зайцев Д. Б., аспирант**  
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

## **ДИАГНОСТИКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ**

Проанализированы показатели расчета экономического потенциала солнечной энергетики регионов Украины отдельно по общему, техническому и экономически целесообразному потенциалам. Исследована проблематика взаимодействия субъектов и объектов реализации проектов по развитию солнечной энергетики. Предложены перспективные направления улучшения показателей внедрения проектов по солнечной энергетике.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, система, экономический потенциал, рациональное природопользование.

---