

Н. В. Рощина,

к. е. н., доцент, Національний технічний університет України "КПІ імені І. Сікорського"

Л. С. Борданова,

к. е. н., Національний технічний університет України "КПІ імені І. Сікорського"

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ВИРОБНИЦТВА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПРИВАТНИХ ДОМОГОСПОДАРСТВ В УКРАЇНІ

N. Roshchina,

PhD in Economics, associate professor of National technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

L. Bordanova,

PhD in Economics of National technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

### ANALYSIS OF THE PROCESS OF IMPLEMENTATION SYSTEMS OF PRODUCING SOLAR ENERGY FOR PRIVATE HOUSEHOLDS IN UKRAINE

**Одним з основних трендів енергетичного ринку України в останні роки є розвиток альтернативних (відновлюваних) джерел енергії. Стійке зростання цін на традиційні енергоносії, невизначеність із поставками газу, вимоги, закладені в угоду про асоціацію України і Євросоюзом у сфері екології, а також загальносвітові тенденції — стали каталізатором ринку альтернативної енергетики. Відповідно до підписаних міжнародних договорів по співробітництву з Європейським Союзом в галузі альтернативної енергетики Україна зобов'язується нарощувати виробництво тепло- і електроенергії за рахунок 7 нетрадиційних і відновлюваних джерел та обмежувати викиди в атмосферу відпрацьованих продуктів горіння.**

**У статті визначаються особливості процесу впровадження альтернативних джерел енергії для забезпечення електроенергією приватні домогосподарства, його темп за останні два роки. Описуються ключові особливості цього процесу для України, а також приводиться аналіз політики керівництва країни для залучення населення до цього процесу та його прискорення. Проводиться аналіз доцільності залучення до цього процесу звичайних власників домогосподарств в залежності від їх мети, фінансових можливостей та потреб домогосподарства.**

**One of the main trends in the energy market of Ukraine in recent years is the development of alternative (renewable) energy sources. The steady rise in prices for traditional energy resources, uncertainty with gas supplies, the requirements laid down in the agreement on the Association of Ukraine and the European Union in the field of ecology, as well as global trends — have become a catalyst for the alternative energy market. According to the signed international agreements on cooperation with the European Union in the field of alternative energy, Ukraine undertakes to increase the production of heat and electricity from 7 non — traditional and renewable sources and to limit emissions of waste products of combustion.**

**The article determines the peculiarities of the process of implementation of alternative energy sources for the supply of electricity by private households, its rate for the last two years. The key features of this process for Ukraine are described, as well as an analysis of the policy of the country's leadership to involve the population in this process and its acceleration. An analysis is made of the feasibility of involving ordinary household owners in this process, depending on their purpose, financial capacity and household needs.**

*Ключові слова: приватні домогосподарства, альтернативні джерела енергії, сонячна енергія, електроенергія, сонячні батареї, фотоелементи, "Зелені тарифи", окупність.*

*Key words: private households, alternative sources of energy, solar energy, electric energy, solar battery, photocells, "Green fees", payback.*

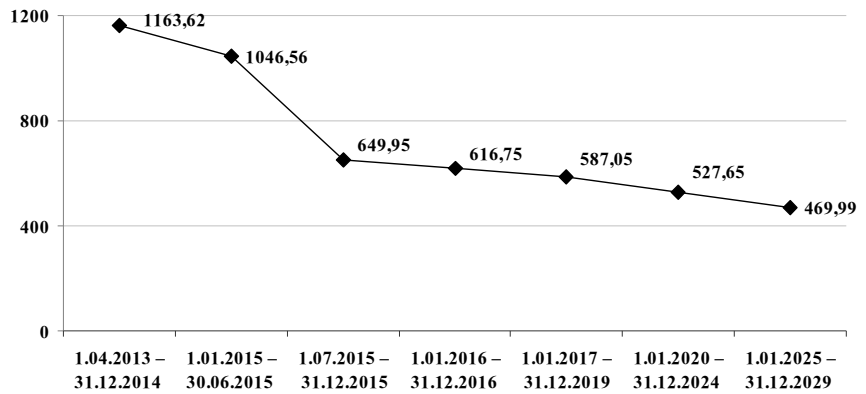
#### ВСТУП

У сучасному світі все більше країн, компаній, підприємств та зрештою фізичних осіб звертаються до альтернативних джерел енергії. Однією з найбільш

успішних альтернатив є сонячна енергія, методи використання якої вивчаються та покращуються у провідних країнах світу. Неодмінними перевагами, цього виду енергії, є його доступність та те, що Україна, за раху-

нок свого географічного положення, має можливість його вільного використання, не кажучи вже про його екологічність.

Нині для нашої країни вельми актуальними є питання підвищення тарифів на комунальні послуги, в тому числі й електроенергію, а також залежність від імпорту енергоносіїв, зазначений процес є не достатньо налагодженим, а тому має місце нестабільне забезпечення ними. У такий час питання про доцільність переходу на альтернативні джерела енергії є як ніколи актуальним для звичайних споживачів.



**Рис. 1. Тарифи електроенергії для приватних домогосподарств без врахування ПДВ, коп/кВт год**

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Основною метою наукової статті є визначення основних складових процесу залучення альтернативних джерел енергії, а саме, сонячної енергії для забезпечення приватних домогосподарств електроенергією в умовах невизначеності та рості цін на традиційні енергоносії. Окрім цього, в статті визначаються випадки для яких перехід на альтернативні джерела є вигідним процесом, а також основні критерії, на які варто звернути увагу при цьому.

### МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теоретичною та методологічною основою для статті слугують статті, огляди та підрахунки вітчизняних експертів та компаній в галузі альтернативних джерел енергії та енергетики в цілому, а також екологічних спільнот та фірм з продажу обладнання, що згадувалося у статті. Дані були використані з офіційних джерел для створення базової статистики для проведення підрахунків. У роботі використовувались загальнонаукові методи дослідження, а саме: абстрактно-теоретичний, принципи узагальнення та індукції, аналізу і синтезу та інші, які були використані при обробці отриманих даних та зроблення висновку про процес, який описується у статті.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Через те, що нині в Україні дуже гостро стоїть проблема забезпеченості електроенергією за допомогою альтернативних джерел енергії, а не традиційних енергоносіїв, одним з досить вигідних альтернативних джерел енергії для України є сонячна енергія. України має в цій області не гірший потенціал, як і країни, що вже дуже активно використовують сонячну енергію як для приватних домогосподарств, так і у промислових цілях, таких як Німеччина, Швеція [1].

Що стосується приватних домогосподарств, то для них характерна позитивна динаміка у збільшенні кількості приватних сонячних електростанцій (далі — СЕС). Цьому сприяє ріст кількості фірм з надання послуг з встановлення СЕС та відповідно більш суорова конкуренція, що призводить до формування більш оптимальної ціни на ринку з встановлення відповідних сонячних панелей та супутнього обладнання, як наприклад інвертори, трансформаторні підстанції та ін. Також

невід'ємними плюсами використання сонячної енергії є те, що у денний період СЕС забезпечують стабільну напругу у мережі та прийнятий "Зелений тариф", що надає досить вигідні умови для власників незалежного від постачальників електроенергії загальної мережі джерела енергії.

Згідно з даними, наданими Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України, в 3 кварталі 2017 року ще 688 українських домогосподарств перейшли на отримання електрики з енергії сонця, що на 42% більше порівняно з 2 кварталом поточного року. Таким чином, за підсумками третього кварталу загальна встановлена потужність сонячних електростанцій індивідуальних домогосподарств зросла на 49%. Загальна потужність приватних СЕС становить 37 МВт, а обсяг залучених ними інвестицій — близько 35 млн євро [9]. В цілому це гарна тенденція для економіки України, адже сприяє її більшій енергонезалежності, хоча сам процес не відрізняється високою швидкістю протікання.

Стрімке зростання попиту населення на сонячну електроенергію пояснюється прийнятим у 2015 році Законом України № 514-VIII, яким надано вигідний "зелений" тариф з прив'язкою його до курсу євро. Це означає, що домогосподарство може продавати надлишок згенерованої "чистої" електроенергії в мережу і швидко повертати кошти, вкладені в сонячні панелі без усякого ризику по відношенню до інфляції. Українці, які встановили сонячні батареї загальною потужністю до 30 кВт в 2017 році, зможуть реалізовувати енергію за "зеленим" тарифом 18,09 центи/кВт год до 2030 року.

Що стосується вищезазначеного "Зеленого тарифу", то він зобов'язує ринок електроенергії України закуповувати електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел енергії, у власників, які уклали договір з місцевою енергокомпанією, і таким чином стимулює населення до використання альтернативної енергії. До 20 травня 2016 року були затверджені тарифи для приватних домогосподарств, які передбачала постанова НКРЕКП № 1421 [2], але були внесені зміни постановою від 31 березня 2016 року № 508 і нині для приватних домогосподарств, які виробляють електрику за допомогою сонячних установок на дахах або фасадах і величина встановленої потужності яких

**Таблиця 1. Односезонні тарифи з-поміж усіх категорій фізичних осіб споживачів без ПДВ**

Підприємство з надання послуг електроенергії	Тариф для категорій споживачів (коп/кВт год)	Середній тариф (коп/кВт год)
ПАТ «Прикарпаттяобленерго»	59,5	101,1666667
	107,5	
	136,5	
АК «Харківобленерго»	157,28	177,135
	196,99	
ПАТ «Хмельницькобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАО «Київенерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Київобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Закарпаттяобленерго»	71,4	121,4
	129	
	163,8	
ПАТ «Житомиробленерго»	157,28	177,135
	196,99	
ПАТ «Вінницяобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «ДТЭК Днерооблэнерго»	71,4	103,19
	129	
	163,8	
	49,98	
	90,3	
	114,66	
ПАТ «Сумиобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Чернігівобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Черкасиобленерго»	71,4	121,4
	129	
	163,8	
ПАТ «Кіровоградобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ВАТ «Одессаоблэнерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Херсонобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Миколаївобленерго»	71,4	121,4
	129	
	163,8	
ПАТ «Полтаваобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ВАТ «Запоріжжяобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Волиньобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Львівобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Чернівціобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
ПАТ «Рівнеобленерго»	59,5	101,1667
	107,5	
	136,5	
Загалом	-	111,3885714

не перевищує 30 кВт в залежності від дати введення в експлуатацію встановлено тарифи без врахування ПДВ [10] (рис. 1).

Таким чином, рентабельність даного тарифу у тому, що виробництво власної енергії перекидає витрати пропорційно виробленої та споживаної енергії, не має потреби платити за електроенергію, у випадку ж надлишкового виробництва енергія продається по вказаним вище тарифам. Як видно з таблиці 1, більш раннє підключення має вищу ставку тарифу, таким чином проковується швидке зростання приватних домогосподарств з власними СЕС.

Враховуючи, що в Україні діє близько 40 підприємств з постачання електроенергії та тепла достатньо проаналізувати ціни на електроенергію найбільших з них, щоб визначити середнє значення тарифу на електроенергію [3] (табл. 1).

Розташування на географічній широті, як вже було зазначено вище, не сильно впливає на продуктивність батареї (наприклад, якщо у південних областях коефіцієнт продуктивності батареї дорівнює 1, то для північно-західних областей він буде рівний 0,996), то не будемо детально розглядати цей аспект відносно домогосподарства [2]. Як відомо, споживання електроенергії для комфортного життя у будинку з використанням сонячних батарей складає 181,800 Вт год у місяць. Якщо враховувати повний режим споживання електричної енергії, тобто з залученням не обов'язкової техніки, то результатом буде — 296 200 Вт год [6, 7].

Таким чином, середнє споживання енергії для комфортного проживання візьмемо рівним 239 кВт год у місяць, що є нижньою межею середнього споживання, адже воно може сягати і 250 кВт год на місяць [6]. Для забезпечення комфорту протягом усього року потрібно використовувати СЕС загальною потужністю від 2 кВт до 8 кВт. Вартість фотоелектричних модулів наведені у таблиці 2.

Проведені авторами розрахунки установки СЕС надають можливість визначити, що чим більша потужність СЕС, тим менший термін окупності та більший прибуток від продажу електроенергії, тому була поставлена межа у 30 кВт для приватних домогосподарств, адже яке б високе не було споживання для нього, прибуток би зростає та перетворювався на бізнес з послуг постачання електроенергії, інше питання, що зовсім невеликий процент населення може дозволити собі установку таких потужних станцій, як у сенсі вартості, так і володіння територією, де можна було б її розмістити.

## ВИСНОВКИ

Отже, для споживачів, що мають намір встановити СЕС з невеликою потужністю для власного споживання, такий захід є досить невигідним через низьку швидкість окупності, досить велику вартість встановлення та потребу у додаткових джерелах енергії, як то генератори для комфортного споживання електроенергії у такі місяці, як листопад, грудень та січень. У випадку встановлення СЕС для повного задоволення власних потреб у електроенергії та продажу надлишкової енергії, тоді це варто уваги, адже термін окупності ско-

**Таблиця 2. Вартість фотоелектричних модулів**

Назва фотоелектричного модуля/ сонячної панелі	Ціна за 1 Вт у доларах США
Perlight Solar 250-300	0,59
ALTEK ALM-250P	0,62
Ja Solar JAP6	0,71
Jinko Solar JKM	0,73
AbiSolar 250-300 Вт	0,65
Jinko Solar JKM310P	0,72
Jinko Solar JKM260M	0,73
Trina Solar TSM 260	0,75
Trina Solar TSM 265 W	0,76
ABi-Solar CL-P72300	0,59
ALM-10M 10D	1,4
ALM-30M	1,2
ALM-50M	1,16
ALM-100M	1,05
ALM-120M	0,98
ALM-140M	0,99
ALM-150M	1
ALM-200M	0,99
ALM-250M	0,9
ALM-140P	1,08
ALM-240P	1,36
ALM-250P (за штуку)	0,83
ALM-250P (за штуку на 4,6 кВт)	0,76
ALM-250P (за штуку на 9,2 кВт)	0,73
ALM-300P	0,81
YL240C-30	1,22
YL255C-30b-black	1,5
CS6P	0,85
Hareon HR-230-18	0,83
Середня вартість	0,925

Джерело: [2; 8; 9].

рочується в рази та буде щонайменше у 2 рази менший за гарантований термін експлуатації СЕС, а прибуток прямо пропорційний кількості надлишкової енергії. Поряд з цим, варто зазначити, що в Україні не існує спеціальної системи оподаткування такого роду доходів, і тому цей дохід підпадає під загальну систему оподаткування доходів фізичних осіб.

Важелів та механізмів, щодо просування в Україні прогресивних ідей та світових трендів є досить багато. Починаючи від системи цільового пільгового кредитування чи компенсації відсотків за кредитами до підвищення тарифів на електроенергію для населення. Однак ці кроки мають бути вплетені в загальну стратегію державної політики в енергетиці в цілому та розвитку відновлюваних джерел енергії зокрема.

**Література:**

1. Сонячна енергетика України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
2. Зелений тариф, впровадження проектів для фізичних та юридичних осіб. Заробіток на альтернативній енергетиці [Електронний ресурс] // Екоцентр. — Режим доступу: <http://www.ecosvit.net/ua/zeleniy-tarif>.
3. Економія електроенергії — практичні способи [Електронний ресурс] // ЕнергоРесурс. — Режим доступу: <http://energetyka.com.ua/statti/energoberezhennya/160-ekonomiya-elektroenergiji-praktichni-sposobi>
4. Вибір потужності сонячних батарей та кута нахилу панелей [Електронний ресурс] // STEM — продаж

та монтаж сучасного електрообладнання. — Режим доступу: <http://sudem.com.ua/932alten.php>

5. Солнечные фотомодули, панели, батареи [Електронний ресурс] // Ecotech Ukraine. — Режим доступу: <http://eco-tech.com.ua/g11422607-solnechnye-fotomoduli-paneli>

6. Розрахунок місячного споживання електроенергії для вибору потужності сонячних батарей [Електронний ресурс] // STEM — продаж та монтаж сучасного електрообладнання — Режим доступу: <http://sudem.com.ua/931alten.php>

7. Еко техніка [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/>

8. Ціни на сонячні батареї [Електронний ресурс] // STEM — продаж та монтаж сучасного електрообладнання. — Режим доступу: <http://sudem.com.ua/941alten.php>

9. Фотоэлектрические модули (солнечные батареи) мировых производителей [Електронний ресурс] // Энергосберегающие технологии. — Режим доступу: <http://cetusa.org.ua/fotomoduli-unisolar.html>

10. НКРЕКП оновила "зелені" тарифи для домогосподарств [Електронний ресурс] // УКРАЇНСЬКІ НАЦІОНАЛЬНІ НОВИНИ. — Режим доступу: <http://www.unn.com.ua/>

**References:**

1. wikipedia (2018), "Solar power engineering in Ukraine", available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (Accessed 15 Sept 2018).
2. Ekotsentr (2018), "Green tariff, implementation of projects for individuals and legal entities. Earnings in alternative energy", available at: <http://www.ecosvit.net/ua/zeleniy-tarif> (Accessed 15 Sept 2018).
3. EnerhoResurs (2018), "Energy saving — practical ways", available at: <http://energetyka.com.ua/statti/energoberezhennya/160-ekonomiya-elektroenergiji-praktichni-sposobi> (Accessed 15 Sept 2018).
4. STEM (2018), "Select the power of solar panels and the angle of the panels", available at: <http://sudem.com.ua/932alten.php> (Accessed 15 Sept 2018).
5. Ecotech Ukraine (2018), "Solar photomodules, panels, batteries", available at: <http://eco-tech.com.ua/g11422607-solnechnye-fotomoduli-paneli> (Accessed 15 Sept 2018).
6. STEM (2018), "Calculation of monthly electricity consumption for the choice of solar power", available at: <http://sudem.com.ua/931alten.php> (Accessed 15 Sept 2018).
7. Eko tekhnika (2018), available at: <https://ecotechnica.com.ua/> (Accessed 15 Sept 2018).
8. STEM (2018), "Prices for solar panels", available at: <http://sudem.com.ua/941alten.php> (Accessed 15 Sept 2018).
9. Cetus (2018), "Photovoltaic modules (solar batteries) global manufacturers", available at: <http://cetusa.org.ua/fotomoduli-unisolar.html> (Accessed 15 Sept 2018).
10. UNN (2018), "NERCP updated the "green" tariffs for households", available at: <http://www.unn.com.ua/> (Accessed 15 Sept 2018).

*Стаття надійшла до редакції 17.09.2018 р.*