

# ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ДАХАХ ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ

Вінницький національний технічний університет;

## Анотація

Дахи торговельно-розважальних центрів, супермаркетів, виробничих приміщень, логістичних комплексів, залізнично-дорожніх вокзалів, аеропортів та ін., мають досить велику площу, тому їх логічно використовувати в якості майданчика для розміщення електростанції на сонячних батареях. Електроенергія, що виробляється, за рахунок фотоелектричної станції, економічно вигідно продавати державі за «зеленим» тарифом.

**Ключові слова:** торговельно-розважальний центр, альтернативні джерела енергії, сонячна енергетика, сонячні батареї, «зелений» тариф.

## Abstract

The roofs of shopping and entertainment centers, supermarkets, industrial premises, logistics complexes, railway stations, airports, etc., have a fairly large area, so they are logical to use as a site for the installation of solar power stations. The electricity generated by the photovoltaic power station is economically profitable to sell to the state at a "green" tariff.

**Keywords:** shopping and entertainment center, alternative energy sources, solar power, solar panels, "green" tariff.

## Вступ

За відновлювальною енергією - майбутнє енергетики. У цьому переконується світ, і все більше в Україні. Тому все частіше використовують електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел енергії – сонця і вітру. Найбільш популярною і доступною є саме сонячна енергія. Встановлення сонячних панелей на даху будівель стає популярнішим з кожним роком. Використовуючи таку енергію можна повністю або частково відмовитися від традиційних джерел енергії у побуті. Власна сонячна електростанція чи встановлена власна генеруюча установка дозволяє не лише економити на оплаті електроенергії, а й отримувати прибуток, віддаючи надлишки у загальну мережу по «зеленому тарифу»

Метою роботи є визначення економічної ефективності використання сонячної енергії на дахах торговельно-розважальних центрів .

## Результати дослідження

При безпосередньому проектуванні та монтажу дахової СЕС, обов'язковим є розрахунок економічного потенціалу СЕС на торговельно-розважальному центрі. На основі аналізу існуючих методик розрахунку виробленої енергії СЕС в грошовому еквіваленті пропонується наступна формула:

$$P = P_{\text{сес}} \cdot K \cdot t_{\text{д.с.}} \cdot 365 \cdot \eta, \text{ (EUR. за рік),} \quad (1)$$

де  $P_{\text{сес}}$  – потужність дахової СЕС, кВт;

$K$  – коефіцієнт «зеленого» тарифу, EUR/кВт·год;

$t_{\text{д.с.}}$  – середня тривалість випромінювання сонячної енергії за 1 день ( $\approx 8$  год), год.;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії СЕС, в залежності від географічного регіону, кліматичних характеристик, подних умов протягом року, якості обладнання.

Значення потужності дахової СЕС ( $P_{\text{сес}}$ ) пропонується наступна послідовність розрахунку:

1. На значення потужності СЕС напряму впливає кількість встановлених фотоелектричних модулів . На основі аналізу особливостей монтажу ФЕМ на даху будівлі та виходячи з існуючих конс-

труктивних розмірів пропонується кількість ФЕМ для дахової СЕС торговельно-розважального центру приймати з розрахунку  $5\text{ м}^2$  на 1 модуль ФЕМ ( з врахуванням особливостей конструкції даху, до-ріжок для проходу тощо).

Розрахунок кількості ФЕМ, які можна встановити на даху будівлі проводиться за наступною формулою:

$$N = \frac{S_{\text{даху}}}{5}, \text{ (модуля)}, \quad (2)$$

де  $S_{\text{даху}}$  – площа даху для встановлення СЕС.

Для обраного об'єкта – представника, що має площу даху  $S_{\text{даху}} = 6250 \text{ м}^2$ , кількість встановлених ФЕМ, згідно формули (2) становитиме:

$$N = \frac{6250}{5} = 1250 \text{ (модуля)}.$$

#### 1. Обираємо конструкцію ФЕМ для дахової СЕС.

Потужність стаціонарних модулів для СЕС варіюється від 180 Вт до 300 Вт. На сьогоднішній день існують модулі, які можуть змінювати кут нахилу по горизонталі ( на протязі дня, відслідковуючи рух сонця) та вертикалі ( в залежності від пори року, зима – літо). При цьому для них потрібно більше площі та вони набагато дорожчі, що збільшує термін окупності СЕС в 1,5 раз.

Потужність дахової СЕС визначається за формулою:

$$P_{\text{сес}} = N \cdot p_{\text{фем}}, \text{ (кВт)}, \quad (3)$$

де  $p_{\text{фем}}$  – потужність ФЕМ.

Обираємо для дахової СЕС на об'єкті-представнику ФЕМ EnerGenie EG-SP-M300W-33V9A потужністю 300 Вт. Згідно формули (3) потужність СЕС становитиме:

$$P_{\text{сес}} = 1250 \cdot 300 = 375\,000 \text{ (Вт)} = 375 \text{ (кВт)}.$$

При потужності дахової СЕС 375 кВт, встановлюємо 13 інверторів Ginlong Solis 30 кВт Four MPPT (Solis-30K) потужністю 30 кВт кожен.

3. При проектуванні СЕС одним з найважливіших показників є кут нахилу модулів, який встановлюється шляхом детального аналізу інтенсивності сонячного випромінювання на протязі року.

Так ,як місто Ірпінь знаходиться на 50 широті для літа оптимальним нахилом ФЕМ було б 40 градусів, для зими - 60 градусів (+ або - 10 градусів від широти).

Таким чином потенціал встановлення дахової СЕС на торговельно-розважальному центрі в м.Ірпінь, з площею даху  $6250 \text{ м}^2$  становитиме:

$$П = 375 \cdot 0,163 \cdot 8 \cdot 365 \cdot 0,4 = 71\,394 \text{ (EUR. за рік)}.$$

Встановлення дахової СЕС потужністю 375 кв коштуватиме \*\*\* тис. грн. (див. табл. 1).

Термін окупності СЕС розраховуємо з відношення сумарної вартості встановлення дахової СЕС до виробленої електроенергії в грошовому еквіваленті по «зеленому» тарифу за 1 рік роботи СЕС:

$$T = \frac{K}{П}, \quad (4)$$

де  $K$  – одноразові витрати на влаштування дахової СЕС, що не враховують експлуатаційних поточних витрат, величини ризиків тощо;

$П$  – енергетичний потенціал дахової СЕС в грошовому еквіваленті.

Термін окупності дахової СЕС встановленої на об'єкті – представнику становитиме:

$$T = \frac{316\,700 \text{ €}}{71\,394 \text{ €}} = 4,5 \text{ (рік)}.$$

Таблиця 1 – Розрахунок вартості влаштування дахової СЕС

№ п/п	Найменування обладнання	Вартість, EUR з ПДВ *
		Дахова СЕС (375 кВт)
1.	<b>Попередній аналіз</b> (візид, огляд об'єкта, аналіз документів і оцінка можливості реалізації проекту) <b>Підготовка концепції реалізації проекту і уточнення інвестицій</b>	250
2.	<b>Отримання ТУ, передпроектні, проектні роботи, оформлення «зеленого» тарифу та супровід усього проекту СЕС.</b> (Включаючи: уточнення / оновлення вихідних даних, отримання / коригування ТУ, виготовлення проектно-кошторисної документації та її узгодження, отримання ліцензії на генерацію ел. енергії, твердження «зеленого» тарифу, підписання договору на продаж ел. енергії, технічне та юридичний супровід по проекту)	21 000
3.	<b>Устаткування і матеріали (виготовлення, поставка), в тому числі*:</b>	263 450
3.1	- сонячні панелі ( <i>EnerGenie EG-SP-M300W-33V9A 300W</i> ),	132 800
3.2	- металоконструкції кріплення сонячних панелей ( <i>Walraven, Alteco</i> )	68 150
3.3	- інверторне обладнання ( <i>Ginlong Solis 30 кВт Four MPPT</i> ) + система моніторингу	40 200
3.4	- додаткове обладнання та матеріали ( <i>Розподільні пристрої, система АСКОЕ, система відеоспостереження та освітлення, кабельно-провідникова продукція, електро-фурнітура, будівельні та інші матеріали</i> )	22 300
4.	<b>Будівельно-монтажні роботи*</b> (Включаючи пуск і налагодження обладнання, навчання персоналу)	32 000
5.	<b>Приєднання до електричних мереж **</b> (Включаючи плату за приєднання, обладнання та роботи)	-
<b>Разом вартість СЕС</b>		<b>316 700 €</b>
<b>EUR/Вт</b>		<b>0,85 €/Вт</b>
<b>Всього вартість проекту СЕС (включаючи приєднання)</b>		<b>_____ €</b>
<b>EUR/Вт</b>		<b>_____ €/Вт</b>

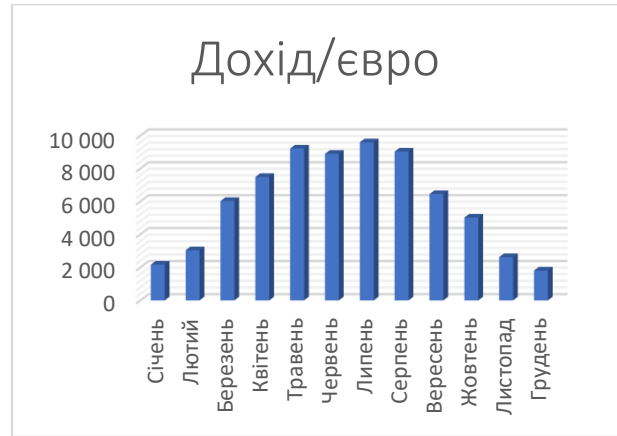
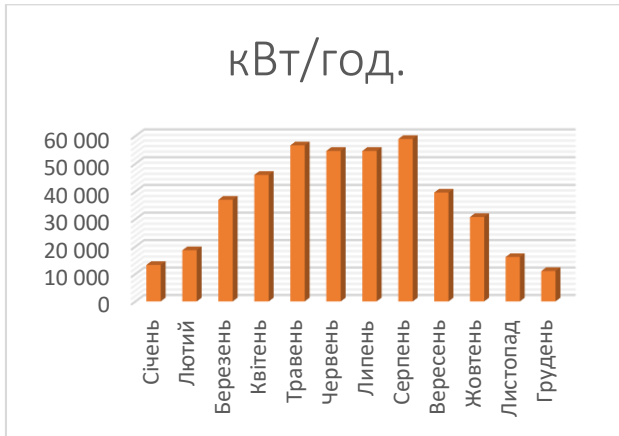
\* - специфікація обладнання і обсяг СМР коригується після виконання проектних робіт.

\*\* - визначається після виконання проекту на приєднання до мереж.

Таблиця 2 - Розрахунковий дохід станції в валюті

<b>Дахова СЕС (375 кВт)</b>		
<b>Місяць</b>	<b>кВт/год.</b>	<b>Дохід/євро</b>
Січень	13 285	2 165
Лютий	18 644	3 039
Березень	36 984	6 028
Квітень	45 964	7 492
Травень	56 613	9 228
Червень	54 614	8 902
Липень	54 614	9 602
Серпень	58 907	9 041
Вересень	39 583	6 452
Жовтень	30 772	5 016
Листопад	16 186	2 622
Грудень	11 085	1 807
<b>Всього (при оптимальному розміщенні)</b>	<b>437 251</b>	<b>71 394</b>

## Розрахункова генерація станції в розрізі року



## Висновки

Встановлення СЕС на даху торговельно-розважального центру дасть змогу задіяти площу покрівлі і економічно вигідно продавати електроенергію в загальну мережу по «зеленому» тарифу, що дасть змогу окупити СЕС в термін до 4,5 років.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Із змінами і доповненнями, внесеними розпорядженням Міністерства палива та енергетики України від 26 березня 2008 року. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/1\\_doc2.nsf/link1/FIN38530](http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/FIN38530).
2. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди ПІДПРИЄМСТВА ТОРГІВЛІ.
3. Економіка довкілля і природних ресурсів [Текст]: монографія / Ю.В. Дзядикович, Б.О. Язлюк, Р.Б. Гевко, Ю.І. Гайда [та ін.]. – Тернопіль, 2016.
4. Дзядикович Ю.В. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження / Ю.В. Дзядикович, Р.І. Розум, М.В. Буряк // Інноваційна економіка. – Тернопіль. – 2011. – №2 [21].
5. Дзядикович Ю.В. Енергетичний менеджмент. Підручник / Ю.В. Дзядикович, Р.Б. Гевко, М.В. Буряк, Р.І. Розум. – Тернопіль: Підручники і посібники. – 2014.

**Корецький Олександр Олександрович** — студент групи БМ-17м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zhilasasha1@gmail.com

**Очеретний Володимир Петрович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. Вінницький національний технічний університет.

**Koretsky Oleksandr O.** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zhilasasha1@gmail.com

**Ocheretnyi Volodymyr P.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia