



Вплив деяких кліматичних чинників на розвиток сонячної енергетики в Чернівецькій області

Володимир КОСТАЩУК^{1*}  <https://orcid.org/0000-0001-8351-4856>
Сергій ГАЛЬЧУК^{1**}

УДК 551.58+537.2

АНАЛІТИЧНА СТАТТЯ

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
кафедра географії України та регіоналістики

Листування – *v.kostaschuk@chnu.edu.ua; **halchuk.serhii@chnu.edu.ua

Ключові слова: сонячна енергетика, кліматичні чинники, хмарність, сонячна радіація.

Анотація: В роботі розкрито вплив кліматичних чинників на розвиток сонячної електроенергетики в Чернівецькій області. Акцентується увага на дослідженні впливу географічного положення та тривалості дня на формування кількості сонячної радіації та, як наслідок, на потужність сонячних електростанцій. Значна увага приділяється вивченню питань впливу на ефективність сонячних панелей хмарності неба. Виявлено, що окреслені чинники істотно впливають на потужність сонячних панелей та обсяги виробництва електроенергії. Підкреслено сезонну залежність потужностей сонячної енергетики в Чернівецькій області.

1. ВСТУП

Розвиток відновлювальної енергетики є одним із пріоритетних напрямків економічної діяльності в Європейському Союзі, асоційованим членом якого є і Україна. Пріоритетність даного напрямку енергетики обумовлена тим, що даний вид виробництва електроенергії не завдає істотної шкоди довкіллю, має практично невичерпні та відновлювальні ресурси, для нього притаманна відносно низька собівартість виробництва електроенергії.

Одним із основних напрямків розвитку відновлювальної енергетики є геліоенергетика в основі виробничих процесів якої є використання сонячної радіації. Найбільший вплив на її розвиток мають кліматичні особливості території, на якій розміщуються сонячні електростанції. Власне кількість сонячної радіації, а отже і кількість виробленої електроенергії, істотно залежать від таких кліматичних чинників: кут падіння сонячних променів; ступінь закритості небозводу хмарами (хмарність); сезонності погодних умов території. Вищезазначені чинники аспектів розвитку сонячної енергетики розкриваються в запропонованій роботі.

Метою запропонованої роботи є проаналізувати вплив кліматичних чинників на обсяги виробництва електроенергії на різних типах сонячних електростанцій.

2023, 842; DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2023.842.95-102>

 Open Access. © 2023 В. КОСТАЩУК, С. ГАЛЬЧУК
опубліковано у Чернівецькому національному університеті

Ця робота ліцензується відповідно до

CC BY-NC-ND із Зазначенням Авторства – Некомерційна – Без Похідних 4.0 Міжнародна



2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку сонячної електроенергетики в Україні досліджуються в працях [Савчук \(2019\)](#); [Березовська \(2016\)](#); [Прохорова, Веремченко \(2017\)](#); [Соловей \(Ред.\) \(2007\)](#); [Соловей та ін. \(2007\)](#). Роль сонячної електроенергетики, як важливої альтернативи «традиційній енергетиці» та її економічну ефективність розкрито в працях: [Желих та ін. \(2015\)](#); [Стогній, Жовтянський \(2005\)](#); [Вороновський та ін. \(2005\)](#); [Шидловський \(Ред.\) \(2007\)](#); [Кудря, Тучинський \(2001\)](#).

Інформаційною основою дослідження слугували матеріали «Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії» ([Кудря \(Ред.\) 2020](#)), [Архів погоди в Чернівцях... \(2023\)](#), проаналізовано хмарність неба. Технічні характеристики різних типів сонячних панелей отримано із: [SOLAR GARDEN... \(2023\)](#); [ECO TECH UKRAINE... \(2023\)](#) та [СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ енергія сонця... \(2023\)](#).

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Основою виробництва сонячної електроенергії є сонячні панелі. Сонячні панелі - це електричні пристрої, які використовують сонячну енергію для генерації електричної енергії. Сонячні панелі складаються з фотовольтаїчних модулів, які містять напівпровідникові матеріали, здатні перетворювати сонячне випромінювання на електричну енергію.

Сонячні панелі бувають різних типів та розмірів і можуть бути використані як в домашніх умовах, так і на великих промислових площах. Залежно від типу та конструкції, сонячні панелі можуть мати різну ефективність та потужність.

Одним із найпоширеніших типів сонячних панелей є кристалічні сонячні панелі, які можуть бути монокристалічними або полікристалічними. Монокристалічні сонячні панелі мають найвищу ефективність, але й найвищу вартість, тоді як полікристалічні панелі мають меншу ефективність, але є більш доступними за ціною.

Сонячні панелі є екологічно чистим джерелом енергії, оскільки вони не викидають в атмосферу шкідливих викидів та не потребують палива для роботи. Вони можуть бути використані для забезпечення електроенергії в будь-якому місці з належним сонячним випромінюванням, що дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії та знизити витрати на електроенергію.

Однак, сонячні панелі мають свої недоліки, такі як висока вартість та залежність від сонячної радіації. Це означає, що ефективність сонячних панелей залежить від кількості сонячної енергії, що падає на них. Тому сонячні панелі можуть бути менш ефективними в тих регіонах, де менше сонячної енергії, або в тих місцях, де хмари часто перекривають сонце.

У будь-якому випадку, сонячні панелі є одним з найбільш ефективних та екологічно чистих джерел енергії, які можуть бути використані для забезпечення електроенергії. Їх можна використовувати як в домашніх умовах, так і на промислових площах, що дозволяє знизити залежність від традиційних та забруднюючих джерел енергії, що сприяє сталому розвитку регіону.

В основі виробництва сонячної електроенергії є сонячна радіація. Власне від її кількості і залежить обсяг виробленої електроенергії. В свою чергу кількість сонячної енергії яку отримує той чи інший регіон залежить від його географічного положення, тривалості світлої пори доби (дня), а також від кліматичних умов які тут сформувались, перш за все від прозорості атмосфери – хмарності.

Географічне положення в контексті виробництва сонячної енергії перш за все впливає на величину кута сонячних променів (прямой сонячної радіації), що істотно має важливе значення для формування прямої та сумарної сонячної радіації в регіоні. Даний показник необхідно враховувати при визначенні оптимального кута нахилу сонячних панелей, що має істотний вплив на ефективність їх роботи.

Чернівецька область розташована в помірних широтах між $47^{\circ}43'23''$ (крайня південна точка, що розташована за 5,79 км. на захід від церкви Івана Хрестителя на хуторі Сарата) та $48^{\circ}40'31''$ (крайня північна точка, що розташована на правому березі р. Дністер за 2,82 км на північ від Покровської церкви в с. Репуженці). Скориставшись формулою визначення висоти Сонця над горизонтом $h = 90^{\circ} - \varphi \pm \delta$, де φ – широта місцевості, δ – схилення Сонця, пропонується визначити зміну кута нахилу сонця для крайніх точок регіону. Внаслідок нахилу землі до площини орбіти та обертання навколо Сонця, протягом року в усіх регіонах Землі спостерігаються істотні відмінності у максимальній висоті сонця над горизонтом протягом доби. В північній півкулі максимальних значень даний показник сягає 22 червня (день літнього сонцестояння), тоді як 22 грудня (день зимового сонцестояння) він має мінімальні значення. Тоді як в дні рівнодень (21 березня та 23 вересня) висота сонця над горизонтом сягає пересічних значень. Відповідні розрахунки для Чернівецької області подано в **таблиці 1**.

Таблиця 1. Зміни кута падіння сонячних променів у Чернівецькій області протягом року

Дата	Крайня південна точка (с. Сарата)	Крайня північна точка (с. Репужинці)
22 грудня	$18^{\circ}46'37''$	$17^{\circ}49'29''$
21 березня	$42^{\circ}16'37''$	$41^{\circ}19'29''$
22 червня	$65^{\circ}44'37''$	$64^{\circ}49'29''$
23 вересня	$42^{\circ}16'37''$	$41^{\circ}19'29''$

Враховуючи порівняно незначну відстань між крайніми південною та північною точками області для регіону притаманні не істотні відмінності у зміні між ними кута падіння сонячних променів протягом року (менше 10). Однак для області притаманні істотні відмінності у величині кута падіння сонячних променів, а отже і прямої сонячної радіації протягом року. Максимальних значень дані показники досягають літом, тоді як зимою вони мають мінімальні значення. Враховуючи даний аспект, а також тривалість дня оптимальним кутом нахилу сонячних панелей для регіону буде 35–400 до поверхні Землі та орієнтація їх дзеркала у південному напрямі.

Сумарна кількість електроенергії яка виробляється сонячними електростанціями напряму залежить від тривалості світлої пори доби (дня). Даний показник також залежить від орбітального руху Землі, який коливається від 8 годин 23 хвилини 35 секунд 22 грудня до 16 годин 09 хвилин 26 секунд 22 червня (**Схід і захід Сонця...2023**). Пересічна тривалість дня в Чернівецькій області за порами року відображена в **таблиці 2**.

Таблиця 2. Пересічна тривалість світлового дня в Чернівецькій області у різні пори року

Пора року	Кількість днів	Середня тривалість світлового дня
Весна	92	13:35:55
Літо	92	15:18:25
Осінь	91	10:53:54
Зима	90	9:07:34

Отже, різні пори року характеризуються відмінними тривалостями світлового дня. У літній період тривалість дня є найбільшою, що створює сприятливі умови для вироблення сонячної енергії. Збільшена тривалість світлового дня влітку дозволяє сонячним панелям отримувати більше сонячного випромінювання і генерувати більше електроенергії. У зимовий період тривалість дня скорочується, що може обмежити вироблення сонячної енергії.

Зміна тривалості світлового дня протягом року має важливий вплив на вироблення сонячної енергії. Наприклад, у весняний та літній періоди, коли тривалість світлового дня є довшою, сонячна енергія стає більш доступною, що сприяє підвищенню вироблення

електроенергії з сонячних панелей. В цей період збирається більше сонячного випромінювання, що дозволяє сонячним панелям генерувати більше електричної енергії.

Однак, у осінній та зимовий періоди, коли тривалість світлового дня скорочується, вироблення сонячної енергії може бути обмеженим. Зменшена кількість годин сонячного випромінювання впливає на зниження продуктивності сонячних панелей, тому енергетичні системи, залежні від сонячної енергії, можуть потребувати альтернативних джерел енергії або систем зберігання енергії для покриття енергетичних потреб у цей період.

Залежність потужності сонячних панелей від хмарності можна описати так: чим більше хмар, тим менше прямих сонячних променів потрапляє на панелі, і тим менша їх потужність.

Зазвичай використовують таку шкалу хмарності, де 0 балів відповідає повністю ясному небу, а 10 балів – повністю хмарному небу.

Важливо зазначити, що залежність потужності сонячних панелей від хмарності може відрізнятися в залежності від типу сонячної панелі, її ефективності та інших чинників.

У **таблиці 3** показана залежність потужності сонячних панелей від рівня хмарності у різні пори року. У даній таблиці вибраний монокристалічний тип панелей з різним коефіцієнтом корисної дії від 19,4 % до 22,7 %.

Таблиця 3. Залежність потужності сонячної панелі від хмарності

Тип	ККД, %	Номинальна потужність, Вт	Пора року	Потужність, Вт при хмарності					
				10 балів	8 балів	6 балів	4 балів	2 бали	0 балів
Sun Power X-Series X22-370W	22,7	370	Весна	33,6	67,2	134,4	201,6	268,8	336
			Літо	37	74	148	222	296	370
			Осінь	31,8	63,6	127,2	190,8	254,4	318
			Зима	28,1	56,2	112,4	168,6	224,8	281
Longi LR5-72HPH 550 w	21,5	550	Весна	49,9	99,8	199,6	299,4	399,2	499
			Літо	55	110	220	330	440	550
			Осінь	47,1	94,2	188,4	282,6	376,8	471
			Зима	41,7	83,4	166,8	250,2	333,6	417
Inter Energy IE210-M-55-MH 560Вт	21,24	560	Весна	49,5	99	198	297	396	495
			Літо	56	112	224	336	448	560
			Осінь	47,9	95,8	191,6	287,4	383,2	479
			Зима	42,3	84,6	169,2	253,8	338,4	423
Trina Solar TSM-DE19M 545W Mono Half-cell	21,2	545	Весна	49,4	98,8	197,6	296,4	395,2	494
			Літо	54,5	109	218	327	436	545
			Осінь	46,7	93,4	186,8	280,2	373,6	467
			Зима	41,2	82,4	164,8	247,2	329,6	412
Canadian Solar CS6W 545 W HiKU	21	545	Весна	49,2	98,4	196,8	295,2	393,6	492
			Літо	54,5	109	218	327	436	545
			Осінь	46,5	93	186	279	372	465
			Зима	41	82	164	246	328	410
Leapton LP210x210-M-55-MH-550W	21,05	550	Весна	49,7	99,4	198,8	298,2	397,6	497
			Літо	55	110	220	330	440	550
			Осінь	47	94	188	282	376	470
			Зима	41,3	82,6	165,2	247,8	330,4	413
Risen RSM110-8-545M	21,05	545	Весна	49,4	98,8	197,6	296,4	395,2	494
			Літо	54,5	109	218	327	436	545
			Осінь	46,6	93,2	186,4	279,6	372,8	466
			Зима	41,1	82,2	164,4	246,6	328,8	411
LG Solar LG435N2T-E6	20,7	435	Весна	39,2	78,4	156,8	235,2	313,6	392
			Літо	43,5	87	174	261	348	435
			Осінь	36,9	73,8	147,6	221,4	295,2	369
			Зима	32,7	65,4	130,8	196,2	261,6	327
Panasonic HIT 325	19,4	325	Весна	50,4	100,8	201,6	302,4	403,2	504
			Літо	32,5	65	130	195	260	325
			Осінь	27,5	55	110	165	220	275
			Зима	24,8	49,6	99,2	148,8	198,4	248

Хмарність є змінною величиною і може істотно змінюватись залежно від пір року. Для оцінки впливу хмарності на потужність сонячних електростанцій та обсяги виробництва електроенергії в Чернівецькій області використовуються дані за 2006–2021 роки, які дають загальне уявлення про середній рівень хмарності в регіоні, але не враховують специфічні зміни, які можуть відбуватися в кожному окремому році. У **таблиці 4** відображено пересічний показник рівня хмарності за період 2006–2021 р.

Таблиця 4. Пересічний показник хмарності за порами року (2006–2021)

Пора року	Хмарність (бали)
Весна	6,51
Літо	5,42
Осінь	6,68
Зима	7,84
За рік	6,48 - 6,61

Аналізуючи дану таблицю з географічною перспективою, можна зробити наступні узагальнення:

Весною середній рівень хмарності становить 6,51 бали. Це означає, що весняні місяці можуть бути сприятливими для виробництва сонячної енергії, оскільки рівень хмарності помірний.

Літній період характеризується найнижчим середнім рівнем хмарності, який становить 5,42 бали. Це дуже обнадійливий показник для вироблення сонячної енергії, оскільки менше хмар дозволяє сонячним панелям ефективно збирати сонячне випромінювання.

В осінній період середній рівень хмарності становить 6,68 бали. Це може вказувати на те, що осінь може мати помірний вплив на вироблення сонячної енергії через помірну кількість хмар.

Зимовою спостерігається висока хмарність в цей період може бути викликом для вироблення сонячної енергії, оскільки хмари зменшують сонячне випромінювання, що досягає сонячних панелей. За таблицею, середній рівень хмарності в зимовий період складає 7,84 бали, що може вказувати на наявність значної кількості хмар протягом доби в зимові місяці. Це може мати вплив на ефективність сонячних панелей, оскільки хмари затіняють панелі та зменшують кількість сонячного випромінювання, яке може бути поглинуте та перетворене на електричну енергію. Висока хмарність може призводити до зниження вироблення сонячної енергії в зимовий період.

За весь рік середній рівень хмарності становить 6,61 бали. Це свідчить про помірну кількість хмар упродовж року. Такий показник може вказувати на те, що регіон, якому належить ці дані, може мати високий потенціал для вироблення сонячної енергії.

У **таблиці 5** та **6** відображено пересічну протягом пір року потужність та обсяг виробництва електроенергії сонячними панелями різних моделей у відповідності до рівня хмарності. Аналізуючи ці дані, можна виявити значний вплив рівня хмарності на ефективність сонячних панелей та виробництво сонячної електроенергії.

Дослідження рівня хмарності є важливим кроком у визначенні потенціалу використання сонячної енергії в конкретному регіоні. Низький рівень хмарності сприяє більшій кількості сонячної інсоляції, що позитивно впливає на продуктивність сонячних панелей і забезпечує більше виробництво сонячної енергії.

У регіонах з високим рівнем хмарності, таких як зимові місяці, ефективність сонячних панелей може бути значно зниженою через затінення хмарами. Тому в цих областях може бути необхідно знайти компенсаційні заходи або розглянути інші джерела альтернативної енергії, які не так сильно залежать від сонячного випромінювання.

Проте, навіть у регіонах з помірним рівнем хмарності, сонячна енергія може бути доцільною і економічно вигідною, оскільки сучасні технології сонячних панелей стають все більш ефективними, що дозволяє виробляти електроенергію навіть при недостатній сонячній інсоляції.

Таблиця 5. Номінальна потужність (Вт/год) різних типів сонячних панелей в Чернівецькій області із урахуванням пересічного рівня хмарності протягом пори року

Тип сонячних панелей	Потужність сонячних панелей в залежності від рівня хмарності (Вт/год)			
	Зима	Весна	Літо	Осінь
Sun Power X-Series X22-370W	60,6	117,3	170,4	103,4
Longi LR5-72HPH 550 w	89,9	174,3	253,4	153,2
Inter Energy IE210-M-55-MH 560Вт	91,2	172,7	258,0	155,8
Trina Solar TSM-DE19M 545W Mono Half-cell	88,8	172,5	250,9	151,9
Canadian Solar CS6W 545 MS HiKU	88,4	171,9	251,1	151,3
Leapton LP210x210-M-55-MH-550W	89,1	173,6	253,4	152,9
Risen RSM110-8-545M	88,6	172,6	251,1	120,1
LG Solar LG435N2T-E6	53,5	104,6	149,7	89,5

Проте, на обсяги виробництва сонячної енергії впливає не лише рівень хмарності, але і тривалість світлої пори доби (дня).

В зимовий період тривалість дня стає меншою, тому виробіток сонячної енергії може бути меншим порівняно з літнім періодом. Однак, у зимові місяці сонячні промені можуть відбиватися від снігу, що може збільшити виробіток електроенергії.

Таблиця 6. Номінальний обсяг виробництва електроенергії сонячними панелями в Чернівецькій області із врахування пересічного рівня хмарності за порами року

Тип сонячних панелей	Обсяг виробництва електроенергії, кВт				
	Зима	Весна	Літо	Осінь	За рік
Sun Power X-Series X22-370W	49,9	147,6	239,0	105,8	541,3
Longi LR5-72HPH 550 w	73,9	219,2	355,3	156,5	804,9
Inter Energy IE210-M-55-MH 560Вт	75,4	217,4	361,7	159,3	813,8
Trina Solar TSM-DE19M 545W Mono Half-cell	73,0	217,0	351,9	155,4	797,3
Canadian Solar CS6W 545 MS HiKU	72,9	216,2	352,1	154,8	796,0
Leapton LP210x210-M-55-MH-550W	73,3	218,3	355,3	156,4	803,3
Risen RSM110-8-545M	73,0	217,0	352,1	155,1	797,2
LG Solar LG435N2T-E6	58,1	172,2	281,0	122,8	634,1

У літні місяці дні стають довшими, що забезпечує більше сонячних променів та більший виробіток сонячної енергії. Однак, залежно від географічного положення, може бути висока вологість або хмарність, що може зменшити виробіток електроенергії на сонячних станціях.

У весняний та осінній періоди виробіток сонячної енергії може бути помірним. Це пов'язано з тим, що дні не такі довгі, як у літній період, і вологість і хмарність може бути високою.

Отже, виробіток сонячної енергії у різні пори року залежить від багатьох факторів, і не можна точно визначити, який період року дає більший виробіток електроенергії.

Довгі та сонячні літні місяці надають найбільш сприятливі умови для вироблення сонячної енергії. Збільшена тривалість світлового дня, яка досягає піку в червні, забезпечує більше сонячного випромінювання та збільшує продуктивність сонячних панелей. У цей період року, коли дні найдовші, сонячна енергія може бути ефективно використана для вироблення електричної енергії або нагрівання води.

З іншого боку, зимовий період, коли тривалість дня скорочується і сонячна активність знижується, може представляти виклики для вироблення сонячної енергії. У цей час необхідно враховувати обмежену тривалість світлового дня та можливість хмарності, яка може зменшити

сонячну інсоляцію. Проте, в регіонах з високими сонячними навантаженнями, навіть у зимовий період, сонячна енергія може бути вироблена з певною ефективністю.

4. ВИСНОВКИ

Розвиток сонячної електроенергетики є одним із пріоритетних напрямків розвитку енергетичного комплексу України та Чернівецької області. Головним джерелом виробництва електроенергії є сумарна сонячна радіація, обсяг якої істотно залежить від кліматичних особливостей території на якій планується розміщення сонячних електростанцій. Найважливішими серед цих чинників є: географічна широта регіону, яка є визначальною для кількості сонячної радіації та тривалості дня. Значний вплив на ефективність сонячної енергетики має хмарність неба. В залежності від ступеня хмарності істотно залежить і обсяг виробленої сонячними панелями електроенергії.

Розташування Чернівецької області в помірних широтах забезпечує цілорічний доступ до прямої сонячної радіації. Однак її кількість істотно залежить від тривалості дня та нахилу сонячних променів до земної поверхні. Тому зимою, коли в економіці виникає найбільша потреба суспільства в електроенергії, ефективність сонячних електростанцій найменша. Однак літом їх ефективність істотно зростає.

Важливе значення для розвитку сонячної енергетики в регіоні мають також особливості погодних умов – перш за все ступінь покриття небозводу хмарами (хмарність неба), яка істотно впливає на потужність сонячних електростанцій Чернівецької області. Для досліджуваного регіону найвища хмарність притаманна для зимових місяців, що накладає додаткові обмеження для ефективності сонячної енергетики. В той же час в літні місяці хмарність неба найменше впливає на ефективну потужність сонячних панелей.

Незважаючи на певні обмеження які накладають кліматичні умови Чернівецької області на розвиток сонячної електроенергетики, невичерпаність ресурсів, незначна собівартість отримуваної електроенергії та екологічність виробничих процесів створюють сприятливі умови для розвитку даного типу альтернативної енергетики в регіоні.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Вороновський, Г.К., Денисюк, С.П., Кириленко, О.В.** (2005) *Енергетика світу та України. Цифри та факти*. Київ : Українські енциклопедичні знання. [Voronovskiy, H.K., Denysiuk, S.P., Kyrylenko, O.V. (2005) *Enerhetyka svitu ta Ukrainy. Tsyfry ta fakty*. Kyiv : Ukrainski entsyklopedychni znannia.]
2. **Желих, В.М., Омельчук, О.В., Шаповал, С.П., Венерин, І.І.** (2015) Енергетичний потенціал сонячної радіації на території України. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*, 823, 117-121. [Zhelykh, V.M., Omelchuk, O.V., Shapoval, S.P., Veneryn, I.I. (2015) *Enerhetychnyi potentsial soniachnoi radiatsii na terytorii Ukrainy. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Teoriia i praktyka budivnytstva*, 823, 117-121.]
3. **Кудря, С.О.** (Ред.). (2020) *Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України*. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України. [Kudria, S.O. (Red.). (2020) *Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ukrainy*. Kyiv : Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NAN Ukrainy.]
4. **Кудря, С., Тучинський, Б.** (2001) «Бізнесопридатність» вітроенергетики України. *Докл. II Міжнарод. конф. «Нетрадиционная энергетика в XXI веке»*, 89-91. [Kudria, S., Tychynskiy, B. (2001) «Biznesoprydatnist» vitroenerhetyky Ukrainy. *Dokl. II Mezhdunar. konf. «Netradytsyonnaia enerhetyka v XXI veke»*, 89-91.]
5. **Прохорова, Л.А. Веремченко, О.В.** (2017) Сучасний стан та перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні. *Північне Приазов'я: проблеми регіонального розвитку у міжнародному контексті: матеріали Всеукраїнської науковопрактичної конференції (Мелітополь, 14–15 вересня)*, 63-66. [Prokhorova, L.A. Veremenko, O.V. (2017) *Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku soniachnoi enerhetyky v Ukraini. Pivnichne Pryazovia: problemy rehionalnoho rozvytku u mizhnarodnomu konteksti: materialy Vseukrainskoi naukovopraktychnoi konferentsii (Melitopol, 14–15 veresnia)*, 63-66.]
6. **Соловей, О.І.** (Ред.). (2007). *Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії : Навчальний посібник*. Черкаси : ЧДТУ. [Solovei, O.I. (Red.). (2007). *Netradytsiini ta ponovliuvalni dzherela enerhii : Navchalnyi posibnyk*. Cherkasy : ChDTU.]

В. Костащук, С. Гальчук. Вплив деяких кліматичних чинників на розвиток сонячної енергетики в Чернівецькій області

7. Соловей, О.І., Лега, Ю.Г., Розен, В.П., Ситник, О.О., Чернявський, А.В., & Курбака, Г.В. (2007). *Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії : Навчальний посібник*. Черкаси : ЧДТУ. [Solovei, O.I., Leha, Yu.H., Rozen, V.P., Sytnyk, O.O., Cherniavskiy, A.V., & Kurbaka, H.V. (2007). *Netradytsiini ta ponovliuvalni dzhherela enerhii : Navchalnyi posibnyk*. Cherkasy : ChDTU.]
8. Стогній, Б.С., Жовтянський, В.А. (2005) Енергозбереження та енергетична безпека України. *Проблеми загальної енергетики*, 12, 7-14. [Stohnii, B.S., Zhovtianskyi, V.A. (2005) Enerhozberezhennia ta enerhetychna bezpeka Ukrainy. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, 12, 7-14.]
9. Шидловський, А.К. (Ред.). (2007). *Енергоефективність та відновлювані джерела енергії*. Київ : Українські енциклопедичні знання. [Shydlovskiy, A.K. (Red.). (2007). *Enerhoefektyvnist ta vidnovliuvani dzhherela enerhii*. Kyiv : Ukrainski entsyklopedychni znannia.]

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

10. Архів погоди в Чернівцях (аеропорт) (2023). [Arkhir pohody v Chernivtsiakh (aeroport) (2023).] [Джерело](#)
11. Березовська, Ю. (2016). Відновлювана енергетика. Точки зростання. Чи може відновлювана енергетика стати одним із драйверів розвитку в Україні? *Український тиждень*, 40(464). [Berezovska, Yu. (2016). Vidnovliuvana enerhetyka. Tochky zrostannia. Chy moze vidnovliuvana enerhetyka staty odnym iz draiveriv rozvytku v Ukraini? *Ukrainskyi tyzhden*, 40(464).] [Джерело](#)
12. Савчук, С. (2019) Здобутки та плани розвитку сонячної енергетики в Україні. *Восьма Міжнародна конференція сонячної енергетики в Центральній та Східній Європі «CISOLAR 2019» (16–18 квітня. Київ)*. [Savchuk, S. (2019) Zdobutky ta plany rozvytku soniachnoi enerhetyky v Ukraini. *Vosma Mizhnarodna konferentsiia soniachnoi enerhetyky v Tsentralnii ta Skhidnii Yevropi «CISOLAR 2019» (16–18 kvitnia. Kyiv)*.] [Джерело](#)
13. СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ енергія сонця – у вашому домі (2023). [SONIaChNA ENERHIIa enerhiia sontsia – u vashomu domi (2023).] [Джерело](#)
14. Схід і захід сонця, тривалість світлового дня в Чернівці, Україна (2023). [Skhid i zachid sontsia, tryvalist svitlovoho dnia v Chernivtsi, Ukraina (2023).] [Джерело](#)
15. ECO TECH UKRAINE сонячна енергетика, енергоефективні технології. Продаж, будівництво (2023). [TECH UKRAINE soniachna enerhetyka, enerhoefektyvni tekhnolohii. Prodazh, budivnytstvo (2023)] [Джерело](#)
16. SOLAR GARDEN сонячні електростанції (2023). [SOLAR GARDEN soniachni elektrostantsii (2023).] [Джерело](#)

V. Kostashchuk, S. Halchuk

The influence of some climatic factors on the development of solar energy in the Chernivtsi region

Keywords: solar energy, climatic factors, cloudiness, solar radiation.

Abstract: The thesis explores the influence of climatic factors on the development of solar energy in Chernivtsi region. Emphasis is placed on studying the impact of geographical location and the duration of the day on the formation of solar radiation and, as a result, on the capacity of solar power plants. It has been established that the capacity of solar power plants and the volume of electricity production depend largely on the duration of the day and the amount of solar radiation received by solar panels from the surrounding environment.

The amount of direct and scattered radiation that reaches solar panels for electricity production is significantly affected by cloud cover (cloudiness). Therefore, considerable attention is given to the study of the influence of sky cloudiness on the efficiency of solar panels. Analysis of the data obtained from the meteorological station at Chernivtsi airport revealed that the highest degree of cloudiness in Chernivtsi region is observed during the winter months.

Consequently, as a result of this research, it has been found that the mentioned factors significantly affect the capacity of solar panels and the volumes of electricity production. The most favorable period for solar energy production is summer, while the winter creates the least favorable conditions for its functioning. The study emphasizes the seasonal dependence of solar energy capacities in Chernivtsi region.

Стаття надійшла до редакції 05.08.2023