

2. Velichko S.A., Tretyakov O.S. (2003). Analysis of the spatial and temporal distribution of wind speeds in Kharkiv region as a basis for wind energy potential assessment. *Materials of 4th Intern. Interdisciplinary scientific-pract. Conference Modern problems of humanization and harmonization of management*. Kharkov: Kharkov National University Publishing, 314-315. [in Ukrainian].
[Величко С.А., Третяков О. С. Аналіз просторово-часового розподілу швидкостей вітру на території Харківської області як основа оцінки вітроенергетичного потенціалу // Матеріали 4-ї Міжнар. міждисциплінарної наук.-практ. конференції «Сучасні проблеми гуманізації та гармонізації управління». – Харків: Вид-во ХНУ. – 2003. – С. 314-315.]
3. Velichko S.A. (2006). *Natural resources provision for hybrid solar-wind power systems (within Ukraine flats territory)*: Abstract thesis... candidate geography sciences: 11.00.11. Kharkiv: V.N. Karazin Kharkiv National University. [in Ukrainian].
[Величко С.А. Природно-ресурсне забезпечення гібридних геліо-вітроенергетичних систем (в межах рівнинної території України): автореф. дис. ...канд. геогр. наук: 11.00.11. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2006. – 20 с.]
4. *Wind power*. Ed. D. de Renzo: Trans. from English; ed. Shefter J.I. (1982). Moscow: Energoatomizdat. [in Russian].
[Ветроэнергетика / под ред. Д. де Рензо: Пер. с англ.; под ред. Я. И. Шефтера. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.]
5. *Energy Strategy of Ukraine to the year 2030*. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13> [in Ukrainian].
[Енергетична стратегія України до 2030 року. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>]
6. Kuznetsov M.P. (2010). Forecasting methods of wind power stations electricity production. *Renewable energy*, 3, 42-48. [in Ukrainian].
[Кузнєцов М.П. Методи прогнозування виробітку електроенергії вітровими електростанціями // Відновлювана енергетика. – 2010. – № 3. – С. 42-48.]
7. Syrotiuk M. I. (2008). *Renewable energy sources: manual*. Lviv: Publishing center of Ivan Franko Lviv. National University. [in Ukrainian].
[Сиротюк М. І. Поновлювані джерела енергії: навч. посібник. – Львів: Видавничий центр Львів. нац. ун-ту ім. Івана Франка, 2008. – 247 с.]
8. Smerdov A.A., Bulba Ye.M. (2011). Statistical characteristics of wind speed in Poltava region. *Journal of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 153-157. [in Ukrainian].
[Смердов А. А., Бульба Є. М. Статистичні характеристики швидкості вітру в регіоні м. Полтави // Вісник Полтав. держ. аграр. академії. – 2011. – № 1. – С. 153-157.]
9. Beaucage P., Brower M. C., Tensen J. (2014). Evaluation of four numerical wind flow models for wind resource mapping. *Wind Energy*, V. 17, 2, 197-208.
10. Cataldo J., Zeballos M. (2009). *Roughness terrain consideration in a wind interpolation numerical model*. 11th Americas Conference on Wind Engineering. San Juan, Puerto Rico.
11. Comparison of WASP, MS-Micro/3, CFD, NWP, and Analytical Methods for Estimating Site-Wide Wind Speeds / VanLuvanee D. et al. (2009) // Proceedings from AWEA Windpower.
12. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (2012). *WMO*, 8. Geneva. http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=12407#.VYmr9WTwmGM
13. Johnson G. L. (2006). *Wind Energy Systems*. Kansas: Kansas State University.
14. Volkovaia O. O., Tretyakov O. S. (2014). Geoinformational support of wind power development at the local level. *Problems of continuous education of geographical education and cartography*. Kharkiv: V.N. Karazin Kharkiv National University 19. 117-120 [in Ukrainian: name of the edition].
[Волковаїа О. О., Третяков О. С. Geoinformational support of wind power development at the local level // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. – Вип. 19. – С. 117-120.]

УДК 551.580

doi: 10.15407/ugz2015.04.016

Л.С. Рибченко, С.В. Савчук

Український гідрометеорологічний інститут, Київ

ПОТЕНЦІАЛ ГЕЛІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ В УКРАЇНІ

Мета публікації – оцінка геліоенергетичного потенціалу території України з визначенням перспектив розвитку геліоенергетики. У сучасних умовах, коли важливого значення набуває питання енергетичної незалежності України, розвиток геліоенергетики є перспективним напрямком використання природного потенціалу відновлювальних джерел енергії. У відповідних таблицях представлені спеціалізовані показники геліоенергетичних кліматичних ресурсів за 1961–1990 рр. та їх значення на окремих станціях спостереження. Визначено внесок прямої сонячної радіації в складі сумарної за радіаційно-теплий період (квітень – вересень). У зв'язку зі зміною радіаційних характеристик наведено значення спеціалізованих показників за 1991–2014 рр. Встановлено на основі моніторингу сонячної радіації на початку XXI ст. збільшення складових радіаційного режиму, що зумовлюють доцільність використання геліоенергетичних ресурсів, є підставою для розвитку геліоенергетики на більшій частині території країни.

Ключові слова: геліоенергетичні ресурси; спеціалізовані показники геліоенергетичних ресурсів; пряма і сумарна сонячна радіація; тривалість сонячного сьва.

L.S. Rybchenko, S.V. Savchuk

Ukrainian hydrometeorological Institute, Kyiv

POTENTIAL OF THE CLIMATIC SOLAR RADIATION ENERGY RESOURCES IN UKRAINE

The purpose of this publication - assessment of Ukraine's territory solar energy potential with prospects of solar energy sector development. In today's conditions when Ukraine's energy independence issue becomes especially urgent, development of the solar energy sector is a promising direction of natural renewable energy sources potential use. Special indicators of solar energy climatic resources for the period 1961-1990 are presented in relevant charts along with their value at individual observation stations. Contribution direct solar radiation as part of the total radiation for the warm season (April - September) has been defined. Due to changes in radiation characteristics some specialized indicators for 1991-2014 are presented. Based on solar radiation monitoring, discovered at the beginning of XXI century increase in the radiation components, which determine the feasibility of solar energy resources use, is the basis for solar power development on the most part of the country.

Keywords: *solar energy resources; specialized indicators of solar energy resources; direct and total solar radiation; duration of sunshine.*

Вступ

Забезпечення надійності та стійкості функціонування галузей економіки, інших сфер життєдіяльності населення потребує використання й охорони природних ресурсів, одним із видів яких є кліматичні ресурси, зокрема геліоенергетичні.

Сонячна енергія, зумовлюючи життєдіяльність організмів, впливає на умови існування й діяльності людства. Сучасне оцінювання зміни клімату неможливе без урахування процесів перенесення сонячної радіації в атмосфері для її застосування у вирішенні прикладних завдань.

Актуальність проблеми використання природних ресурсів зумовлює необхідність оцінювання кліматичних ресурсів сонячної радіації як одного з основних відновлюваних джерел енергії, що не призводить до шкідливих наслідків для природного середовища [1-4, 5, 7, 9, 16]. Геліоенергетика є важливим сектором економіки, в якому використовується ресурсний підхід, що досліджувався різними науковцями [5, 8, 10-16 та ін.]. Кліматичні ресурси сонячної енергії традиційно використовуються для виробництва електричної енергії і є одним із чинників розвитку сучасної енергетики. Геліоенергетика, вітроенергетика і гідроенергетика в теперішніх умовах розглядаються як природний потенціал для підтримки сталого розвитку енергетичної незалежності країни.

Потенційні ресурси геліоенергетики зумовлюються сумами сонячної радіації, яка надходить на підстильну поверхню і регламентує їх використання.

Сумарна сонячна радіація є головною складовою радіаційного балансу, що використовується для оцінювання й розрахунків геліоенергетичних показників. Тривалість сонячного сяйва – важлива характеристика радіаційного режиму і критерій ресурсів окремих територій.

М е т а цього дослідження – оцінити геліоенергетичний потенціал території країни з визначенням можливості запровадження й розвитку системи технічних установок для отримання електроенергії протягом радіаційно-теплого періоду (квітень - вересень).

Виклад основного матеріалу

Режим роботи сонячних енергетичних установок (СЕУ) зумовлюється комплексом геліофізичних параметрів для застосування енергетичного потенціалу із використанням необхідних спеціальних характеристик, що враховують хронологічний постійний хід сонячної радіації та її випадкову мінливість у часі, пов'язану з низкою атмосферних явищ.

Для вирішення доцільності роботи сонячних енергетичних установок використовують спеціалізовані показники кліматичних ресурсів (табл. 1).

Зростання показників 1–5 зумовлює збільшення геліоенергетичних ресурсів, а показників 6–10 – зменшення. При аналізі сукупного впливу цих показників найбільший вплив на значення геліоенергетичних ресурсів відводиться на 1–6, останні розглядаються як допоміжні.

Аналіз найбільш значущих характеристик геліоенергетики виявився достатнім для розвитку їх енергетичної спроможності на значній частині території України (табл. 2, 4).

Згідно з просторовим розподілом, річні суми сумарної сонячної радіації змінюються від 3540 МДж/м² на північному заході (Ковель) до 4780 МДж/м² на Південному березі Криму (Карадаг). У гірських місцевостях Українських Карпат, на південно-західних схилах (Міжгір'я) внаслідок збільшення хмарності у літні місяці річна сума сумарної радіації зменшується до 3250 МДж/м².

Річна сума прямої радіації змінюється від 1554 МДж/м² на північному заході (Ковель) до 2300 МДж/м² на Південному березі Криму (Нікітський Сад). Найменші показники (1234 МДж/м²) зафіксовано на південно-західних схилах Українських Карпат (Міжгір'я).

Тривалість сонячного сяйва досягає 1800 год. за рік на північному заході та збільшується у південному напрямі до 2300 год у Криму. В гірських районах Українських Карпатах вона знижується до 1500 год.

Середня добова сума сумарної радіації за радіаційно-теплий період (квітень-вересень) на пів-

Таблиця 1. Спеціалізовані показники геліоенергетичних кліматичних ресурсів. 1961–1990 рр.

№№ п/п	Показники	Одиниця вимірів	Мінімум	Максимум
1.	Річна сума сумарної радіації на горизонтальну поверхню	МДж/м ²	2659	5019
2.	Річна сума прямої радіації на горизонтальну поверхню		768	2859
3.	Річна тривалість сонячного сьйва	год	1040	2397
4.	Середня добова сума сумарної радіації за радіаційно-теплий період (квітень-вересень)	МДж/м ²	13,9	17,8
5.	Кількість годин в середньому за рік з потужністю сумарної радіації понад 600 Вт/м ²	год	0,0	20,6
6.	Коефіцієнт варіації річних сум сумарної радіації	%	4,1	8,5
7.	Середня річна кількість загальної хмарності	бал	5,3	7,4
8.	Середня річна кількість нижньої хмарності		2,3	5,5
9.	Кількість днів без Сонця	дні	37	137
10.	Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму	%	65	94

Таблиця 2. Показники геліоенергетичних ресурсів. 1961–1990 рр.

Станція	Річна сума сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж/м ²	Річна сума прямої радіації на горизонтальну поверхню, МДж/м ²	Річна тривалість сонячного сьйва, год	Середня добова сума сумарної радіації за радіаційно-теплий період, МДж/м ²	Кількість днів без Сонця, дні	Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму, %
Покошичі	3810	1725	1830	16,43	102	79
Конотоп	3730	1795	1850	17,88	98	79
Ковель	3540	1554	1810	17,93	91	77
Бориспіль	4250	2060	1930	17,87	91	77
Нова Ушиця	3770	1755	1850	15,73	88	76
Полтава	4120	2150	2050	17,14	89	76
Велико-Анадоль	4140	2135	1990	17,03	86	75
Міжгір'я	3250	1235	1520	10,77	96	73
Берегове	3870	1790	1890	16,20	89	76
Одеса	4490	2435	2165	18,84	75	77
Болград	4770	2510	2220	19,36	67	74
Херсон	4440	2260	2210	18,60	70	77
Асканія Нова	4560	2350	2190	18,74	74	75
Карадаг	4780	2620	-	19,53	-	75
Нікітський Сад	4670	2700	2300	19,12	47	75

нічному сході (Покошичі) становить 16,4 МДж/м² та зростає у Криму (Карадаг) до 18,5 МДж/м².

Кількість днів без Сонця скорочується у південному напрямі: від 102 днів на північному сході (Покошичі) до 47 днів у Криму (Карадаг).

Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму становить від 73 % на північно-західних схилах Українських Карпат (Міжгір'я) до 79 % на північному сході (Покошичі, Конотоп).

Надходження й перетворення сонячної енергії

Таблиця 3. Внесок прямої радіації у сумарну (%). 1961–1990 рр.

Станція	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Покошичі	43	49	49	48	50	51
Конотоп	47	51	52	51	53	51
Ковель	42	48	48	46	50	44
Бориспіль	46	51	53	52	56	52
Нова Ушиця	44	49	49	50	53	52
Полтава	49	57	55	59	59	58
Велико-Анадоль	46	52	54	55	57	57
Міжгір'я	36	38	36	40	43	40
Берегове	44	48	49	49	51	49
Одеса	51	57	58	60	61	59
Болград	49	54	56	57	58	58
Херсон	46	52	52	49	59	58
Асканія Нова	46	54	57	56	59	58
Карадаг	49	55	60	60	61	61
Нікітський Сад	53	57	62	63	64	64

Таблиця 4. Показники геліоенергетичних ресурсів. 1991–2014 рр.

Станція	Річна сума сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж/м ²	Річна сума прямої радіації на горизонтальну поверхню, МДж/м ²	Річна тривалість сонячного сьйва, год	Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму, %
Покошичі	3903	1987	1899	80
Конотоп	3839	2083	1928	80
Ковель	3593	1549	1865	78
Бориспіль	3659	1824	2026	79
Нова Ушиця	3626	1768	1944	77
Полтава	4121	2188	2017	79
Міжгір'я	3114	1390	1605	75
Берегове	3717	1842	1993	76
Одеса	4556	2665	2310	77
Болград	4615	2620	2329	75
Херсон	4507	2533	-	77
Асканія Нова	4124	2293	2265	76
Карадаг	4821	2848	-	76
Нікітський Сад	4729	2831	2300	75

здійснюється геліосистемами різних видів:

– термодинамічними сонячними енергетичними установками (СЕУ) у вигляді плоских і фокусуємих ввігнутих колекторів (фокусування збільшує щільність потоку енергії);

– фотогальванічними (батареї з фотоелементом, що перетворює поглинуту енергію у більший

частині спектру).

Термодинамічні СЕУ з фокусуємих устроєм приймають тільки пряму радіацію. У світовій практиці їх використовують досить рідко. Колектори без фокусування і фотогальванічні пристрої сприймають сумарну радіацію, і для їх використання необхідні значення прямої і сумарної сонячної

Таблиця 5. Внесок прямої радіації у сумарну (%). 1991–2014 рр.

Станція	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Покошичі	48	54	56	57	55	53
Конотоп	52	58	59	60	59	55
Ковель	45	48	43	47	49	44
Бориспіль	47	53	53	57	55	52
Нова Ушиця	47	52	53	54	54	50
Полтава	48	57	58	59	58	60
Міжгір'я	43	47	48	51	52	46
Берегове	48	53	56	55	57	50
Одеса	55	62	64	67	66	60
Болград	52	58	62	65	62	58
Херсон	53	60	61	63	63	60
Асканія Нова	51	79	56	60	59	55
Карадаг	54	62	63	69	67	63
Нікітський Сад	55	63	65	69	69	65

радіації й тривалості сонячного саява у зв'язку з високочутливими фокусуючими системами, що чітко реагують на часові зміни радіації.

Найбільшу кількість енергії від Сонця можна отримати при використанні системи, кут нахилу якої змінюється відповідно до положення Сонця. Вона збільшує річне надходження сонячної радіації в середньому на 35 % порівняно з нерухомою поверхнею, нахиленою на оптимальний кут для року і на 40 % для кута, що дорівнює широті місцевості. За такими кутами нахилу приймальної поверхні, при однаковій широті місцевості, річне виробництво енергії становить для фотоінтегратора від 80 до 200 кВт год/м², а для плоского колектора – від 200 до 900 кВт год/м².

Для конструювання сонячних енергетичних установок з рухомою поверхнею необхідно використовувати значення сумарної радіації, яка надходить на поверхню, нахилу на оптимальний кут для кожного місяця, та на поверхню, нахилу на кут, що дорівнює широті місцевості, а також оцінку ефективності роботи різних СЕУ за даними про кількість виробленої енергії.

Одним із показників визначення пріоритетності геліоенергетики є внесок прямої радіації у сумарну (табл. 3, 5).

Внесок прямої радіації у сумарну для більшості території України перевищує 40 % у середині весни (квітень), а починаючи з травня збільшується до 50 %. Так, на півдні у літні місяці він досягає 60 %, а в Криму перевищує цей рівень. Тільки для гірських районів Українських Карпат він становить менше 40 % у квітні – червні і у подальшому дещо підвищується, але не досягає середнього рівня, притаманного більшості території внаслідок збільшення

хмарності у весняно – літні місяці.

Безперервна тривалість сонячного саява, що забезпечує найменші витрати енергії для розігрівання геліоустановки, за Б.Н Ванбергом становить понад 6 год за добу. За цим показником майже на всій території це значення перевищене за радіаційно-теплий період (квітень - вересень) і становить від 6,5 год у квітні та вересні на північному заході й північному сході, збільшуючись у південному напрямі: від 6,5 год у квітні, до 7–8 год у вересні. Найбільші його значення спостерігаються влітку (особливо у червні), коли тривалість сонячного саява за день з Сонцем збільшується до 9–10 год, починаючи з півночі, і до 11 год у Криму. Виняток становлять гірські райони Українських Карпат, де він дещо підвищується у літні місяці (до 7 год), проте за мінімальними значеннями в окремі роки майже удвічі менший необхідного рівня.

У підсумку зазначимо, що територія України, крім гірських районів Українських Карпат і заходу (Львівська область), може бути сприятливою для запровадження геліоенергетичних систем.

Коливання радіаційних характеристик, що зумовлюють їх застосування у виробництві електричної енергії, необхідно враховувати в сучасних умовах для визначення конкурентоспроможності відносно інших відновлюваних джерел енергії. За останнє майже двадцятип'ятиріччя (1991–2014 рр.) відбувається зміна радіаційних показників відносно 1961–1990 рр. Найбільш значущі показники геліоенергетичних ресурсів за 1991–2014 рр. викладено в табл. 4.

Аналіз річної суми сумарної радіації за останній період (табл. 4) показав, що на північному сході, північному заході, на півдні і в Криму відбулося

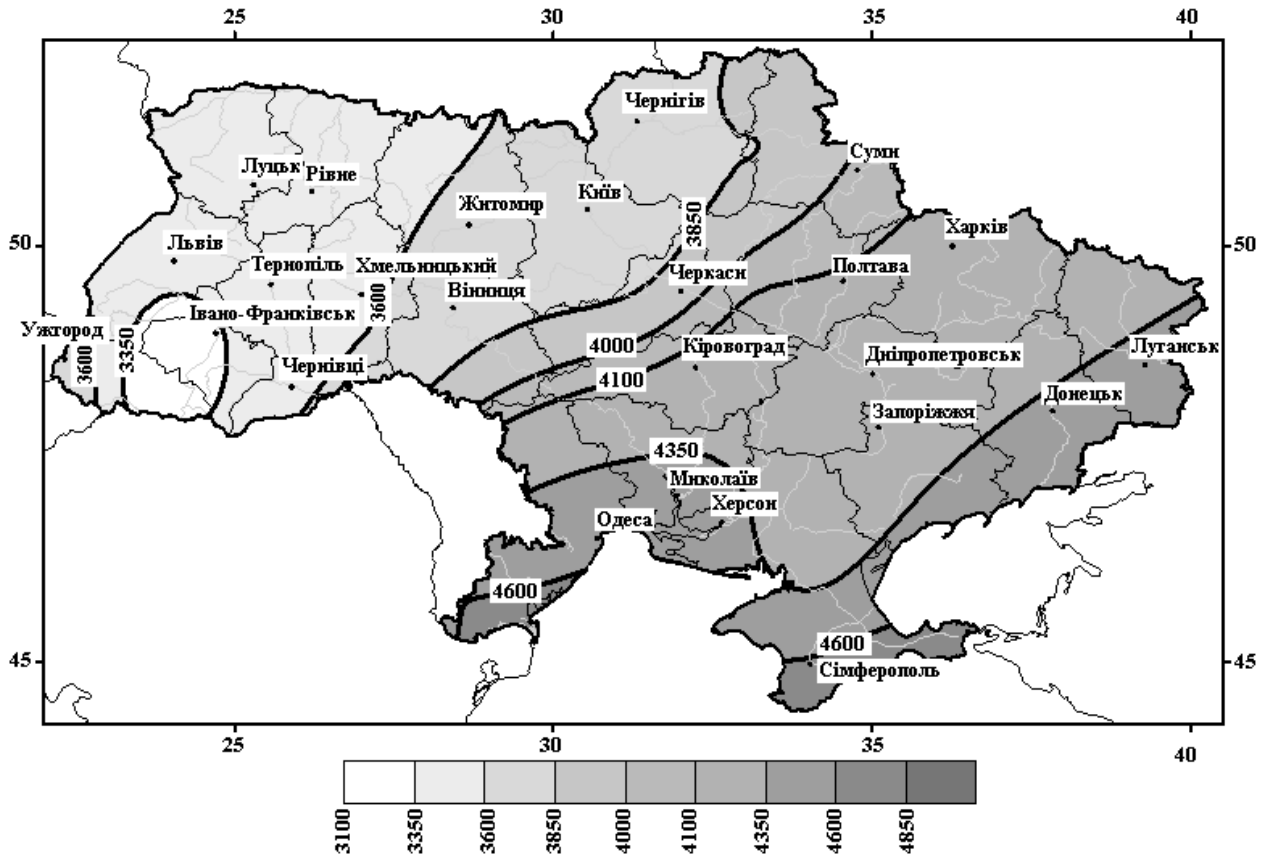


Рисунок 1. Річна сума сумарної сонячної радіації (МДж/м²). 2001–2014 рр.

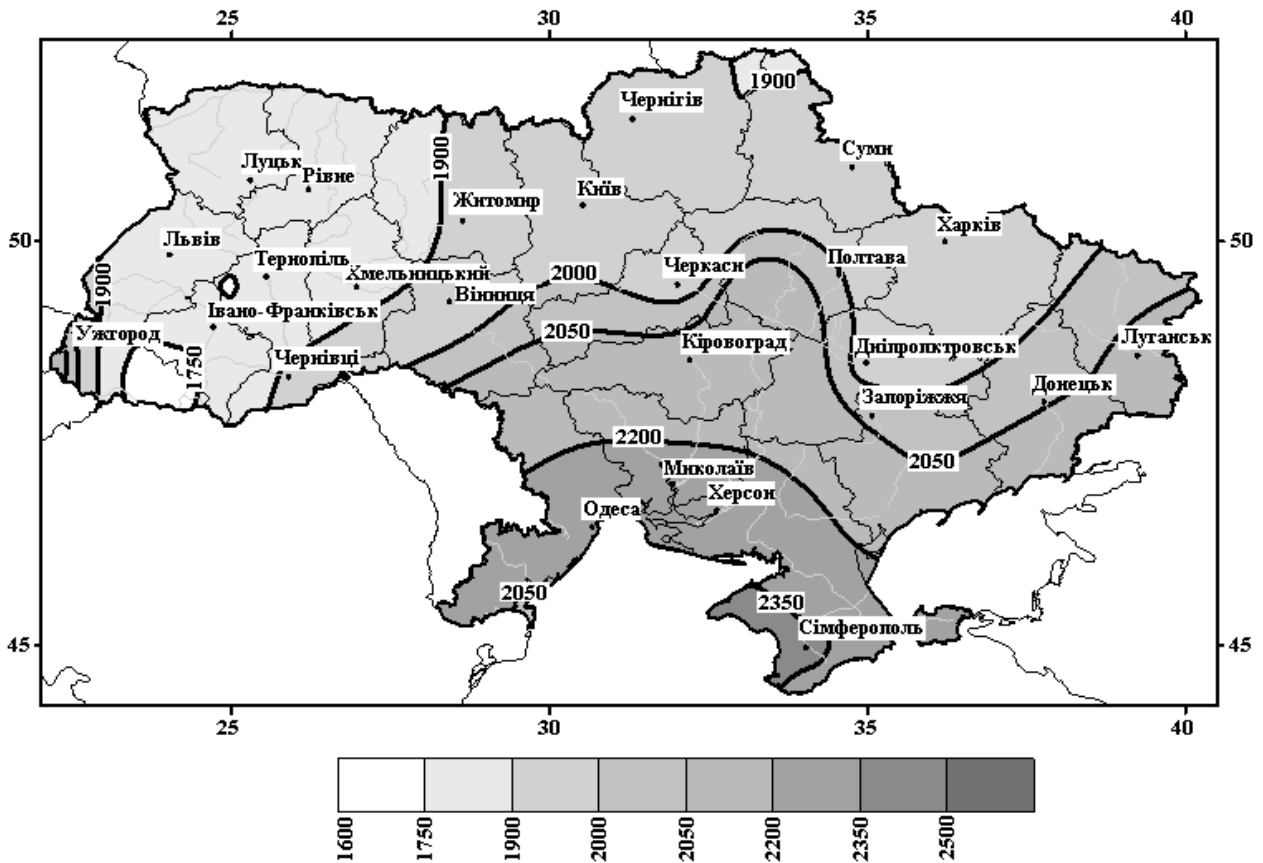


Рисунок 2. Річна тривалість сонячного саява (год). 2001–2013 рр.

її збільшення відносно кліматологічної стандартної норми (табл. 2). Істотне зменшення, майже на 10 %, відбулося на півночі (Бориспіль), у південному Степу (Асканія Нова), не істотне – на заході, на Закарпатті, в Карпатах. За період 2001–2014 рр. на значній частині території України річна сума сумарної радіації наблизилась до максимальних значень (5000 МДж/м²), необхідних для геліоенергетики.

Доцільність впровадження геліоенергетичних систем підтверджується збільшенням сумарної радіації на всій території країни.

Тривалість сонячного саява зросла по всій території, найбільше на півдні, де вона перевищила більш ніж на 10 % річну кількість 2000 год, що є умовою перспективності використання геліоенергетичних систем. Також річна кількість сонячного саява підвищилась на заході (Ужгород – 2102 год), у центрі (Світловодськ – 2199 год) та на сході: (Велико-Анадоцьк – 2078 год, Луганськ – 2035 год, Дебальцеве – 2046 год).

При цьому відбувся значний перерозподіл між складовими сумарної радіації. Істотно збільшилась пряма радіація в ряді регіонів і змінилось співвідношення між прямою і сумарною радіацією (табл. 5).

Найбільше зростання внеску прямої радіації у сумарному потоці спостерігалось на північному сході (Покошичі, Конотоп), на півдні Степу (Одеса) і в Криму (Карадаг). За останній період істотне збільшення внеску прямої радіації у сумарну відбулося на південно-західних схилах Карпат (Міжгір'я) і на Закарпатті (Берегове). Такий перерозподіл є результатом зменшення загальної і нижньої хмарності та збільшення малохмарної погоди, зумовленими змінами циркуляції атмосфери.

За даними розподілу річної суми сумарної радіації за 2001–2014 рр. перспективною для геліо-

енергетики можна вважати значну частину території країни, де показники сумарної радіації перевищують 4000 МДж/м², а на півдні та в Криму – наближаються до максимальних значень щодо сонячних ресурсів (рис. 1).

Підтвердженням перспективності використання сонячних електричних станцій, що можуть бути конкурентоспроможними відносно ТЕС і АЕС, є розподіл тривалості сонячного саява вище 2000 год за рік у Степу, в Криму і на Закарпатті (рис. 2).

Наближеною до них можна вважати і територію східного Лісостепу із значеннями тривалості сонячного саява вище 1900 год. Обмеження для їх запровадження стосується західного Лісостепу і гірських районів Українських Карпат.

Висновки

На початку ХХІ ст. відмічалось збільшення кліматичних ресурсів сонячної радіації. За 2001–2014 рр. підвищилась річна сума сумарної та прямої сонячної радіації відносно кліматологічної стандартної норми 1961–1990 рр. Відмічено зростання тривалості сонячного саява. У потоці сумарної радіації спостерігалось зростання прямої радіації, що характеризує потенціал конкурентоспроможності запровадження геліоенергетики. Ресурси сонячної радіації, які можливо використовувати для вироблення електроенергії, не справляють негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Перспективи для використання сонячної радіації у геліоенергетиці підтверджуються її високим потенціалом на території Степу, Криму та на сході Лісостепу. Обмеження щодо впровадження стосуються західного Лісостепу і гірських районів Українських Карпат.

Моніторинг сонячної радіації на початку ХХІ ст. засвідчує зростання потенціалу геліоенергетичних ресурсів в Україні.

References [Література]

1. *Atlas of the energy potential of renewable and alternative energy sources* (2005). Kiev: Institute of renewable energy of NASU. [in Ukrainian].
[Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії. – К.: Ін-т возобновляемой энергетике НАНУ. – 2005. – 44 с.]
2. *Atlases of heat and sunny climates in Russia*. Ed. M.M. Borisenko, V.V. Stadnik (1997). SPb.: Publisher MGO. [in Russian].
[Атласы теплового и солнечного климатов России / Под ред. М.М. Борисенко, В.В. Стадник. - СПб.: Изд ГГО, 1997. – 173 с.]
3. Berliand T.G., Stadnik V.V. (2001). Climatic studies of radiation and heat Earth balance. *Modern research Main Geophysical Observatory*. V.2. SPb., 273-296. [in Russian].
[Берлянд Т.Г., Стадник В.В. Климатические исследования радиационного и теплового баланса Земли // Современные исследования Главной геофизической обсерватории. Т.2. – СПб., 2001. – С. 273-296.]
4. Volevakh M.M., Goisa M.I. (1967). *Energy resources of Ukraine climate*. Kyiv: Naukova Dumka. [in Ukrainian].
[Волеваха М.М., Гойса М.И. Энергетичні ресурси клімату України. – К.: Наук. думка, 1967. – 132 с.]
5. Dzenzerskyi V.A. (2007). Prospects of solar power development in Ukraine. *Science and innovations*, 3, 36-42. [in Russian].
[Дзензерский В. А. Перспективы развития солнечной электроэнергетики в Украине // Наука та інновації. – 2007. – № 3. – С. 36-42.]
6. Dmytrenko L.V. (2005). Solar power resources. *Ukraine climate*. Ed. V.M. Lipinskyi, V.A. Diachuk, V.M. Babichenko. Kyiv: Rajewski Publishing, 267-274. [in Ukrainian].

- [Дмитренко Л.В. Геліоенергетичні ресурси / У кн.: Клімат України. За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2005. – С. 267-274.]
7. Dmytrenko L.V., Barandich S.L. (2007). Assessment of solar power climatic resources in Ukraine. *Scientific papers the Ukrainian research hydrometeorological institute*, 256, 121-129. [in Ukrainian].
[Дмитренко Л. В., Барандіч С. Л. Оцінка кліматичних ресурсів сонячної енергії в Україні // Наук. праці Укр. н.-д. гідрометеоролог. ін-ту. – 2007. – Вип. 256. – С. 121-129.]
 8. Karelin A.I., Karelin V.A., Domashev Ye.D. et al. (2004). Karelin-process – new technology of a large-scale solar energy development. *Innovative development of fuel and energy sector: challenges and opportunities*. Kiev: Znania Ukraini, 135-138. [in Russian].
[«Карелин-процесс» – новая технология масштабного освоения солнечной энергии / А.И. Карелин, В.А. Карелин, Е.Д. Домашев и др. // Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса: проблемы и возможности. – К.: Знания Украины, 2004. – С.135-138.]
 9. Abakumova G.M., Gorbarenko Ye.V., Nezval Ye.I., Shilovtseva O.A. (2012). *Climatic resources of solar energy in the Moscow region*. Moscow: Knizhny dom LIBROKOM. [in Russian].
[Климатические ресурсы солнечной энергии Московского региона / Г.М.Абакумова, Е.В.Горбаренко, Е.И.Незваль, О.А.Шиловецца. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. - 312 с.]
 10. Kudria T.S., Reztsov V.F. Surzhyk T.V. (2005). Some features of solar energy transformation in the elements of solar collectors and solar batteries. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 88-92. [in Ukrainian].
[Кудря Т.С., Резцов В.Ф., Суржик Т.В. Деякі особливості трансформації енергії сонячного випромінювання в елементах сонячних колекторів і фотобатарей // Доповіді НАН України. – 2005. – № 3. – С.88-92.]
 11. Mkhitarian N.M. (1999). *Alternative and renewable energy sources*. Kiev: Naukova Dumka. [in Russian].
[Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. – К.: Наук. думка, 1999. – 314 с.]
 12. Pivovarova Z.I. (1984). Development of climatic parameters for potential solar radiation energy resources evaluation on the territory of the USSR. *Proceedings of XII conference on actinometry*. Irkutsk, 57-61. [in Russian].
[Пивоварова З.И. Разработка климатических параметров для оценки потенциальных ресурсов энергии солнечной радиации на территории СССР / В кн.: Материалы XII совещания по актинометрии. – Иркутск. – 1984. – С. 57-61.]
 13. Selikhov Yu.A., Kotsarenko V.A. (2006). Evaluation of the solar collectors' thermal energy conversion effectiveness. *Ecological technologies and resource conservation* 1, 8-12. [in Russian].
[Селихов Ю.А., Коцаренко В.А. Оценка эффективности теплоэнергетического преобразования солнечных коллекторов // Экологические технологии и ресурсосбережение. - 2006. - № 1. - С. 8-12.]
 14. Sukhin Ye.I. (2004). *Alternative energy in the state economic security provision*. Kiev: Znania Ukraini. [in Russian].
[Сухин Е.И. Нетрадиционная энергетика в обеспечении экономической безопасности государства. – К.: Знания Украины, 2004. – 299 с.]
 15. Shchokin A.R. (2005). Decisions and Directives of the European Union to create favorable conditions for energy produced from renewable energy sources use that must be considered on the Ukraine's way to join the European Union. *Energy efficiency 2005. Coll. sci. intern. sp. Int. sci-tech conf., Odesa, October 14, 2005* Odesa, 22-28. [in Ukrainian].
[Шчокін А.Р. Рішення та Директиви Європейського Союзу щодо створення сприятливих умов використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, які необхідно враховувати на шляху України до вступу у Європейський Союз // Енергоефективність 2005 // Зб. наук. пр. Міжнар. наук.-техн. конф., м. Одеса, 14 жовтня 2005 р. – Одеса, 2005. – С.22-28.]
 16. *Encyclopedia of the Russian Federation climatic resources*. (2005). Ed. N.V. Kobysheva, K.S. Khairullina. St. Petersburg: Gidrometeoizdat. [in Russian].
[Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В. Кобышевой, К.Ш. Хайруллина. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат. 2005. –319 с.]

Стаття надійшла до редакції 27.07.2015

**ПЕРЕДПЛАЧУЙТЕ****«Український географічний журнал»****Передплатний індекс за Каталогом
видань України 74513**