

УДК 551.580

**Рибченко Л.С., Савчук С.В.**

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, м. Київ*

## **ГЕЛІОЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ ЗА 1986-2015 рр.**

**Ключові слова:** *ресурси геліоенергетики; складові радіаційного режиму.*

**Вступ.** Надійність та стабільність роботи окремих галузей економіки й життєдіяльності населення можливо забезпечити із використанням природних ресурсів. Сучасні кліматичні параметри зумовлюють доцільність запровадження кліматичних ресурсів сонячної радіації, як одного з відновлюваних природних джерел енергії.

**Вихідні передумови.** Кліматичні ресурси сонячної радіації вже традиційно використовуються для виробництва електричної енергії у країнах Західної та Східної Європи (Скандинавії, Німеччині, Данії й інших), як важливий чинник сучасної енергетики, що подекуди становить близько 20 % виробленої електроенергії [1-3, 9]. Геліоенергетика, яка є важливою складовою економіки, що не призводить до негативних наслідків для природного середовища й є основою сталого розвитку економічної незалежності країни, досліджувалась науковцями нашої країни [4, 5, 7, 8]. В окремих областях на території України встановлюються комплекси сонячних електричних станцій для отримання енергії від Сонця із забезпеченням окремих видів виробництва (сільськогосподарського, промислового тощо) та потреб населення.

**Формулювання цілей статті, постановка завдання.** Мета дослідження – визначення потенціалу ресурсів геліоенергетики в умовах коливання складових радіаційного режиму (прямої та сумарної сонячної радіації, тривалості сонячного саява) за 1986-2015 рр. для встановлення доцільності запровадження системи технічних установок й отримання електричної енергії протягом радіаційно-теплого періоду року (квітень-вересень) і за рік на території України. Фактичні дані спостережень за тривалістю сонячного саява та потоками сонячної радіації (прямої та сумарної) отримано за результатами вимірів на метеорологічній й актинометричній мережі України протягом 1986-2015 рр. Для співставлення відносно кліматологічної стандартної норми за 1961-1990 рр., дані зі стандартної кліматичні норми отримано з «Кліматичного кадастру України» [6]. В роботі використано методи математичної статистики для розрахунку ресурсних параметрів геліоенергетики за період 1986-2015 рр. й окремі десятиріччя: 1986-1995 рр., 1996-2005 рр., 2006-2015 рр., – та отримання внеску прямої сонячної радіації у сумарну за радіаційно-теплий період року (квітень-вересень).

**Результати дослідження.** Основні ресурси геліоенергетики зумовлюються сумами прямої та сумарної радіації, що надходять на підстильну поверхню та регламентують їх використання. Тривалість сонячного саява є важливою характеристикою радіаційного режиму та кліматичний критерій ресурсів окремих територій. Застосування енергетичного потенціалу сонячних енергетичних установок (СЕУ) визначається комплексом параметрів геліоенергетики із використанням спеціалізованих характеристик.

Для вирішення доцільності сонячних енергетичних установок запроваджують особливі показники кліматичних ресурсів. За параметрами, наведеними у [9], зростання річної прямої та сумарної сонячної радіації; тривалості сонячного саява; середньої добової суми сумарної радіації за радіаційно-теплий період року, її середньої кількості годин за рік понад  $600 \text{Вт/м}^2$  і внеску за радіаційно-теплий період у річну суму зумовлює підвищення ресурсів геліоенергетики. Збільшення таких показників, як коефіцієнт варіації річних сум сумарної радіації, середня річна кількість загальної та нижньої хмарності, кількість днів без Сонця – зумовлює зменшення ресурсів геліоенергетики. За аналізом сукупного впливу цих показників, найбільший внесок у значення ресурсів геліоенергетики належить першим, інші розглядаються як допоміжні.

За просторовим розподілом 1986-2015 рр., річні суми сумарної сонячної радіації змінюються від  $3547 \text{ МДж/м}^2$  на північному заході (Ковель) до  $4773 \text{ МДж/м}^2$  на південному узбережжі Криму (Карадаг). На південно-західних схилах Українських Карпат (Міжгір'я), внаслідок збільшення хмарності, протягом літніх місяців річна сума сумарної радіації зменшується до  $3158 \text{ МДж/м}^2$ .

Річна сума прямої радіації змінюється від  $1589 \text{ МДж/м}^2$  на північному заході (Ковель) до  $2812 \text{ МДж/м}^2$  на Південному узбережжі Криму (Нікітський Сад). Найменшими є показники річної суми прямої сонячної радіації ( $1378 \text{ МДж/м}^2$ ) на південно-західних схилах Українських Карпат (Міжгір'я).

Тривалість сонячного саява досягає 1880 год за рік на північному заході, зі збільшенням до 2500 год у Криму. В гірських районах Українських Карпат тривалість знижується до 1600 год.

Внесок сумарної сонячної радіації за радіаційно-теплий період року (квітень-вересень) у річну суму складає від 75 % на північно-західних схилах Українських Карпат (Міжгір'я) до 80 % на північному сході (Покошичі) й є досить стабільним по території.

За річними сумами сумарної та прямої сонячної радіації, тривалості сонячного саява та внеску сумарної сонячної радіації за радіаційно-теплий період року в річну суму, ці параметри розраховано для мережі актинометричних й метеорологічних станцій країни.

У табл. 1 наведено найбільш значущі характеристики ресурсів геліоенергетики, що зумовлюють доцільність встановлення сонячних установок на території України.

Так, значення річної сумарної сонячної радіації вище  $4000 \text{ МДж/м}^2$ , прямої радіації – понад  $2400 \text{ МДж/м}^2$ , суттєвого внеску сумарної радіації за радіаційно-теплий період року у річну суму – до 80 % та перевищення річної тривалості сонячного саява понад 2000 год є ознакою спроможності використання ресурсів геліоенергетики на більшій частині території. Порівняння наведених показників геліоенергетики за 1986-2015 рр. з аналогічними за стандартною кліматологічною нормою 1961-1990 рр. підтверджує їх коливання між зазначеними періодами [6, 7, 8].

За три десятиріччя періоду 1986-2015 рр. пряма та сумарна сонячна радіація, тривалість сонячного саява відзначались нестабільністю у надходженні до підстильної поверхні за окремі його десятиріччя (табл. 2).

Згідно табл. 2, відбувалась перебудова у надходженні сумарної та прямої сонячної радіації, тривалості сонячного саява за окремі десятиріччя досліджуваного періоду (1986-2015 рр.). Для більшості регіонів України найбільше надходження прямої та сумарної сонячної радіації, тривалості сонячного саява відбувалось в останньому десятиріччі (2006-2015 рр.).

Таблиця 1. Показники ресурсів геліоенергетики. 1986-2015 рр.

Станція	Річна сума сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж/м <sup>2</sup>	Річна сума прямої радіації на горизонтальну поверхню, МДж/м <sup>2</sup>	Річна тривалість сонячного сяйва, год	Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму, %
Покошичі	3912	1933	1902	80
Конотоп	3802	2019	1936	79
Ковель	3547	1589	1876	79
Бориспіль	3717	1827	2035	78
Нова Ушиця	3665	1783	1950	77
Світловодськ	4174	2388	2207	79
Полтава	4114	2160	-	79
Міжгір'я	3158	1378	1607	75
Берегове	3672	1803	1983	76
Одеса	4575	2623	2284	77
Болград	4639	2610	2328	76
Херсон	4515	2501	-	77
Асканія Нова	4170	2200	2263	77
Карадаг	4773	2775	-	76
Нікітський Сад	4722	2812	-	76

Таблиця 2. Показники ресурсів геліоенергетики. 1986-1995 рр., 1996-2005 рр., 2006-2015 рр.: річна сума сумарної радіації (G, МДж/м<sup>2</sup>), річна сума прямої радіації (S, МДж/м<sup>2</sup>), річна тривалість сонячного сяйва (T, год)

Станція	1986-1995			1996-2005			2006-2015		
	G	S	T	G	S	T	G	S	T
Покошичі	3990	1718	1808	3803	1990	1899	3956	2074	1988
Конотоп	3398	1651	1867	3896	2105	1945	4111	2302	1995
Ковель	3345	1312	1878	3520	1630	1884	3776	1848	1864
Бориспіль	3806	1714	1978	3484	1712	2017	3854	2055	2152
Нова Ушиця	3676	1637	1861	3450	1688	1946	3869	2023	2033
Світловодськ	3997	2093	2241	4076	2376	2173	4432	2666	2199
Полтава	4039	1925	2131	4089	2197	-	4215	2357	-
Міжгір'я	3422	1386	1596	3080	1363	1577	2972	1384	1648
Берегове	3725	1780	2011	3695	1858	1967	3597	1771	1970
Одеса	4448	2352	2199	4593	2672	2369	4684	2845	2285
Болград	4740	2509	2314	4598	2566	2271	4579	2757	2394
Херсон	4471	2234	2169	4389	2456	-	4685	2810	2191
Асканія Нова	4199	2201	2214	4170	2130	2263	4141	2268	2313
Карадаг	4677	2475	-	4855	2877	2308	4915	3023	2448
Нікітський Сад	4850	2592	2253	4632	2901	2249	4695	2910	2400

На півдні Степу та в Криму наведені критерії наближаються до максимальних ресурсів геліоенергетики зі значеннями 5000 МДж/м<sup>2</sup> сумарної радіації за рік та 2400 МДж/м<sup>2</sup> річної прямої радіації. Стабільно високим залишається потенціал геліоенергетики на півдні та сході території (північний Степ, Лісостеп і Полісся). Додатковим критерієм доцільності запровадження ресурсів геліоенергетики для

вироблення електроенергії на більшій частині території є збільшення прямої радіації у складі сумарної за три десятиріччя періоду 1986-2015 рр. Поступове зменшення сумарної сонячної радіації, як важливішого показника ресурсів геліоенергетики, відмічалось на Закарпатті (Берегове) та у гірських районах Українських Карпат (Міжгір'я). Режим роботи сонячних енергетичних установок (СЕУ) зумовлюється комплексом геліофізичних параметрів, що визначаються за спеціальними критеріями з урахуванням хронологічних закономірностей ходу сонячної радіації та її мінливості у часі, внаслідок впливу ряду атмосферних явищ [9].

Конструювання СЕУ залежить від пристроїв прийому сонячної радіації (пласких, фокусуючих, фотогальванічних з рухомою або нерухомою поверхнею). Термодинамічні СЕУ з фокусуючим пристроєм, що сприймають тільки пряму радіацію, використовують не часто. Колектори без фокусування та фотогальванічні застосовують сумарну сонячну радіацію.

Найбільш доцільним є використання системи, що слідує за Сонцем. Така система збільшує річне надходження сонячної радіації в середньому на 35 % відносно нерухомої поверхні, нахиленою на оптимальний кут для року. Для поверхні з кутом, що дорівнює широті місцевості, надходження сумарної сонячної радіації зростає в середньому на 40 %. Оцінка ефективності роботи окремих СЕУ визначається за даними про кількість виробленої енергії. Найменша кількість сумарної радіації надходять на поверхню під кутом, що дорівнює широті місцевості. Зростання сумарної сонячної радіації зумовлюється прийнятною поверхнею, нахиленою на кут оптимальний для кожного місяця. Для системи зі слідуючою поверхнею за Сонцем можливості використання сонячної радіації є найбільшими. Потенційні ресурси геліоенергетики, що визначаються добовими сумами сумарної радіації або середніми за місяць, стають основою для розрахунку місячних і річних сум. Оцінка технічних ресурсів встановлюється за добовими сумами виробленої енергії з подальшою оцінкою місячних і річних сум.

Для території Степової зони та Криму, де сумарна та пряма сонячна радіація, тривалість сонячного саява наближуються до максимальних значень, території є найбільш доцільними та економічно доведеними у запровадженні ресурсів геліоенергетики для вироблення електричної енергії. Річна кількість енергії, що виробляється фотогенератором нахиленим під кутом, що дорівнює широті місцевості, становить 180-190 кВт г/м<sup>2</sup>. Плаский сонячний колектор, що нахилений за цим же кутом виробляє 800-900 кВт г/м<sup>2</sup>.

Важливим критерієм конкурентоспроможності використання енергетичних установок і збільшення їх потенціалу є зростання внеску прямої радіації у сумарну.

Так, внаслідок росту прямої радіації у складі сумарної по території України, кількість виробленої електричної енергії СЕУ за радіаційно-теплий період року підвищується (табл. 3).

З середини весни (квітень) внесок прямої радіації у сумарну перевищує 40% для більшості території та з кінця весни (у травні) зростає до 50 %. У літні місяці він досягає 60 % на півдні та перевищує цей рівень у Криму. В гірських районах Українських Карпат (Міжгір'я) цей показник найменший протягом досліджуваного періоду та не досягає середнього рівня, що характерний для більшості території, внаслідок збільшення хмарності у весняно-літні місяці.

Згідно табл. 3, майже у всіх регіонах України спостерігалось поступове збільшення прямої радіації у складі сумарної протягом радіаційно-теплого періоду року від першого до третього десятиріччя. Деяка невизначеність прямої радіації за окремі місяці радіаційно-теплого періоду року відмічалась на Закарпатті (Берегове).

**Таблиця 3. Внесок прямої радіації у сумарну (%) за квітень-вересень. 1986-1995 рр. (I), 1996-2005 рр. (II), 2006-2015 рр. (III)**

Період																	
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Місяць																	
Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
Покошичі																	
39	52	50	46	55	57	46	56	61	52	57	58	48	58	58	40	58	53
Конотоп																	
43	55	54	51	59	60	52	57	63	56	59	72	52	56	61	48	54	56
Ковель																	
33	48	50	44	51	52	40	52	54	47	45	55	44	52	55	36	44	49
Бориспіль																	
39	53	52	49	54	57	48	49	60	53	60	59	50	55	58	45	52	54
Нова Ушиця																	
38	47	53	47	57	53	46	55	56	51	51	57	50	52	60	50	51	59
Світловодськ																	
46	54	55	56	63	64	50	64	69	60	65	72	58	64	67	57	60	61
Полтава																	
44	40	51	50	59	59	60	58	61	44	59	60	55	54	64	52	63	59
Міжгір'я																	
34	41	48	40	49	49	38	50	48	51	50	54	46	51	56	39	48	47
Берегове																	
46	46	49	50	56	48	52	59	52	54	51	58	52	58	61	48	50	51
Одеса																	
48	61	58	55	63	63	50	63	68	60	64	68	62	64	69	57	59	64
Болград																	
47	52	56	50	61	62	56	61	66	58	62	67	59	59	66	59	54	67
Херсон																	
39	54	58	53	73	61	52	62	65	70	62	67	59	61	68	56	58	64
Асканія Нова																	
52	50	51	51	49	56	57	59	59	57	64	62	58	56	63	57	52	58
Карадаг																	
50	53	56	57	63	63	61	63	67	60	59	69	61	66	71	62	61	65
Нікітський Сад																	
47	60	56	54	63	63	55	66	68	61	74	70	61	69	73	60	67	64

За аналізом сумарної сонячної радіації та тривалості сонячного сяйва у окремі десятиріччя періоду 1986-2015 рр., відбулось розширення перспективності використання СЕУ на території України. Так, у перше десятиріччя (1986-1995 рр.) доцільність запровадження СЕУ за річною сумою сумарної сонячної радіації, що визначається 4000 МДж/м<sup>2</sup>, досягала необхідного потенціалу в Степу та південно-західній частині Лісостепу (рис. 1).

У друге десятиріччя (1996-2005 рр.) рівень річної суми сумарної сонячної радіації понад 4000 МДж/м<sup>2</sup> збільшився у напрямку сходу та північного сходу, також відбулось зростання суми сумарної радіації на південному сході, у Степу (рис. 2).

У третьому десятиріччі досліджуваного періоду (2006-2015 рр.) річна сума сумарної сонячної радіації понад 4000 МДж/м<sup>2</sup> суттєво збільшилась у північному, північно-східному напрямку та відмічалась на більшій частині території країни (рис. 3).

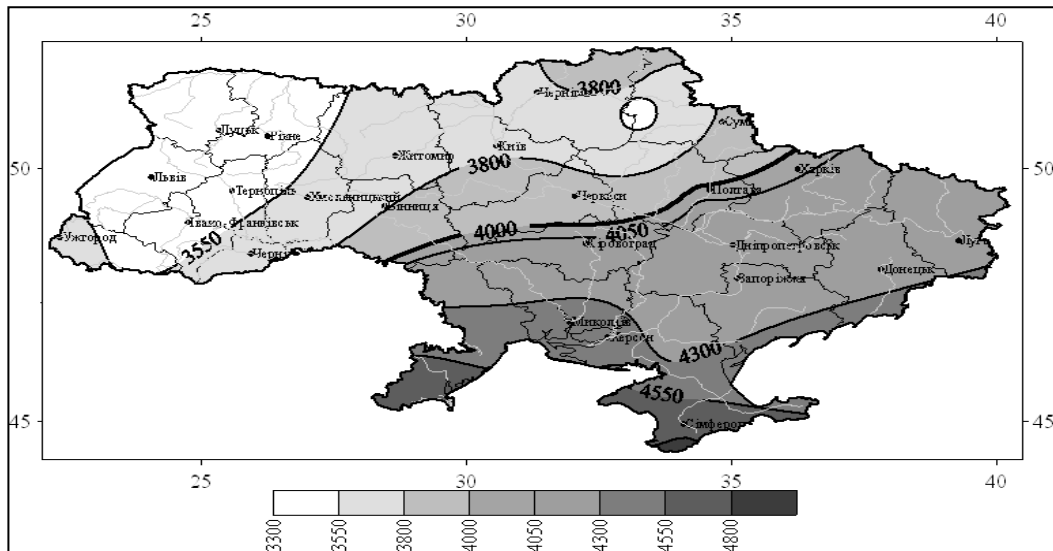


Рис. 1. Річна сума сумарної сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>). 1986-1995 рр.

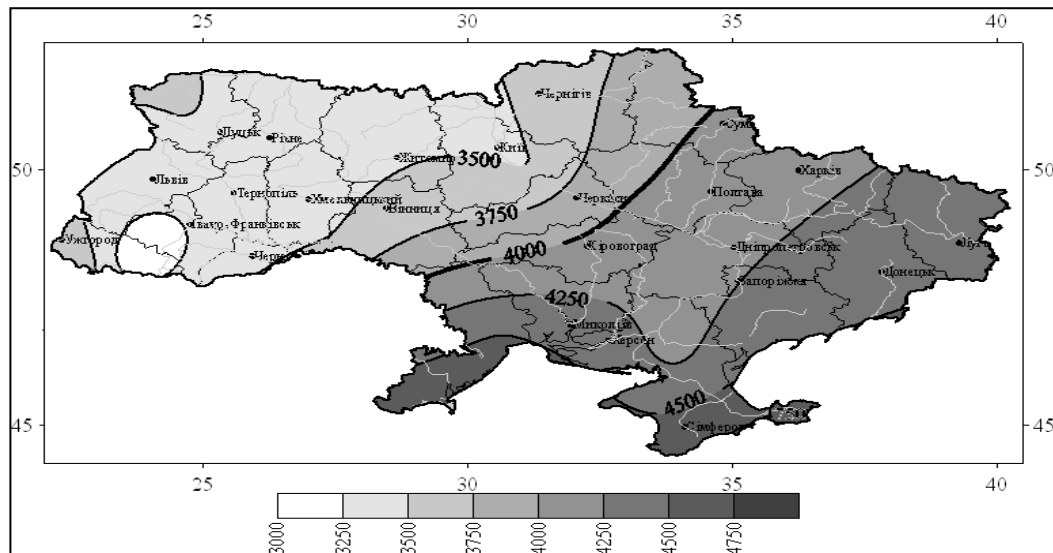


Рис. 2. Річна сума сумарної сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>). 1996-2005 рр.

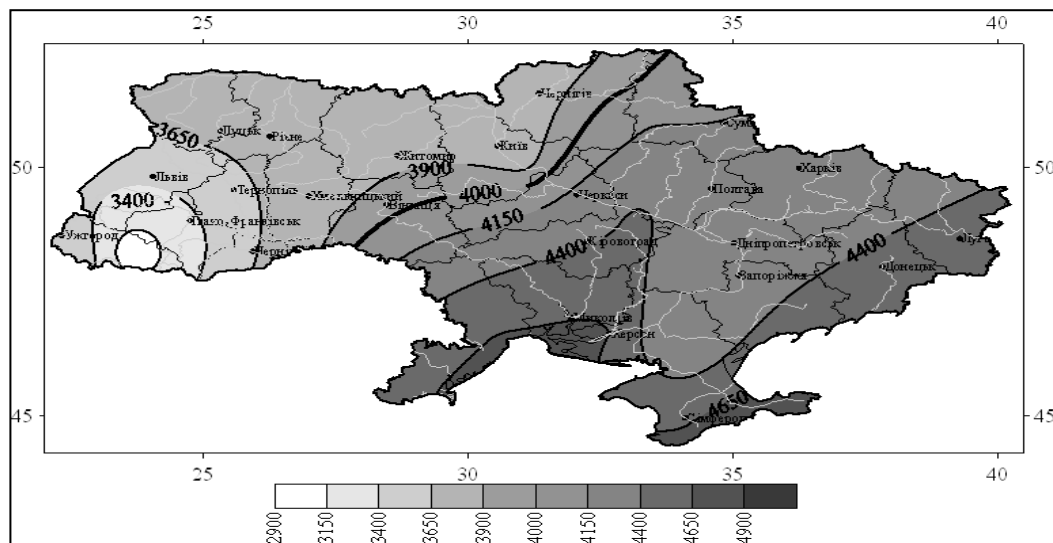


Рис. 3. Річна сума сумарної сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>). 2006-2015 рр.

Згідно з представленим розподілом річної суми сумарної сонячної радіації за три десятиріччя досліджуваного періоду 1986-2015 рр., відбулось поступове збільшення потенціалу сонячної радіації для запровадження СЕУ на території України. Найбільше зростання суми сумарної сонячної радіації спостерігалось у останньому десятиріччі (2006-2015 рр.) на більшій частині території.

Важливим критерієм використання СЕУ є розподіл річної тривалості сонячного саява. За останнє тридцятиріччя (1986-2015 рр.) відбулись досить істотні зміни у надходженні тривалості сонячного саява. У перше десятиріччя (1986-1995 рр.) річна тривалість сонячного саява вище 2000 год, що є достатньою для доцільного використання СЕУ, охоплювала Степову зону та частково Лісостепову в напрямку центру (рис. 4).

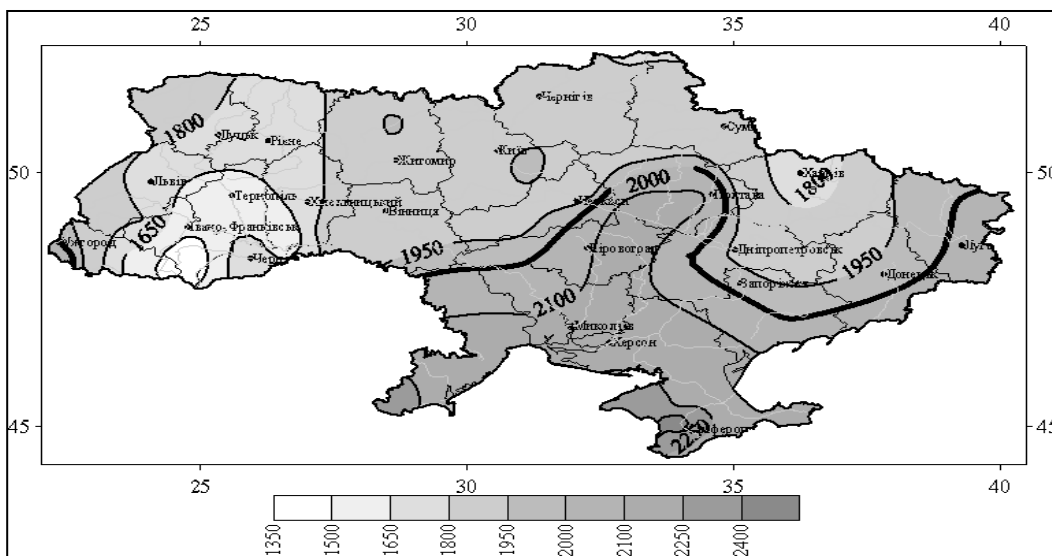


Рис. 4. Тривалість сонячного саява (год). 1986-1995 рр.

У наступному десятиріччі (1996-2005 рр.) тривалість сонячного саява вище 2000 год збільшилась у північному напрямку, до частини Лісостепової зони України (рис. 5).

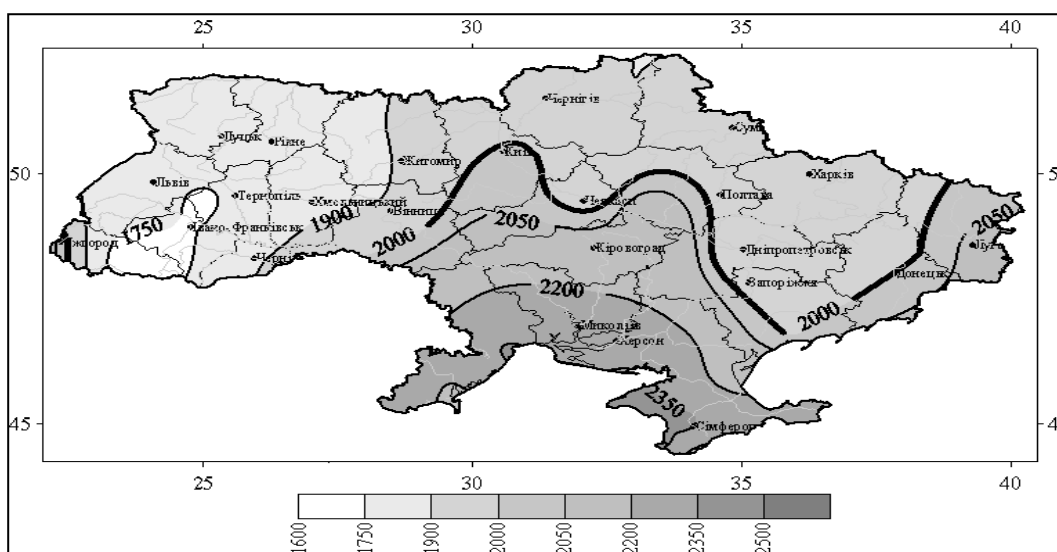


Рис. 5. Річна тривалість сонячного саява (год). 1996-2005 рр.

У останньому десятиріччі досліджуваного періоду (2006-2015 рр.) тривалість сонячного сяйва збільшилась майже по всій території країни, окрім заходу та північного сходу (рис. 6).

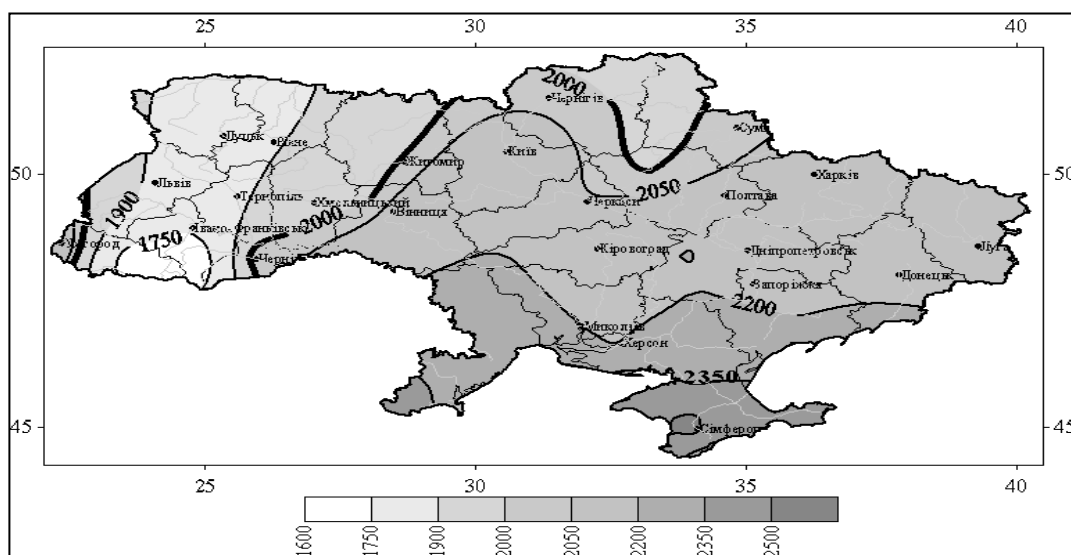


Рис. 6. Річна тривалість сонячного сяйва (год). 2006-2015 рр.

Отже, на більшій частині території України в 2006-2015 рр. є доцільним використання кліматичних ресурсів геліоенергетики для запровадження СЕУ. Навіть на Закарпатті на початку XXI ст. відбулись позитивні зміни до збільшення потенціалу ресурсів геліоенергетики за тривалістю сонячного сяйва.

**Висновки.** За результатами проведеного аналізу змін кліматичних ресурсів геліоенергетики на території України, виявилось доцільним використання ресурсів геліоенергетики для запровадження СЕУ на більшій частині території за останнє тридцятиріччя (1986-2015 рр.). Відбулось зростання річної суми сумарної сонячної радіації та річної тривалості сонячного сяйва для території країни від першого до останнього десятиріччя. Виявилось позитивне розповсюдження необхідної кількості річної сумарної радіації для рентабельності роботи СЕУ на більшій частині території країни. Відбулось поступове зростання прямої сонячної радіації у складі сумарної, що є позитивним чинником для потенціалу ресурсів геліоенергетики. Істотне збільшення тривалості сонячного сяйва для більшої частини території, особливо у останньому десятиріччі (2006-2015 рр.), засвідчує, що майже на всій території України, за винятком західного регіону, є доцільним використання кліматичних ресурсів геліоенергетики (прямої та сумарної сонячної радіації, тривалості сонячного сяйва) для запровадження СЕУ.

#### Список літератури

1. Абакумова Г.М., Горбаренко Е.В., Незваль Е.И., Шиловцева О.А. Климатические ресурсы солнечной энергии Московского региона. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 312 с.
2. Атласы теплового и солнечного климатов России / Под ред. М.М. Борисенко, В.В. Стадник. СПб.: Изд ГГО, 1997. 173 с.
3. Берлянд Т.Г., Стадник В.В. Климатические исследования радиационного и теплового баланса Земли. *Современные исследования Главной геофизической обсерватории*. СПб., 2001. Т. 2. С. 273-296.
4. Дмитренко Л.В. Геліоенергетичні ресурси. *Клімат України* / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К. 2005. С. 267-274.
5. Дмитренко Л.В., Гейко Л.А. Оцінка кліматичних ресурсів сонячної і вітрової енергії (методичні розробки та результати досліджень). *Вісник Донецької державної академії будівництва і архітектури*, 1999. № 99-6 (20). Т. 2. С. 6-8.



6. Кліматичний кадастр України. Частина 1. Сонячна радіація та сонячне сяйво. К. 2006. 136 с. 7. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Потенціал геліоенергетичних кліматичних ресурсів сонячної радіації в Україні. *Український географічний журнал*. 2015. № 4. С. 16-23. URL: [https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ\\_2015\\_4\\_16-23.pdf](https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ_2015_4_16-23.pdf). 8. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Моніторинг геліоенергетичних ресурсів України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 19. С. 65-70. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2017/10/12-Rybchenko-Savchuk.pdf>. 9. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / Под ред. Н.В. Кобышевой, К.Ш. Хайруллина. СПб.: Гидрометеиздат. 2005. 319 с.

### References

1. Abakumova G.M., Gorbarenko Ye.V., Nezval' Ye.I., Shilovtseva O.A. Klimaticheskiye resursy solnechnoy energii Moskovskogo regiona. M.: Knizhniy dom «LIBROKOM», 2012. 312 s. 2. Atlasy teplovogo i solnechnogo klimatov Rossii / Pod red. M.M. Borisenko, V.V. Stadnik. SPb.: Izd GGO, 1997. 173 s. 3. Berlyand T.G., Stadnik V.V. Klimaticheskiye issledovaniya radiatsionnogo i teplovogo balansa Zemli. *Sovremennyye issledovaniya Glavnoy geofizicheskoy observatorii*. SPb., 2001. T. 2. S. 273-296. 4. Dmytrenko L.V. Helioenerhetychni resursy. *Klimat Ukrainy* / Za red. V.M. Lipins'koho, V.A. Diachuka, V.M. Babichenko. K. 2005. S. 267-274. 5. Dmytrenko L.V., Hejko L.A. Otsinka klimatychnykh resursiv soniachnoi i vitrovoi enerhii (metodychni rozrobky ta rezultaty doslidzhen'). *Visnyk Donets'koi derzhavnoi akademii budivnytstva i arkhitektury*, 1999. № 99-6 (20). T. 2. S. 6-8. 6. Klimatychnyy kadastr Ukrainy. Chastyna 1. Soniachna radiatsiia ta soniachne sijavo. K. 2006. 136 s. 7. Rybchenko L.S., Savchuk S.V. Potentsial helioenerhetychnykh klimatychnykh resursiv soniachnoi radiatsii v Ukraini. *Ukrains'kyj heohrafichnyj zhurnal*. 2015. № 4. S. 16-23. URL: [https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ\\_2015\\_4\\_16-23.pdf](https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ_2015_4_16-23.pdf). 8. Rybchenko L.S., Savchuk S.V. Monitorynh helioenerhetychnykh resursiv Ukrainy. *Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj zhurnal*. 2017. № 19. S. 65-70. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2017/10/12-Rybchenko-Savchuk.pdf>. 9. Entsiklopediya klimaticheskikh resursov Rossiyskoy federatsii / Pod red. N.V. Kobyshevoy, K.SH. Khayrullina. SPb.: Gidrometeoizdat. 2005. 319 s.

#### **Геліоенергетичні ресурси України за 1986-2015 рр.**

**Рибченко Л.С., Савчук С.В.**

*Кліматичні ресурси сонячної радіації є одним із резервів використання відновлюваних джерел енергії для забезпечення роботи економічних галузей та населення електричною енергією, що є екологічною та не завдає шкоди природному середовищу. На основі моніторингу сонячної радіації, проаналізовано коливання складових радіаційного режиму за 1986-2015 рр. і доцільність використання геліоенергетики на території України в сучасний період. Метою роботи є оцінка ресурсів геліоенергетики за 1986-2015 рр. та окремі десятиріччя цього періоду. Методами математичної статистики розраховані спеціалізовані показники кліматичних ресурсів геліоенергетики (прямої та сумарної сонячної радіації, тривалості сонячного сяйва) та внесок прямої сонячної радіації у склад сумарної за радіаційно-теплий період року (квітень-вересень).*

**Ключові слова:** ресурси геліоенергетики; складові радіаційного режиму.

#### **Гелиоэнергетические ресурсы Украины за 1986-2015 гг.**

**Рыбченко Л.С., Савчук С.В.**

*Климатические ресурсы солнечной радиации являются одним из резервов использования возобновляемых источников энергии для обеспечения работы экономических отраслей и населения электрической энергией, которая является экологической и не наносит вреда окружающей среде. На основе мониторинга солнечной радиации, проанализированы колебания составляющих радиационного режима за 1986-2015 гг. и целесообразность использования гелиоэнергетики на территории Украины в современный период. Целью работы является оценка ресурсов гелиоэнергетики за 1986-2015 гг. и отдельные десятилетия этого периода. Методами математической статистики рассчитаны специализированные показатели климатических ресурсов гелиоэнергетики (прямой и суммарной солнечной радиации, продолжительности солнечного сияния) и вклад прямой солнечной радиации в состав суммарной за радиационно-теплый период года (апрель-сентябрь).*

**Ключевые слова:** ресурсы гелиоэнергетики; составляющие радиационного режима.

## **Solar energy resources of Ukraine for 1986-2015**

**Rybchenko L.S., Savchuk S.V.**

*Reliability and stability of the work of certain branches of the economy and the vital functions of the population can be ensured with the use of natural resources. Modern climatic parameters determine the feasibility of introducing climatic resources of solar radiation (direct and total solar radiation, duration of sunshine) as one of the renewable natural sources of energy. Climate resources of solar radiation are one of the reserves for the use of renewable energy sources that are environmentally friendly. On the basis of solar radiation monitoring, the fluctuations of the components of the radiation regime for the period 1986-2015 and individual decades and the feasibility of using solar energy in Ukraine have been analyzed. By means of mathematical statistics, specialized indicators of climatic resources of solar energy and the contribution of direct solar radiation to the total radiation during warm period of the year (April-September) have been calculated. According to the results of the analysis of changes in the climate resources of the solar power industry, the expediency of using the energy resources of the solar power industry for the introduction of the solar power plants (SPP) in the most of the territory of Ukraine in 1986-2015 has been identified. In 1986-1995, the energy resources needed for the introduction of the SPP were sufficient in the Steppe and partly in the Forest-Steppe regions. In 1996-2005, the potential of solar energy resources increased significantly, which created the necessary conditions for the introduction of the SPP on the larger territory of the Steppes and Forest-steppes. In 2006-2015, the resources of the solar power industry increased everywhere in Ukraine, which created the conditions for the introduction of the SPP in a larger territory, except for the western part of the Forest-steppe and Polissya. The annual amount of total solar radiation and annual solar radiation has increased in Ukraine from 1986-1995 to 2006-2015. A growth in the amount of annual total radiation required for the implementation of the SPP in the most of the country is determined. The progressive growth of the contribution of the direct solar radiation is a positive factor for the potential of solar energy resources. Significant increase in the duration of sunshine on a larger territory, especially in 2006-2015, shows that it is expedient to use the climatic resources of solar energy (direct and total solar radiation, duration of sunshine) for the introduction of the SPP in almost all of Ukraine, except for the West regions.*

**Keywords:** resources of solar power engineering; components of the solar radiation regime.

**Надійшла до редколегії 21.01.2019**

УДК.551.576

**Лєсков Б.Н.<sup>1</sup>, Носар С.В.<sup>1</sup>, Сирота М.В. <sup>2</sup>, Бондаренко А.В.<sup>2</sup>, Єгорова А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

<sup>2</sup>Кримська воєнізована служба із впливів на гідрометеорологічні процеси

### **ДО ПИТАННЯ ПРО ПОТУЖНІСТЬ ГРАДОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІТНЬОМУ СЕЗОНІ В КРИМУ**

**Ключові слова:** Крим; градовий процес; градові смуги і доріжки; наземні спостереження і обстеження; радіолокаційний комплекс; матеріальні збитки.

**Вступ.** Дослідження градових процесів показують, що число днів з градом і масштаби смуг його випадіння суттєво залежать від рельєфу території [1,2]. Кримський півострів розташований на крайньому півдні України й омивається на заході і півдні теплим незамерзаючим Чорним морем, а на сході - Азовським морем, яке досить добре прогривається в літній період. Вздовж північно-східного узбережжя простягнулась система мілководних заток Азовського моря - Сиваш.

Північна частина півострова являє собою степову рівнину, південна зайнята невисокими Кримськими горами, які орієнтовані з південного заходу на північний схід з абсолютними позначками вершин 1000-1500 м над рівнем моря. Неоднорідність рельєфу, близькість морів - істотно позначаються на розподілі опадів і грозово-градових явищ у Криму.

За даними багаторічних спостережень станцій гідрометслужби (ГМС) середнє число днів з градом по території Криму коливається від 1-2 на рівнині до 4 у горах