

2001-2010, it decreased significantly, and in the following decade 2011-2020 it more than doubled compared to with the last decade.

Cases of mass deposition of ice in the SHP category have also changed over the decades under study. The largest number of them was observed during 1991-2000 and 2011-2020, and in the first decade they were mostly observed in November, and in the last in January. For the most part, ice deposits of the NE and OHS categories during their mass distribution are observed at 2 or 3-4 stations and within 2 (3-4) oblasts. However, in some cases, especially in the winter months, they may be larger.

Key words: ice deposits of the category of DP (dangerous) and SHP (spontaneous), mass distribution of ice deposits of large diameters, distribution of cases of mass deposits of ice of NF and OHS by decades of the period 1991-2020.

Надійшла до редколегії 26.06.2022

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.3.7>

УДК 551.580

Рибченко Л.С., Савчук С.В.

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

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН СКЛАДОВИХ РАДІАЦІЙНОГО РЕЖИМУ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ЗА 1991-2020 РР. ВІДНОСНО 1961-1990 РР. В УКРАЇНІ

Наведено результати змін складових радіаційного режиму: прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації, альbedo підстильної поверхні, радіаційного балансу, тривалості сонячного сяйва за окремі місяці холодного та теплого періоду, рік у 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр. Найбільших змін зазнали тривалість сонячного сяйва, такі складові радіаційного балансу: пряма та розсіяна радіація. Характерним є збільшення за теплий період року на більшій території тривалості сонячного сяйва та прямої радіації, особливо на північному сході, півночі, заході та прямої радіації на півдні. Дещо зменшилась ТСС в осередку півдня, а пряма радіація – відчутно на півночі, у південному Степу. Зменшилась розсіяна радіація практично у всі місяці майже повсюдно в Україні, особливо у південному Степу, на півдні, півночі, Закарпатті; але незначно за рік і теплий період на північному сході, північному заході, у центрі. Частково збільшилась сумарна радіація, зокрема в теплий період, особливо у центрі, на північному сході, відчутно на північному заході, півдні; при істотному зменшенні на півночі, у південному Степу, значному на Закарпатті. Переважно дещо збільшилось альbedo, особливо в теплий період на півдні, у південному Степу; при зменшенні на Закарпатті. Збільшився радіаційний баланс, зокрема в теплий період, на значній території, особливо на північному сході, північному заході, півночі; при істотному зменшенні у південному Степу, на півночі.

Ключові слова: складові радіаційного режиму сонячної радіації.

Вступ, актуальність теми дослідження. Промениста енергія Сонця є основним і практично єдиним джерелом енергії тепла для поверхні Землі й атмосфери, одним із основних кліматоутворюючих факторів. Вона спрямовується на нагрівання верхніх шарів ґрунту та води, а від них повітря. Нагріта поверхня Землі й атмосфера, випромінюючи невидиму інфрачервону радіацію у світовий простір, охолоджується. Сонячна радіація залежить від астрономічних чинників – висоти Сонця, тривалості дня.

Особливості сучасного клімату впливають на розподіл складових радіаційного режиму, їх зміну протягом останнього тридцятиріччя (1991-2020 рр.) відносно попередньої кліматологічної стандартної норми (1961-1990 рр.). Це зумовлює доцільність визначення динаміки складових радіаційного режиму, їх просторового розподілу.

Вихідні передумови. Протягом періоду спостережень, спостерігаються істотні зміни у надходженні потоків короткохвильової радіації, зумовлені умовами проходження крізь земну атмосферу та відбивною спроможністю підстильної поверхні. Внаслідок характеру атмосферної циркуляції, інших природних чинників ці зміни набули системного характеру та за окремі періоди тенденції їх коливань відзначаються різними знаками [2, 3]. Потoki короткохвильової радіації, що надходять до земної поверхні визначають формування окремих метеорологічних величин. Вони зазнають істотних коливань внаслідок природних й антропогенних чинників [4, 8, 9, 11]. Великий вплив на розповсюдження та коливання сонячної радіації належить хмарності, фізичним властивостям атмосфери [1]. Аналіз

окремих складових радіаційного режиму доводить, що найбільша нестійкість притаманна тривалості сонячного саява, складовим сумарної радіації – прямій та розсіяній [5-7, 10].

Мета, матеріали та методи дослідження. У ході дослідження використано архів спостережень метеорологічної й актинометричної мережі спостережень ЦГО імені Бориса Срезневського ДСНС України. Складено базу даних за окремими складовими радіаційного режиму. На підставі методів математичної статистики проведено розрахунки їх просторово-часового розподілу по території країни.

Мета роботи – дослідження та проведення аналізу змін тривалості сонячного саява (ТСС, год), прямої (S' , МДж/м²), розсіяної (D , МДж/м²) і сумарної (Q , МДж/м²) сонячної радіації, альbedo підстильної поверхні (A_k , %) і повного радіаційного балансу (B , МДж/м²) протягом окремих місяців, холодного та теплого періоду й рік у 1991-2020рр. відносно 1961-1990 рр.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами виконаних досліджень, найбільших змін зазнали в 1991-2020 рр. щодо 1961-1990 рр. зазнали тривалість сонячного саява, деякі складові радіаційного балансу: пряма та розсіяна сонячна радіація.

Тривалість сонячного саява є однією із важливих характеристик радіаційного режиму. Вона визначається світлою частиною доби, хмарністю та збільшується з півночі на південь. Широтний розподіл ТСС порушується внаслідок особливостей режиму хмарності. Неоднорідність підстильної поверхні призводить до мозаїчності у розподілі ТСС у горах. З підвищенням висоти у гірських районах, на відкритій місцевості, спостерігається збільшення годин сонячного саява, а розчленованість рельєфу призводить до їх зменшення. Важливим є використання даних вимірів ТСС у розрахунках для потреб: агрометеорології при визначенні продуктивності сільськогосподарського виробництва; геліоенергетики при визначенні рентабельності експлуатації геліоенергетичних установок для виробництва електричної енергії; будівництва й експлуатації споруд різного призначення.

Протягом холодного періоду року ТСС у 1991-2019 рр. дещо зменшилась порівняно з попереднім тридцятиріччям, проте у теплий період – збільшилась майже по всій території країни (рис. 1).

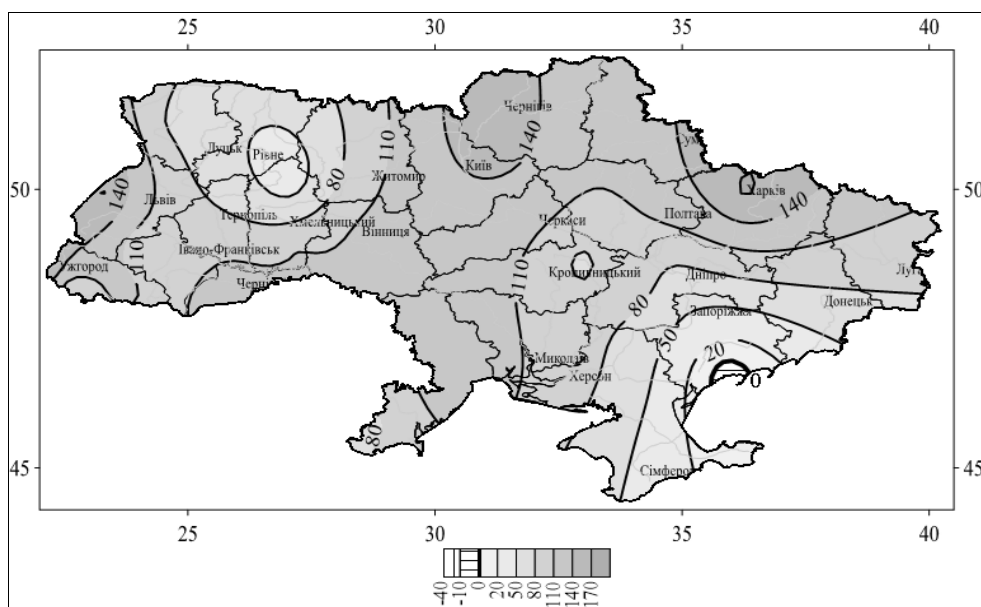


Рис. 1. Відхилення тривалості сонячного саява (ТСС, год) за теплий період року в 1991-2019 рр. відносно 1961-1990 рр.

Згідно з рис. 1, збільшення ТСС у теплий період року поточного тридцятиріччя відносно попереднього було істотним майже по всій території, особливо на північному

сході (Харків), півночі (Чернігів), заході (Яворів, Ужгород) країни. Дещо зменшилась ТСС в осередку півдня (Ботієве). Часткове зменшення ТСС холодного періоду не суттєво вплинуло на формування річної тривалості, що зумовило її збільшення на переважній частині України. Визначені зміни у формуванні ТСС супроводжуються змінами впродовж вегетаційного періоду, з тенденцією посилення посушливості, істотним чином впливають на умови вирощування сільськогосподарських культур у нашій країні; зумовлюючи їх поширення територією.

Проведений аналіз складових радіаційного балансу за останнє 30-річчя визначив їх відхилення щодо попередньої норми.

Надходження короткохвильової радіації у вигляді потоку прямої сонячної радіації безпосередньо від Сонця та розсіяної радіації небосхилу складають сумарну сонячну радіацію, що формує прибуткову частину радіаційного балансу та залежить від кількості й форми хмарності, фізико-хімічних властивостей атмосфери. Режим хмарності унаслідок перетворень атмосферної циркуляції призводить до неоднакових змін сонячної радіації до земної поверхні. Антропогенна складова визначає істотні коливання у надходженні потоків короткохвильової радіації.

Зміна прямої сонячної радіації в 1991-2020 рр. порівняно з 1961-1990 рр. спостерігалась по всій території протягом холодного та теплого періоду року. За холодний період пряма радіація переважно зменшилась по Україні, проте збільшилась у теплий період, про що свідчать значення її відхилення між двома тридцятиріччями (рис. 2).

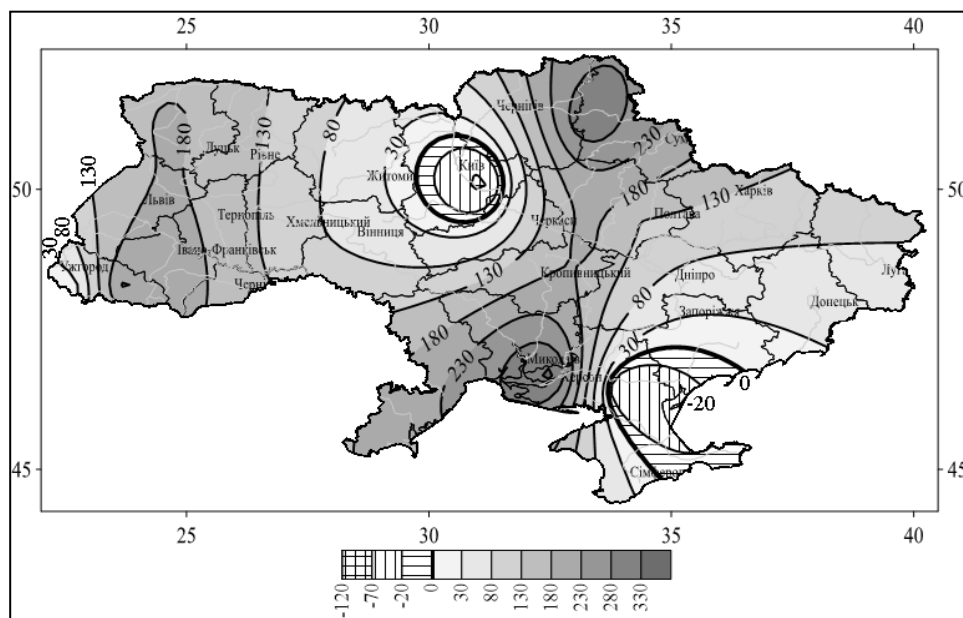


Рис. 2. Відхилення прямої сонячної радіації (S' , МДж/м²) за теплий період року в 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр.

За рис. 2, збільшення прямої радіації відносно попереднього 30-річчя у теплий період року відмічалось на більшості території та було найсуттєвішим на півдні (Херсон, Одеса), північному сході (Конотоп), півночі (Покошичі), заході (Міжгір'я), за рахунок червня та липня. Відчутне зменшення прямої радіації фіксувалось на півночі (Бориспіль), у південному Степу (Асканія Нова).

Проведені розрахунки внеску прямої сонячної радіації у сумарну довели постійне й істотне збільшення прямої радіації протягом теплого періоду та рік у 1991-2020 рр. щодо 1961-1990 рр. (табл. 1).

Згідно з табл. 1, збільшення внеску прямої сонячної радіації у сумарну, здебільшого за теплий період року та рік, у 1990-2020 рр. порівняно з 1961-1990 рр. засвідчувало істотні зміни у надходженні короткохвильової радіації до рівня підстильної поверхні протягом останнього тридцятиріччя.

Таблиця 1. Внесок прямої сонячної радіації у сумарну сонячну радіацію (%) за окремі періоди

Період	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
	Покошичі												
1991-2020	26	32	43	49	56	58	56	58	52	44	27	36	51
1961-1990	26	29	37	43	46	49	48	50	51	40	24	21	45
	Конотоп												
1991-2020	28	36	46	53	59	60	60	60	55	47	31	24	55
1961-1990	31	35	42	44	50	52	51	53	51	43	30	29	48
	Ковель												
1991-2020	21	32	40	48	50	52	51	54	48	41	26	15	47
1961-1990	28	32	40	41	48	48	46	50	44	40	28	22	44
	Бориспіль												
1991-2020	27	31	41	49	53	56	57	57	53	45	28	25	51
1961-1990	31	34	41	46	51	50	51	54	52	46	33	26	48
	Нова Ушиця												
1991-2020	35	33	42	49	53	54	54	59	54	44	31	25	50
1961-1990	29	31	44	44	45	49	50	53	52	47	32	31	46
	Полтава												
1991-2020	30	35	43	50	57	59	60	60	60	49	35	23	54
1961-1990	35	38	43	49	56	54	59	59	58	49	35	27	53
	Міжгір'я												
1991-2020	27	33	40	45	47	48	51	54	48	40	28	22	45
1961-1990	26	35	40	36	38	36	40	43	40	40	28	26	40
	Берегове												
1991-2020	23	32	40	45	50	53	53	57	48	41	26	19	48
1961-1990	24	33	45	44	4/8	46	50	51	49	50	29	25	46
	Одеса												
1991-2020	32	40	46	64	62	64	66	67	62	52	40	34	61
1961-1990	35	37	43	51	59	58	60	56	59	52	37	31	51
	Болград												
1991-2020	39	45	51	54	58	62	64	64	60	57	45	40	58
1961-1990	36	38	46	49	54	56	51	51	58	55	40	35	52
	Херсон												
1991-2020	32	39	45	55	60	62	64	65	61	52	38	30	57
1961-1990	32	34	42	46	54	52	55	59	58	51	33	36	51
	Асканія Нова												
1991-2020	31	35	43	53	57	58	62	61	58	52	37	28	54
1961-1990	33	36	42	46	54	57	56	59	58	52	34	28	52
	Карадаг												
1991-2014	38	43	47	54	62	63	69	67	63	54	43	35	62
1961-1990	36	38	46	49	55	60	60	62	61	54	43	36	55
	Нікітський Сад												
1991-2014	40	44	43	54	63	65	69	69	65	57	49	40	61
1961-1990	40	43	50	55	57	62	63	64	64	58	46	44	58

Суми розсіяної сонячної радіації зменшились у поточному тридцятиріччі щодо попереднього протягом місяців року майже по всій території. Проте за теплий період зменшення розсіяної радіації було суттєвіше ніж за холодний. Від'ємне відхилення розсіяної радіації за теплий період спостерігалось повсюдно по країні (рис. 3).

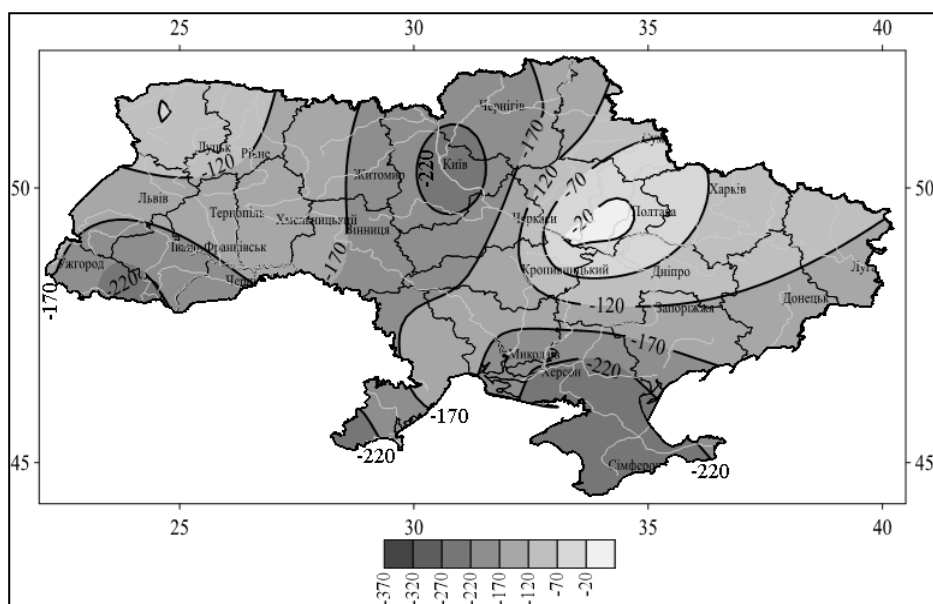


Рис. 3. Відхилення розсіяної сонячної радіації (D , МДж/м²) за теплий період року в 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр.

Зменшення розсіяної радіації між 30-річчями протягом холодного та теплого періоду року, призвело до зменшення річних сум. Найбільші значення від'ємних відхилень річної суми розсіяної радіації спостерігались на півночі (Бориспіль), південному Степу (Асканія Нова), півдні (Болград, Херсон), Закарпатті (Міжгір'я); а за теплий період – у південному Степу (Асканія Нова), на півдні (Болград, Херсон), півночі (Бориспіль), Закарпатті (Міжгір'я) (рис. 3). Незначні від'ємні відхилення за рік і теплу пору відзначались на північному сході (Полтава), у центрі (Світловодськ), на північному заході (Ковель) країни, що відповідає регіонам значного збільшення прямої радіації.

Збільшення прямої радіації між двома 30-річчями за теплий період і зменшення розсіяної за рік призвело до не однозначних змін сумарної сонячної радіації (рис. 4).

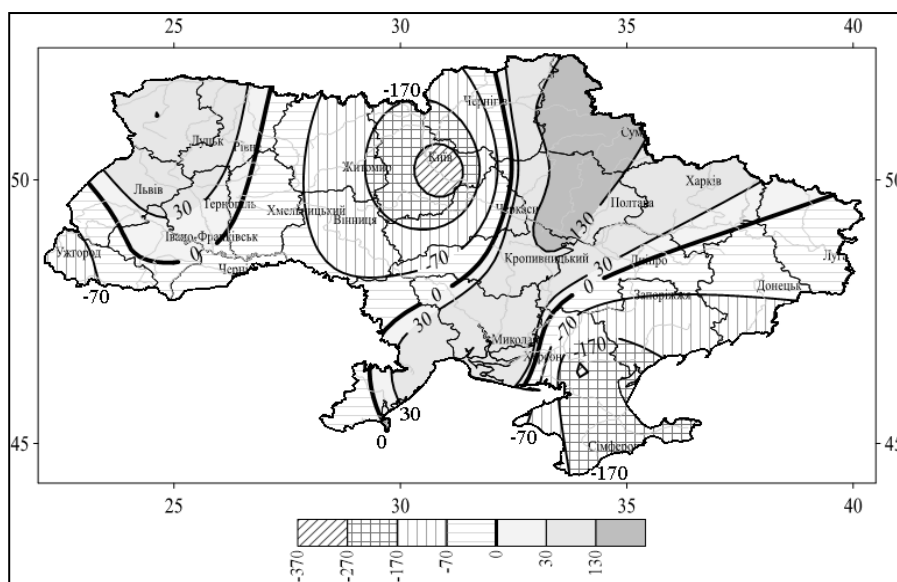


Рис. 4. Відхилення сумарної сонячної радіації (Q , МДж/м²) за теплий період року в 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр.

Сумарна сонячна радіація, що досягає земної поверхні, визначається двома потоками: прямою та розсіяною. У річному ході місячні суми сумарної радіації змінюються

відповідно до річного ходу висоти Сонця, тривалості дня, хмарності та прозорості атмосфери.

У 1991-2020 рр. щодо попереднього 30-річчя спостерігалось суттєве збільшення сумарної радіації протягом року в центрі (Світловодськ), на північному сході (Конотоп, Полтава), півдні (Херсон); а істотне зменшення – на півночі (Бориспіль), південному Степу (Асканія Нова), Закарпатті (Берегове). При цьому, згідно з рис. 4, сумарна радіація у теплий період року суттєво збільшилась у центрі (Світловодськ), на північному сході (Конотоп, Полтава), відчутно на північному заході (Ковель), півдні (Херсон); а найбільше зменшилась – на півночі (Бориспіль), у південному Степу (Асканія Нова), значно на Закарпатті (Берегове).

Альbedo підстильної поверхні характеризує відбивну спроможність підстильної поверхні та визначається процентним відношенням відбитої сонячної радіації до сумарної. Протягом року альbedo характеризується істотною мінливістю у холодний період і стабільністю у теплий.

Особливість результатів порівняння альbedo підстильної поверхні в 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр. визначалась незначними коливаннями по території країни. Протягом теплового періоду року до останнього тридцятиріччя альbedo переважно збільшувалось, що відбувалось внаслідок зміни атмосферних процесів і призводило до освітлення дієвої поверхні (рис. 5).

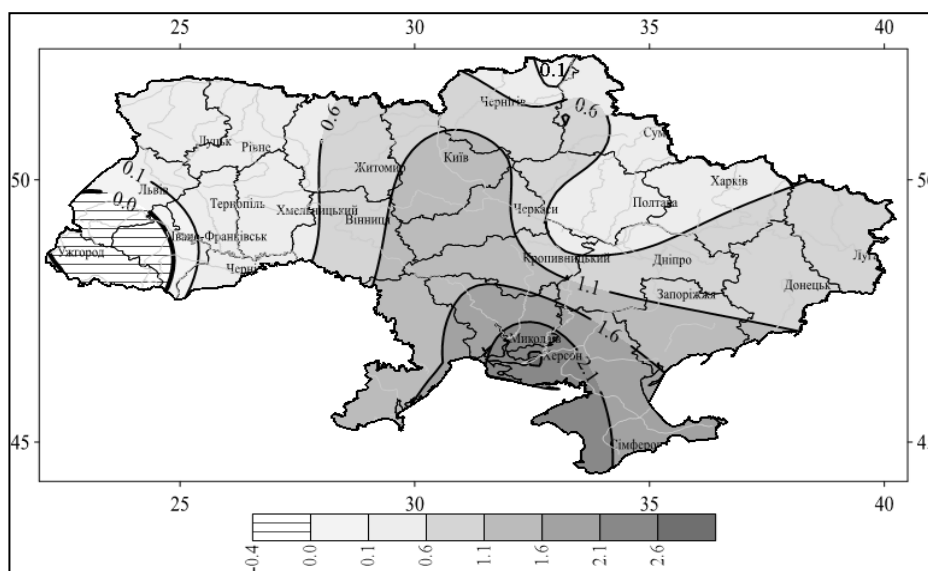


Рис. 5. Відхилення альbedo підстильної поверхні ($A_s\%$) за теплий період року в 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр.

За рис. 5, переважно спостерігалось збільшення альbedo між 30-чними періодами по території, особливо на півдні (Херсон, Одеса), у південному Степу (Асканія Нова) та на півночі (Бориспіль); при локальному зменшенні на Закарпатті (Міжгір'я).

Радіаційний баланс – це різниця між надходженням і витратою променистої енергії, що поглинається та випромінюється підстильною поверхнею й атмосферою або системою земна поверхня - атмосфера. Формування радіаційного балансу визначається тривалістю сонячного сяйва, хмарністю, прозорістю та стратифікацією атмосфери, характером і станом підстильної поверхні. Радіаційний баланс впливає на температурний режим ґрунту та прилеглих шарів повітря, процеси випаровування та транспірації, формує різні макро - та мікрокліматичні особливості окремих територій, а його коливання призводить до їх істотної мінливості.

Зміна складових радіаційного балансу за поточне тридцятиріччя відносно попередньої норми стало основою для визначення коливань, що відбулись із радіаційним балансом підстильної поверхні.

У 1991-2020 рр. радіаційний баланс підстильної поверхні за рік, і зокрема теплий період, збільшився відносно 1961-1990 рр. на більшій частині країни (рис.6).

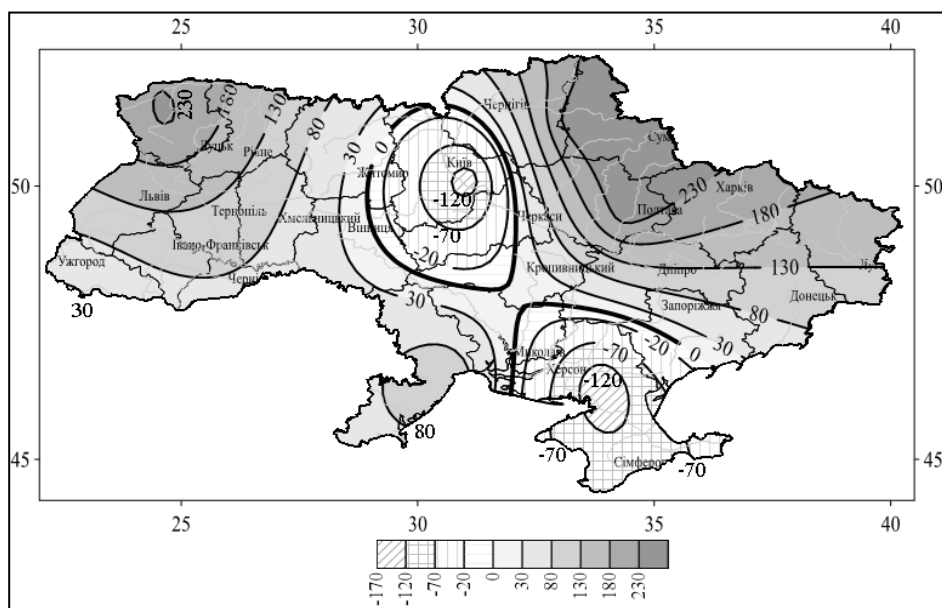


Рис. 6. Відхилення радіаційного балансу (В, МДж/м²) за теплий період року в 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр.

Згідно з рис. 6, найбільше збільшення значень радіаційного балансу за теплий період у останньому 30-річчі відносно попереднього спостерігалось на північному сході (Конотоп, Полтава), північному заході (Ковель), півночі (Покошичі). Найбільше зменшення радіаційного балансу відзначено у південному Степу (Асканія Нова) та на півночі (Бориспіль). Отримані результати відповідають розподілу сумарної радіації.

Висновки. За результатами проведених розрахунків визначено зміни складових радіаційного режиму за окремі місяці, періоди року та рік у 1991-2020 рр. відносно 1961-1990 рр.:

1. Характерним є збільшення на більшій території за теплий період тривалості сонячного сяйва та прямої сонячної радіації, особливо на північному сході, півночі, заході, та прямої радіації ще на півдні. Дещо локально зменшилась ТСС на півдні, а пряма радіація – відчутно на півночі, у південному Степу.

2. Зменшилась розсіяна радіація практично у всі місяці майже повсюдно в Україні, особливо у південному Степу, на півдні, півночі, Закарпатті. Незначними були зменшення за рік і теплу пору на північному сході, північному заході, у центрі, що відповідає регіонам значного збільшення прямої радіації.

3. Частково збільшилась сумарна радіація, зокрема протягом теплого періоду, особливо у центрі, на північному сході, відчутно на північному заході, півдні; а істотно зменшилась на півночі, у південному Степу, значно на Закарпатті.

4. Дещо збільшилось альбедо підстильної поверхні на більшій території, особливо за теплий період на півдні, у південному Степу; при деякому зменшенні на Закарпатті.

5. Збільшився радіаційний баланс підстильної поверхні, зокрема у теплий період, на значній території, значно на північному сході, північному заході, півночі; але істотно зменшився у південному Степу, на півночі; що відповідає розподілу сумарної радіації.

Визначені зміни у формуванні складових радіаційного режиму супроводжуються коливаннями за вегетаційний період, із тенденцією посилення посушливості; що впливає на умови вирощування сільськогосподарських культур у нашій країні, зумовлюючи поширення території. Їх значущість у енергетиці обумовлена необхідністю визначення рентабельності експлуатації геліоенергетичних установок для виробництва електричної енергії. Отримані висновки важливі для використання у будівництві й експлуатації споруд різного призначення та кліматичного обслуговування галузей економіки.

Список літератури

1. Заболоцька Т.М., Шпиг В.М., Ціла А.Ю. Циркуляційні процеси та хмарний покрив упродовж періоду глобального потепління. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. №1 (59). С. 76-91. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.1.8>
2. Мартазінова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха на протяжении XX века и ее влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха в Украине. *Геофизич. журн.* 2006. Т. 1 (28). С. 51-60.
3. Мартазінова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменения атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке. *Укр. геогр. журн.* 2007. № 3. С. 10-19.
4. Осадчий В.І., Бабіченко В.М., Набіванець Ю.Б., Скринник О.Я. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень. К.: Ніка-центр, 2013. 308 с.
5. Рибченко Л.С. Тривалість сонячного сяйва. *Клімат України: колективна монографія / за ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко*. К.: Вид-во Раєвського, 2003. С. 42-45; Її ж. Розсіяна сонячна радіація. Сумарна сонячна радіація. Альbedo підстильної поверхні і поглинута короткохвильова радіація. Ефективне випромінювання. Радіаційний баланс. *Клімат України: колективна монографія / за ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко*. К.: Вид-во Раєвського, 2003. С. 50-65.
6. Рибченко Л.С. Про радіаційний баланс підстильної поверхні в Україні. *Зб. наук. праць. ВІСНУ ім. Т.Шевченка*. 2007. Вип. 8. С. 42-50.
7. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Зміна тривалості сонячного сяйва в Україні за останнє двадцятиріччя. *Фізична географія та геоморфологія*. 2009. Вип. 57. С. 96-104. URL: https://www.researchgate.net/profile/Alina_Semergeri-Chumachenko/publication/315457786_STATISTICNI_HARAKTERISTIKI_SVIDKOSTI_VITRU_NAD_SHODOM_UKRAINI_U_SICNI_NA_FONI_KLIMATICNIH_ZMIN_httpaokornusatuaBOOKSFG57pdfpage23/inks/58d0e82aaca272df6a6c5461/STATISTICNI-HARAKTERISTIKI-SVIDKOSTI-VITRU-NAD-SHODOM-UKRAINI-U-SICNI-NA-FONI-KLIMATICNIH-ZMIN-httpaokornusatua-BOOKS-FG57pdfpage23.pdf
<http://surl.li/cpdzcc>
8. Рибченко Л.С., Ревера Т.О. Сумарна сонячна радіація та альbedo підстильної поверхні в Україні. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2007. Вип. 256. С. 99-112.
9. Рибченко Л.С. Радіаційний режим на території України в холодний і теплий періоди. *Укр. геогр. жур.* 2010. № 4. С. 28-36.
10. Рибченко Л.С. Сонячне сяйво. Радіаційний баланс підстильної поверхні. *Клімат Києва: колективна монографія / за ред. В.І.Осадчого, О.О.Косовця, В.М.Бабіченко*. К.: Ніка-Центр, 2010. С. 29-48.
11. Рыбченко Л.С., Савчук С.В. Радиационный режим Украины в условиях изменения климата. *Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: Материалы Международной научной конференции*. Минск. 5-8 мая 2015 г. Белорус. гос. ун-т. Минск: Изд. Центр БГУ, 2015. С. 131-133. URL: <https://istina.msu.ru/download/9593547/1dWz4i:LEdDKJ-6GKNVydxcPaJRxxhzFI/>

References

1. Zabolots'ka T.M., Shpyh V.M., Tsila A.YU. Tsyrukulyatsiyni protsesy ta khmarnyy pokryv uprodovzh periodu hlobal'noho poteplinnya [Circulation processes and cloud cover during the period of global warming]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya*. 2021. №1 (59). S. 76-91. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.1.8>
2. Martazinova V.F., Ivanova Ye.K., Chayka D.YU. Izmeneniya krupnomasshtabnoy atmosferno y tsirkulyatsii vozdukha na protyazhenii KHKH veka i yeye vliyaniye na pogodnyye usloviya i regional'nyuyu tsirkulyatsiyu vozdukha v Ukraine [Changes in large-scale atmospheric air circulation during the 20th century and its impact on weather conditions and regional air circulation in Ukraine]. *Neofizych. zhurn.* 2006. T. 1 (28). S. 51-60.
3. Martazinova V.F., Ivanova Ye.K., Chayka D.YU. Izmeneniya atmosferno y tsirkulyatsii v Severnom polusharii v techeniye perioda global'nogo potepleniya v KHKH veke [Changes in atmospheric circulation in the Northern Hemisphere during the period of global warming in the 20th century]. *Ukr. heohr. zhurn.* 2007. № 3. S. 10-19.
4. Osadchyy V.I., Babichenko V.M., Nabivanets' YU.B., Skrynnyk O.YA. Dynamika temperatury povitrya v Ukrayini za period instrumental'nykh meteorolohichnykh sposterezhen' [Dynamics of air temperature in Ukraine during the period of instrumental meteorological observations]. K.: Nika-tsentr, 2013. 308 s.
5. Rybchenko L.S. Tryvalist' sonyachnoho syayva [Duration of sunshine]. *Klimat Ukrayiny [Climate of Ukraine]: kolektyvna monohrafiya / za red. V.M.Lipins'koho, V.A.Dyachuka, V.M.Babichenko*. K.: Vyd-ISSN:2306-5680 *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 3 (65)

vo Rayevs'koho, 2003. S. 42-45; Her same. Rozsiyana sonyachna radiatsiya [Diffuse solar radiation]. Sumarna sonyachna radiatsiya [Total radiation]. Al'bedo pidstyl'noyi poverkhni i pohlynuta korotkikhvyl'ova radiatsiya [Albedo of the understory surface and absorbed short-wave solar radiation]. Efektyvne vyprominyuvannya [Effective radiation]. Radiatsiynyy balans [Radiation balance]. *Klimat Ukrayiny [Climate of Ukraine]: kolektyvna monohrafiya / za red. V.M.Lipins'koho, V.A.Dyachuka, V.M.Babichenko. K.: Vyd-vo Rayevs'koho, 2003. S. 50-65.*

6. Rybchenko L.S. Pro radiatsiynyy balans pidstyl'noyi poverkhni v Ukrayini [About the radiation balance of the subsoil surface in Ukraine]. *Zb. nauk prats'. VIKNU im. T.Shevchenka. 2007. Vyp. 8. S.42-50.*

7. Rybchenko L.S., Savchuk S.V. Zmina tryvalosti sonyachnoho syayva v Ukrayini za ostannyye dvadtsyatyrichchya [Changes in the duration of sunshine in Ukraine over the last twenty years]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya. 2009. Vyp. 57. S. 96-104. URL: https://www.researchgate.net/profile/Alina_Semergeri-Chumachenko/publication/315457786_STATISTICNI_HARAKTERISTIKI_SVIDKOSTI_VITRU_NAD_SH_ODOM_UKRAINI_U_SICNI_NA_FONI_KLIMATICNIH_ZMIN_httpaokornusatuaBOOKSFG57pdfpage23/inks/58d0e82aaca272df6a6c5461/STATISTICNI-HARAKTERISTIKI-SVIDKOSTI-VITRU-NAD-SHODOM-UKRAINI-U-SICNI-NA-FONI-KLIMATICNIH-ZMIN-http-aokornusatua-BOOKS-FG57pdfpage23.pdf*

8. Rybchenko L.S., Revera T.O. Sumarna sonyachna radiatsiya ta al'bedo pidstyl'noyi poverkhni v Ukrayini [Total solar radiation and albedo of the understory surface in Ukraine]. *Naukovi pratsi UkrNDHMI. 2007. Vyp. 256. S. 99-112.*

9. Rybchenko L.S. Radiatsiynyy rezhym na terytoriyi Ukrayiny v kholodnyy i teplyy periody [Radiation regime on the territory of Ukraine in cold and warm periods]. *Ukr. heohr. zhur. 2010. № 4. S. 28-36.*

10. Rybchenko L.S. Sonyachne syayvo. Radiatsiynyy balans pidstyl'noyi poverkhni [Sunshine. Radiation balance of the underlying surface]. *Klimat Kyveva [The climate of Kyiv]: kolektyvna monohrafiya / za red. V.I.Osadchoho, O.O.Kosovtsya, V.M.Babichenko. K.: Nika-tsentr, 2010. S.29-48.*

11. Ribchenko L.S., Savchuk S.V. Radiatsiynyy rezhim Ukrainy v usloviyakh izmeneniya klimata [Radiation regime of Ukraine in the context of climate change]. *Problemy gidrometeorologicheskogo obespecheniya khozyaystvennoy deyatel'nosti v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Minsk. 5-8 maya 2015. Belarus. gos. un-t [Problems of hydrometeorological support of economic activity in a changing climate: materials of the International scientific conference. Minsk. May 5-8, 2015 Belarus. state un-t.]. Minsk: Izd. Tsentru BGU, 2015. S. 131-133. URL: <https://istina.msu.ru/download/9593547/1dWz4i:LEdDKJ-6GKNVdcxPaJRxxhzFI/>*

Determination of changes in the component radiation regime of solar radiation for 1991-2020 years in relation to 1961-1990 years in Ukraine

Rybchenko L.S., Savchuk S.V.

During the observation period, significant changes in the influx of short-wave solar radiation due to the conditions of their passage through the Earth's atmosphere and reflection from the underlying surface are registered. In the course of the study, the archive of observations of the meteorological and actinometric observation network of the Borys Sreznevsky Central Geophysical Observatory of the State Emergency Service of Ukraine was involved. A database of individual components of the Solar radiation regime has been compiled. Based on the methods of mathematical statistics, calculations of their spatial and temporal distribution on the territory of Ukraine were carried out. The results of changes in the components of the Solar radiation regime: direct, diffuse, and total solar radiation, albedo of the underlying surface, complete radiation balance and duration of sunshine during individual months, cold and warm periods, and year for the last three decades (1991-2020) relative to the climatological standard norm (1961-1990). Features of the modern climate affect the distribution of the components of the radiation regime and their change over the last three decades. This determines the expediency of determining the dynamics of the components of the radiation regime and their spatial distribution. The following components of the radiation regime experienced the greatest changes: duration of sunshine, direct and diffuse solar radiation. An increase in the duration of sunshine and direct solar radiation in the warm period of the year in a larger area of the country is characteristic. Scattered solar radiation decreased in almost all months of the cold and warm period almost everywhere in Ukraine. The total radiation increased during the warm period of the year, especially in the north and in the southern Steppe. The albedo of the underlying surface increased slightly, especially during the warm period in the south. The total radiation balance increased over a large area of the country, especially in the northeast and northwest. The determined changes in the formation of the components of the radiation regime are accompanied by changes during the growing season, with a tendency to increasing aridity and significantly affect the conditions for growing agricultural crops in Ukraine, which causes their spread across the territory. Their importance in the energy sector is due to the need to determine the profitability of operating solar energy plants for the production of electricity. The obtained conclusions are important for the use in the construction and operation of buildings of various purposes, as well as in general for climatic management of sectors of economy.

Key words: components of the radiation regime of solar radiation.

Надійшла до редколегії 03.08.2022