

СОНЯЧНА РАДІАЦІЯ В КИЄВІ ТА ОДЕСІ ЗА ЯСНОГО НЕБА

Приведено результати аналізу складових сумарної радіації за 1961-2010 рр. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. за ясного неба в Києві. Показано зміни складових радіаційного балансу і характеристик прозорості атмосфери за десятиріччями протягом 1961-2010 рр. в Києві та Одесі.

Ключові слова: складові сумарної сонячної радіації, прозорість атмосфери, радіаційний баланс, кліматологічна стандартна норма.

Сонячна радіація, проходячи крізь атмосферу, поглинається і розсіюється атмосферними газами та зваженими в повітрі рідкими й твердими частками. Короткохвильова сонячна радіація досягає земної поверхні у вигляді прямої радіації від Сонця і розсіяної радіації небосхилу. Сонячна радіація частково відбивається від підстильної поверхні, а радіація, яка поглинається, перетворюється на тепло і нагріває поверхню. Різниця між випромінюванням земної поверхні та противипромінюванням атмосфери становить ефективне випромінювання. Радіаційний баланс є різницею між надходженням і витратою променистої енергії, яка поглинається й випромінюється підстильною поверхнею. У надходженні променистої енергії Сонця до земної поверхні та її перерозподілі за ясного неба і середньої прозорості атмосфери вирішальне значення набуває астрономічний фактор. За таких умов найбільш істотно розкриваються закономірності добового та річного ходу радіації. Взаємодія сонячного, атмосферного й земного випромінювання порушується внаслідок природних та антропогенних чинників [1-2, 4, 6-12].

Формування клімату визначається взаємодією сонячної радіації в атмосфері внаслідок оптично активних малих газових компонентів, які визначають хімічні та фотохімічні процеси, що формують склад атмосфери як фактора кліматоутворення [3,5].

Продуктом складної взаємодії хімічних і фізичних процесів є атмосферний аерозоль, який визначає прозорість атмосфери і впливає на клімат, зумовлюючи надходження коротко- і довгохвильової радіації.

Метою проведених досліджень є визначення коливань складових сумарної радіації за ясного неба в районі Києва за 1961-2010 рр. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. та аналіз змін складових радіаційного балансу й прозорості атмосфери в полудень протягом року за окремі десятиріччя 1961-2010 рр. у Києві та Одесі.

Результати досліджень

Сонячна радіація є одним з основних кліматоутворювальних факторів і в сучасних умовах потепління клімату дослідження її коливання за ясного неба має наукове і практичне значення. Для визначення змін короткохвильової радіації за 1961-2010 рр. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. проведено порівняння сум прямої, розсіяної та сумарної радіації за два періоди в Києві (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння сум прямої на горизонтальну поверхню, розсіяної та сумарної сонячної радіації (МДж/м²) за два періоди. Київ

Період, роки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Пряма радіація на горизонтальну поверхню												
1961-2010	109	186	358	483	628	665	647	531	388	266	137	84
1961-1990	109	193	378	499	640	665	644	538	393	287	143	84
Різниця	0	-7	-20	-16	-12	0	3	-7	-5	-21	-6	0
Різниця (%)	0	-4	-6	-3	-2	0	0	-1	-1	-8	-4	0
Розсіяна радіація												
1961-2010	55	76	125	161	180	193	189	168	123	83	56	42
1961-1990	55	78	129	165	191	208	196	171	123	82	58	42
Різниця	0	-2	-4	-4	-11	-15	-7	-3	0	1	-2	0
Різниця (%)	0	-3	-3	-2	-6	-8	-4	-2	0	1	-2	0
Сумарна радіація												
1961-2010	164	260	480	642	808	857	829	699	511	351	191	126
1961-1990	164	271	506	664	831	872	840	709	515	369	201	126
Різниця	0	-11	-26	-22	-23	-15	-11	-10	-4	-18	-10	0
Різниця (%)	0	-4	-6	-3	-3	-2	-1	-1	-1	-5	-5	0

Пряма сонячна радіація за п'ятдесятирічний період зменшилась відносно норми наприкінці зими, весною та восени, а найбільше в березні

(6 %) і жовтні (8 %). Більшу частину зими, влітку і на початку осені вона майже не зазнала змін. Розсіяна радіація також зменшилась, що особливо помітно в кінці весни (травень – 6 %) і на початку літа (червень – 8 %). Сумарна радіація внаслідок неоднозначних коливань її складових дещо зменшилась на початку і наприкінці зими (грудень – 3 %, лютий – 4 %), весною (найбільше в березні – 6 %) і восени (жовтень і листопад – 5 %). У середині зими, влітку й на початку осені (червень-вересень) вона не змінилась.

Коливання інтенсивності прямої, розсіяної і сумарної радіації в полудень (1961-2010 рр.) у грудні й червні, коли спостерігаються мінімальні й максимальні її значення та в середині весни (квітень) і осені (жовтень) наведено на рис. 1.

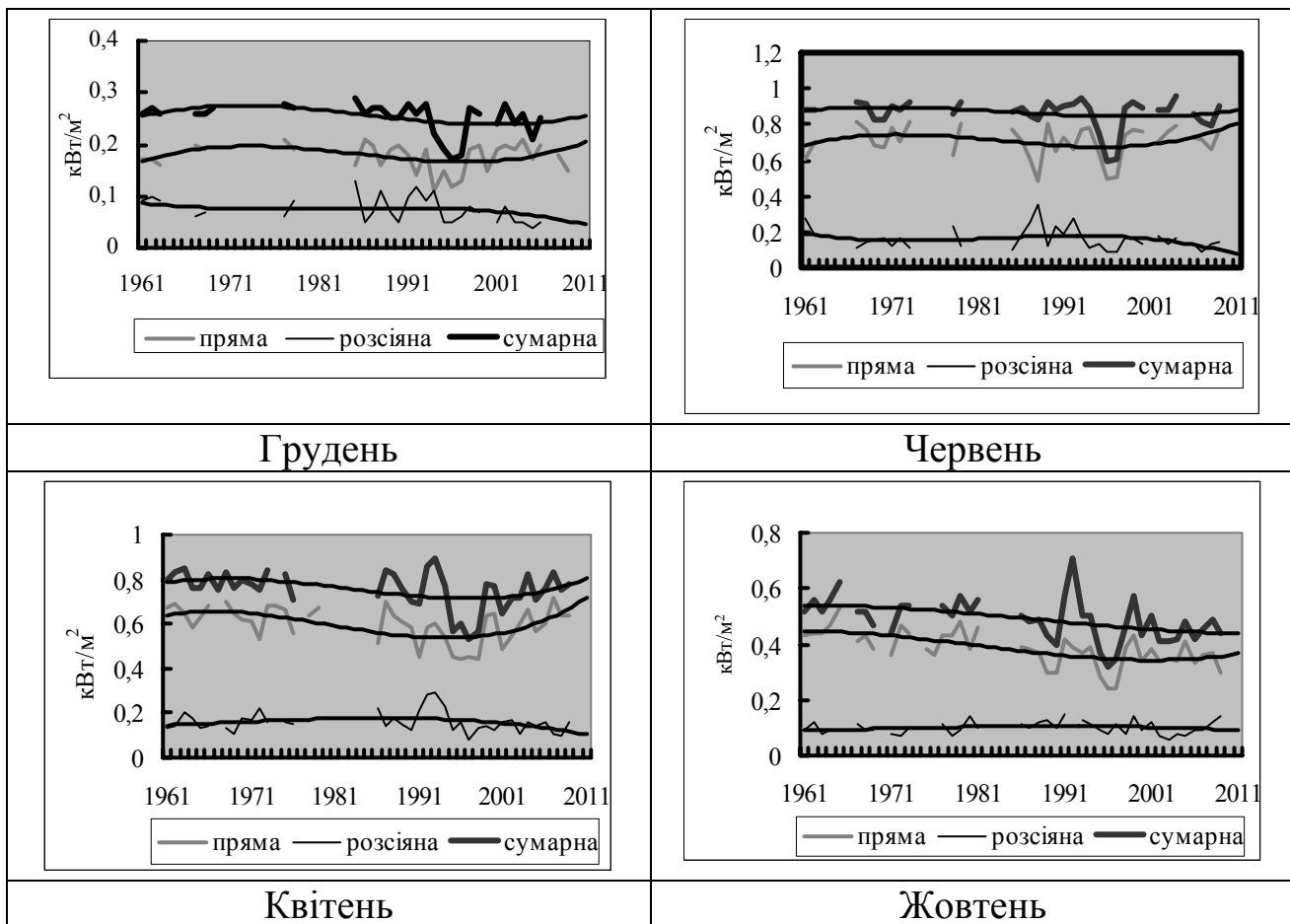


Рис. 1. Хід складових сумарної радіації (кВт/м²) за 1961-2010 рр. Київ

У квітні, червні та грудні пряма й сумарна сонячна радіація після зменшення від початку спостережень до середини 90-х років ХХ ст. надалі збільшується. За аналогічний період розсіяна радіація, неістотно

збільшуючись від початку спостережень до середини 90-х років ХХ ст., у подальшому поступово зменшується. У жовтні пряма й сумарна радіація скорочується протягом періоду вимірів, а розсіяна радіація майже не змінюється.

Аналіз енергетичної освітленості прямої радіації на перпендикулярну поверхню, коефіцієнта прозорості і фактора мутності в полудень за найбільшої висоти Сонця та максимального потоку радіації, зумовленого оптичними властивостями атмосфери, проведено за десятиріччями 1961-2010 рр. і представлено для центральних місяців сезонів у табл. 2.

Таблиця 2

Енергетична освітленість прямої сонячної радіації (кВт/м²) на перпендикулярну поверхню, коефіцієнт прозорості та фактор мутності в полудень за десятиріччями. Київ

Десятиріччя	I	IV	VII	X
Енергетична освітленість прямої радіації				
1961-1970	0,76	0,85	0,84	0,84
1971-1980	0,71	0,83	0,81	0,82
1981-1990	0,69	0,79	0,75	0,74
1991-2000	0,59	0,69	0,79	0,67
2001-2010	0,73	0,80	0,78	0,73
Коефіцієнт прозорості				
1961-1970	0,79	0,72	0,70	0,77
1971-1980	0,77	0,71	0,67	0,76
1981-1990	0,76	0,67	0,63	0,73
1991-2000	0,71	0,62	0,66	0,69
2001-2010	0,78	0,68	0,65	0,72
Фактор мутності				
1961-1970	2,34	3,31	3,57	2,66
1971-1980	2,58	3,41	3,94	2,80
1981-1990	2,71	3,94	4,59	3,22
1991-2000	3,36	4,85	4,16	3,72
2001-2010	2,50	3,83	4,28	3,31

Найменша енергетична освітленість прямої радіації, майже протягом року, виявилась у десятиріччя 1991-2000 рр., а найбільша – у перше десятиріччя 1961-1970 рр. Розбіжність між максимальною інтенсивністю

прямої радіації і кліматологічною стандартною нормою 1961-1990 рр. становила 15-19 % у холодний період року (листопад-березень) і за теплої пори (квітень-жовтень) – 6-10 %.

Найменш прозорою атмосфера була в кінці ХХ ст., крім літніх місяців, та залишалась найбільшою у перше десятиріччя (1961-1970 рр.), майже протягом року. В останнє десятиріччя періоду спостережень коефіцієнт прозорості атмосфери істотно збільшився і наблизився до значень першого десятиріччя. Фактор мутності як більш чутлива характеристика стану атмосфери виявив більші розбіжності за окремі десятиріччя. Так, найбільшою мутністю відзначилось останнє десятиріччя ХХ ст. (1991-2000 рр.), окрім літніх місяців з найвищою мутністю за попереднє десятиріччя (1981-1990 рр.). Найменша мутність спостерігалася на початку спостережень (1961-1970 рр.).

Енергетична освітленість прямої радіації на горизонтальну поверхню, розсіяної, сумарної, поглинутої сонячної радіації та радіаційного балансу в полудень за десятиріччями в Києві зазнала коливань за 1961-2010 рр. (табл. 3). Найменшою пряма радіація була майже протягом року в кінці ХХ ст. (1991-2000 рр.), а найбільшою на початку спостережень (1961-1970 рр.), у травні-червні найвищими є значення в кінці вимірів (2001-2010 рр.). Розсіяна радіація мінімальною була майже протягом року в останнє десятиріччя (2001-2010 рр.) з найбільшими значеннями за середнє десятиріччя (1981-1990 рр.). Сумарна сонячна радіація, зумовлена надходженням прямої радіації, найменша – у кінці ХХ ст. (1991-2000 рр.) окрім липня-серпня, що є мінімальними в середині періоду спостережень (1981-1990 рр.) та відзначилася найбільшими значеннями протягом року на початку спостережень (1961-1970 рр.).

Поглинута радіація, як і сумарна, була мінімальною протягом більшої частини року в кінці ХХ ст. (1991-2000 рр.), крім середини літа та початку осені. З липня до вересня вона була найменшою в середині періоду спостережень (1981-1990 рр.) та в грудні на початку ХХІ ст. (2001-2010 рр.). Найбільшою поглинута радіація була на початку спостережень у першому десятиріччі.

Радіаційний баланс найменшим виявився для більшості місяців за середнє десятиріччя (1981-1990 рр.) і найбільшим у перше десятиріччя (1961-1970 рр.). У грудні він підвищився в останнє десятиріччя в 4,5 рази відносно середнього, а порівняно з 1961-1990 рр. збільшився на 80 %. У жовтні відмічалось поступове зниження всіх зазначених складових радіаційного балансу протягом періоду спостережень. У табл. 3 складові радіаційного балансу представлено в полудень для центральних місяців сезонів.

Таблиця 3

Енергетична освітленість (кВт/м²) прямої на горизонтальну поверхню, розсіяної, сумарної, поглинутої сонячної радіації та радіаційного балансу в полудень за десятиріччями в Києві

Десятиріччя	I	IV	VII	X
Пряма радіація на горизонтальну поверхню				
1961-1970	0,24	0,65	0,72	0,44
1971-1980	0,22	0,63	0,69	0,41
1981-1990	0,22	0,64	0,65	0,37
1991-2000	0,19	0,52	0,69	0,35
2001-2010	0,23	0,61	0,68	0,35
Розсіяна радіація				
1961-1970	0,09	0,15	0,15	0,10
1971-1980	0,09	0,17	0,15	0,10
1981-1990	0,10	0,16	0,17	0,11
1991-2000	0,09	0,18	0,15	0,11
2001-2010	0,07	0,14	0,15	0,09
Сумарна радіація				
1961-1970	0,33	0,80	0,87	0,54
1971-1980	0,31	0,80	0,84	0,51
1981-1990	0,32	0,80	0,82	0,48
1991-2000	0,28	0,70	0,84	0,46
2001-2010	0,30	0,75	0,85	0,44
Поглинута радіація				
1961-1970	0,11	0,67	0,70	0,44
1971-1980	0,14	0,66	0,66	0,40
1981-1990	0,14	0,64	0,64	0,38
1991-2000	0,14	0,56	0,66	0,35
2001-2010	0,15	0,60	0,68	0,34
Радіаційний баланс				
1961-1970	0,09	0,56	0,57	0,33
1971-1980	0,08	0,51	0,56	0,30
1981-1990	0,05	0,46	0,60	0,27
1991-2000	0,06	0,45	0,59	0,25
2001-2010	0,10	0,46	0,57	0,26

Хід прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації (кВт/м²) у полудень за десятиріччями в червні за найвищої висоти Сонця та максимальних значень радіації протягом року для Києва представлено на рис. 2.

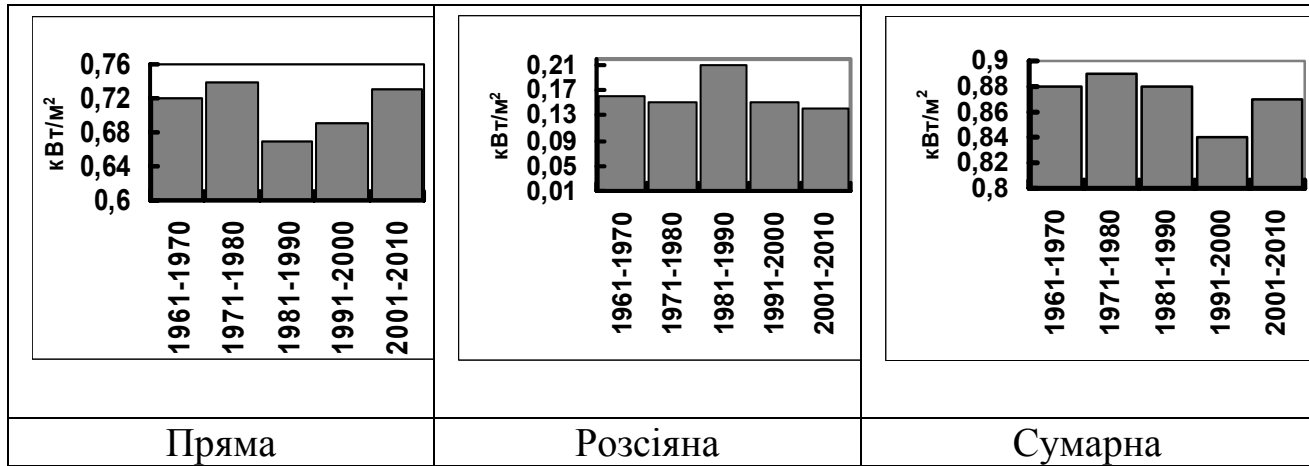


Рис. 2. Хід складових сумарної сонячної радіації (кВт/м²) у полудень за десятиріччями в червні. Київ

Щодо розподілу прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації протягом п'ятдесятиріччя, то найбільш різкі зміни притаманні прямій радіації. І це зумовило неоднозначні зміни сумарної радіації. Хід розсіяної радіації демонструє більшу поступовість за окремі десятиріччя, що характеризується зменшенням надходження за весь період спостережень та різким збільшенням за третє десятиріччя 1981-1990 рр. Енергетична освітленість прямої радіації на горизонтальну поверхню за аналогічне десятиріччя була найменшою за весь період вимірів. В останнє десятиріччя (на початку ХХІ ст.) її інтенсивність значно збільшилась і дещо наблизилась до найбільших значень другого десятиріччя періоду спостережень, проте це не вплинуло на суттєве зростання сумарної сонячної радіації внаслідок постійного зниження розсіяної радіації.

Для порівняння з Києвом, що розміщений на півночі країни, за інтенсивністю прямої радіації (кВт/м²) на перпендикулярну поверхню розраховано коефіцієнт прозорості та фактор мутності в полудень за десятиріччями на півдні Чорноморського узбережжя в Одесі та представлено для центральних місяців сезонів у табл. 4. За п'ятдесятирічний період спостережень в Одесі (1961-2010 рр.) відмічалось поступове зменшення прямої сонячної радіації, що призвело до мінімальних значень у третьому десятиріччі (1981-1990 рр.) і

відзначилось найнижчою прозорістю атмосфери та найбільшим фактором мутності. За два останні десятиріччя відбулося зростання прозорості атмосфери і зменшення мутності, а це зумовило найбільшу енергетичну освітленість прямої сонячної радіації за період вимірів.

Таблиця 4

Енергетична освітленість прямої сонячної радіації (кВт/м²) на перпендикулярну поверхню, коефіцієнт прозорості та фактор мутності в полудень за десятиріччями. Одеса

Десятиріччя	I	IV	VII	X
Енергетична освітленість прямої радіації				
1961-1970	0,67	0,82	0,80	0,77
1971-1980	0,71	0,79	0,73	0,72
1981-1990	0,65	0,75	0,73	0,71
1991-2000	0,74	0,81	0,80	0,77
2001-2010	0,79	0,83	0,81	0,82
Коефіцієнт прозорості				
1961-1970	0,73	0,69	0,67	0,71
1971-1980	0,75	0,67	0,62	0,70
1981-1990	0,71	0,64	0,62	0,70
1991-2000	0,76	0,69	0,67	0,71
2001-2010	0,78	0,70	0,67	0,74
Фактор мутності				
1961-1970	3,22	3,72	4,05	3,36
1971-1980	2,94	4,05	4,85	3,62
1981-1990	3,36	4,47	4,85	3,62
1991-2000	2,76	3,78	4,05	3,41
2001-2010	2,50	3,57	3,94	3,03

Коливання енергетичної освітленості прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації в полудень за грудень і червень (мінімальні й максимальні значення протягом року) та для центральних місяців весни (квітень) і осені (жовтень) за п'ятидесятирічний період спостережень в Одесі наведено на рис. 3.

Згідно з ходом прямої і сумарної сонячної радіації відбувалось їх поступове зменшення від початку спостережень до середини 80-х років ХХ ст., що в подальшому змінилось зростанням.

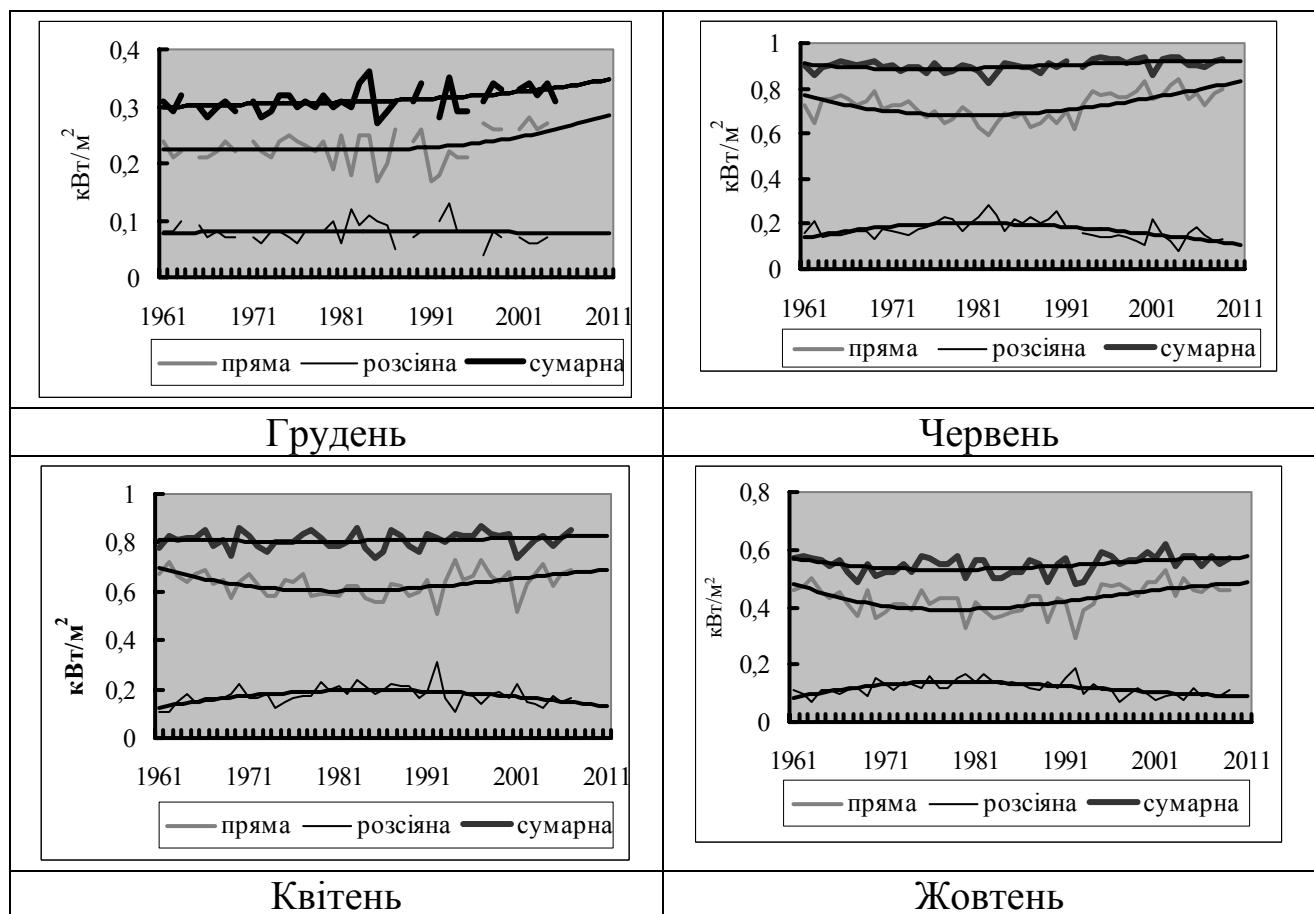


Рис. 3. Хід прямої, розсіяної і сумарної сонячної радіації (кВт/м²) у полудень за 1961-2010 рр. Одеса

Розсіяна радіація сонячна радіація характеризується більш згладженим ходом часового розподілу протягом періоду вимірів. У червні, квітні та жовтні початок спостережень відзначився її неістотним збільшенням, який продовжувався аж до початку 90-х років ХХ ст. Надалі відбувається поступове зменшення розсіяної радіації, а протягом останнього десятиріччя ХХІ ст. в жовтні спостерігається стабілізація її значень. У грудні розсіяна сонячна радіація залишалась майже незмінною протягом періоду спостережень.

Коливання енергетичної освітленості прямої на горизонтальну поверхню, розсіяної, сумарної, поглинутої сонячної радіації та радіаційного балансу підстильної поверхні за десятиріччями п'ятдесятирічного періоду спостережень у полудень для центральних місяців сезонів в Одесі представлено в табл. 5.

Найменшою пряма сонячна радіація на горизонтальну поверхню виявилась у середині п'ятдесятиріччя (1981-1990 рр.), а найбільшою – в

останнє десятиріччя (на початку ХХІ ст.), коли розсіяна радіація була мінімальною. Максимальна розсіяна радіація спостерігалась у 1981-1990 рр.

Таблиця 5

Енергетична освітленість (кВт/м²) прямої на горизонтальну поверхню, розсіяної, сумарної і поглинутої сонячної радіації та радіаційного балансу в полудень за десятиріччями. Одеса

Десятиріччя	I	IV	VII	X
Пряма радіація на горизонтальну поверхню				
1961-1970	0,26	0,65	0,72	0,44
1971-1980	0,27	0,62	0,65	0,41
1981-1990	0,25	0,59	0,66	0,40
1991-2000	0,30	0,66	0,72	0,43
2001-2010	0,31	0,65	0,75	0,48
Розсіяна радіація				
1961-1970	0,09	0,17	0,17	0,13
1971-1980	0,10	0,17	0,20	0,14
1981-1990	0,10	0,20	0,21	0,13
1991-2000	0,09	0,18	0,17	0,12
2001-2010	0,08	0,16	0,14	0,10
Сумарна радіація				
1961-1970	0,35	0,82	0,89	0,57
1971-1980	0,37	0,79	0,85	0,55
1981-1990	0,35	0,79	0,87	0,53
1991-2000	0,39	0,84	0,89	0,55
2001-2010	0,39	0,81	0,89	0,58
Поглинута радіація				
1961-1970	0,23	0,67	0,73	0,44
1971-1980	0,30	0,67	0,70	0,44
1981-1990	0,26	0,66	0,72	0,43
1991-2000	0,24	0,68	0,73	0,43
2001-2010	0,27	0,64	0,72	0,46
Радіаційний баланс				
1961-1970	0,15	0,55	0,57	0,34
1971-1980	0,16	0,54	0,57	0,31
1981-1990	0,18	0,53	0,56	0,31
1991-2000	0,20	0,59	0,61	0,35
2001-2010	0,21	0,53	0,57	0,35

У результаті протилежних змін її складових сумарна радіація відзначилась неоднозначними коливаннями протягом всього періоду спостережень. Так, у два перші десятиріччя сумарна радіація була меншою, ніж у два останні.

Поглинута радіація, що формує нагрівання підстильної поверхні й повітря, не зазнала помітних змін протягом періоду спостережень. Радіаційний баланс виявився найменшим майже протягом року в середньому десятиріччі (1981-1990 рр.) та наблизився в останньому десятиріччі в більшості місяців до найбільших значень першого десятиріччя та був максимальним за період спостережень у травні-червні та грудні-січні.

Хід енергетичної освітленості прямої, розсіяної і сумарної радіації в Одесі в полудень за десятиріччями в червні приведено на рис. 4.

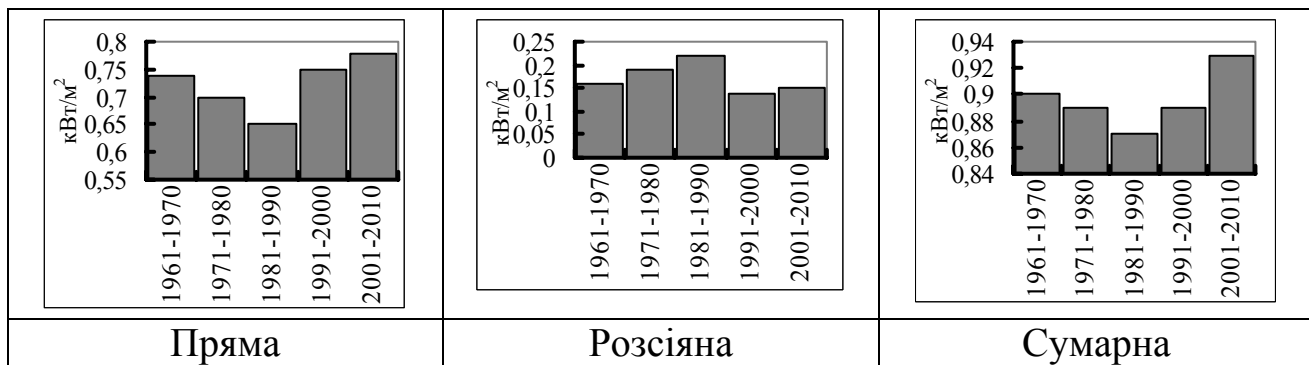


Рис. 4. Хід складових сумарної радіації (кВт/м²) у полудень за десятиріччями в червні. Одеса

У ході аналізу рис. 2 і 4 відмічено загальні риси розподілу складових сумарної радіації за п'ятдесятирічний період спостережень у Києві й Одесі. Так, пряма радіація виявилась найменшою на обох станціях у середині спостережень (1981-1990 рр.), а два останні десятиріччя відзначились зростанням прямої радіації, що було значно більшим на півдні (Одеса) і зумовило максимальні значення за період спостережень. Розсіяна радіація найменша за два останні десятиріччя для обох міст, а найбільша у середині п'ятдесятиріччя (1981-1990 рр.). Унаслідок неоднозначних змін складових, сумарна радіація була найменшою в кінці ХХ ст. (1991-2000 рр.) у Києві та в середині п'ятдесятиріччя в Одесі. Найбільшою сумарна радіація на півночі (Київ) виявилась у другому десятиріччі (1971-1980 рр.), а на півдні (Одеса) – на початку ХХІ ст.

Висновки

За результатами дослідження складових радіаційного балансу за десятиріччями (1961-2010 рр.) у Києві виявлено істотні зміни в надходженні променистої енергії до підстильної поверхні за ясного неба. Суми прямої та сумарної радіації за весь період спостережень відносно кліматологічної стандартної норми (1961-1990 рр.) зменшились у кінці зими, весною і восени та мало змінилися влітку і на початку осені.

Зменшення прямої й сумарної радіації відбувалось від початку вимірів до кінця ХХ ст., а найменші значення протягом року спостерігались у 1996-1997 рр. В останнє десятиріччя (початок ХХІ ст.) розпочалось їх зростання. Розсіяна радіація в останнє десятиріччя ХХ ст. виявилась найменшою за п'ятдесятиріччя, а найвищою була майже протягом року в середині періоду спостережень (1981-1990 рр.). Радіаційний баланс зазнав суттєвих змін внаслідок коливання сумарної радіації та альbedo. На початку ХХІ ст. він підвищився, досягаючи значень 1961-1970 рр., за винятком квітня та вересня-жовтня.

За аналізом інтенсивності складових радіаційного балансу і прозорості атмосфери в полудень протягом року за десятиріччями (1961-2010 рр.) виявились аналогічні риси їх змін у Києві та Одесі. Після зменшення прозорості атмосфери, прямої, сумарної сонячної радіації та радіаційного балансу від початку спостережень відмічено їх зростання, що відбулося в 1981-1990 рр. на півдні (Одеса) і пізніше в 1991-2000 рр. на півночі (Київ). На півдні в останнє десятиріччя вони досягли й перевищили аналогічні значення на початку спостережень. Розсіяна радіація після зростання до середини п'ятдесятиріччя відзначилась поступовим зменшенням і на півдні досягла мінімальних значень в останньому десятиріччі (ХХІ ст.).

Результати отриманих коливань прямої й розсіяної сонячної радіації враховуються для вирішення задач фізики атмосфери, фітоактинометрії, біокліматології. Співвідношення прямої та розсіяної радіації є одним із чинників, що визначають радіаційний режим рослинного покриву, коефіцієнт переходу від сумарної сонячної радіації до фотосинтетично активної сонячної радіації. Основним чинником, що впливає на співвідношення прямої та розсіяної радіації, є висота Сонця. Збільшення висоти призводить до суттєвого зростання прямої радіації, а за значно меншої висоти – розсіяної. Співвідношення прямої до розсіяної радіації характеризується значною мінливістю, що є ознакою її чутливості до змін

прозорості атмосфери і може використовуватись як непрямий показник оптичного стану атмосфери. Важливою характеристикою радіаційного режиму для архітектурних розрахунків, охорони здоров'я, гідроенергетики і т. ін. є відношення розсіяної радіації до сумарної, що протягом року має стійкі значення від 32-35 % узимку до 22-25 % протягом більшої частини року.

У підсумку можна зазначити, що перераховані коливання складових радіаційного балансу за ясного неба подібні до аналогічних за середніх умов хмарності та є, в основному, наслідком впливу астрономічного фактора і фізико-хімічних властивостей атмосфери та зумовлені природними чинниками. Вплив антропогенного чинника на коливання складових радіаційного балансу залишається невизначеним.

Невеликі ряди метеорологічних величин відносно масштабу кліматичних змін не є основою для прогнозу майбутніх змін складових радіаційного режиму і збереження тенденцій коливань радіаційних параметрів атмосфери в майбутньому.

Приведені величини є корисними для розробки заходів щодо поліпшення екологічної ситуації.

* *

1. *Абакумова Г.М.* Тенденции многолетних изменений прозрачности атмосферы, облачности, солнечной радиации и альbedo подстилающей поверхности в Москве // *Метеорология и гидрология*. – № 9 – 2000. – С. 51-62.
2. *Абакумова Г.М., Горбаренко Е.В.* Прозрачность атмосферы в Москве за последние 50 лет и ее изменения на территории России. – М.: Из-во ЛКИ. – 2008. – 188 с.
3. *Аэрозоль и климат / Под ред. К.Я. Кондратьева.* – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 541 с.
4. *Дмитренко Л.В.* Прозорість атмосфери // *Клімат України*. – К.: Вид-во Раєвського. – 2003. – С. 47-50.
5. *Кондратьев К.Я.* Глобальный климат и его изменения. – Л.: Наука. – 1987. – 231 с.
6. *Махоткина Е.Л., Лукин А.Б., Плахина И.Н.* Некоторые особенности изменения мутности атмосферы на территории России в последней четверти XX века // *Метеорология и гидрология*. – 2005. – №1. – С. 28-36.
7. *Рибченко Л.С.* Сумарна сонячна радіація // *Клімат України*. – К.: Вид-во Раєвського. – 2003. – С. 52-56.

8. *Рибченко Л.С., Ревера Т.О.* Сумарна сонячна радіація і альbedo підстильної поверхні в Україні // *Наук. пр. УкрНДГМІ.* – Вип. 256. – 2007. – С. 99-111.
9. *Рибченко Л.С.* Радіаційний баланс підстильної поверхні // *Клімат Києва.* – К.: Ніка-Центр. – 2010. – С. 33-42.
10. *Тарасова Т.А., Абакумова Г.М., Плахина И.Н.* Определение поглощающих свойств аэрозольной дымки по измерениям прямой и суммарной интегральной солнечной радиации при безоблачном небе // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана,* 1992. – Т. 28. – № 4. – С. 384-390.
11. *Тарасова Т.А., Горчакова И.А., Свириденков М.А., Аникин П.П., Ромашова Е.В.* Оценка радиационного форсинга дымового аэрозоля по данным радиационных измерений на Звенигородской научной станции ИФА РАН летом 2002 г. // *Известия АН ФАО.* – 2004. – Т. 40. – № 4. – С. 514-524.
12. *Ярхо Е.В.* Временная изменчивость аэрозольной оптической толщины атмосферы в различных климатических регионах // *Известия АН ФАО.* – 1994. – Т. 30. – № 3. – С. 417-424.

*Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ
Центральна геофізична обсерваторія, Київ*

Л.С. Рыбченко, Т.О. Ревера

Солнечная радиация в Киеве и Одессе при ясном небе

Приведены результаты анализа суммарной радиации за 1961-2010 гг. относительно климатологической стандартной нормы 1961-1990 гг. при ясном небе в Киеве. Показано изменение составляющих радиационного баланса и характеристик прозрачности атмосферы по десятилетиям в течение 1961-2010 гг. в Киеве и Одессе.

Ключевые слова: составляющие суммарной солнечной радиации, прозрачность атмосферы, радиационный баланс, климатологическая стандартная норма.

L.S. Rybchenko, T.O. Revera

Solar radiation in Kiev and Odessa for a clear sky

The results of analysis summary radiation by climatic standard normal during 1961-1990 for a clear sky in Kiev are presented. It is shown change of components radiation balance and characteristic transparent of atmosphere on decade during 1961-2010 in Kiev and Odessa.

Keywords: components summary solar radiation, transparent of atmosphere, radiation balance, climatic standard normal.