

ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 551.580:(477)

Л.С. Рибченко, С.В. Савчук

РАДІАЦІЙНИЙ РЕЖИМ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНИХ ЗАСУХ 2001-2010 рр. В УКРАЇНІ

Л.С. Рыбченко, С.В. Савчук**РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНЫХ ЗАСУХ 2001-2010 гг. В УКРАИНЕ***Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Киев*

Показаны изменения составляющих радиационного режима в периоды интенсивных засух 2001-2010 гг. относительно стандартной климатологической нормы 1961-1990 гг. Аномалия составляющих радиационного режима в этих условиях наблюдалась по всей территории в отдельные месяцы весны, лета и осени в течение вегетационного периода. Существенное увеличение продолжительности солнечного сияния и прямой солнечной радиации при одновременном уменьшении рассеянной не способствовали интенсивному росту суммарной радиации. Часто в весеннюю и осеннюю засуху нагревание оголенной почвы приводило к росту альbedo подстилающей поверхности. В засушливые периоды отмечалось возрастание радиационного баланса. Проведенные исследования имеют важное значение для мониторинга изменений климатических условий, а также для решения прикладных вопросов адаптации земледелия к этим изменениям.

Ключевые слова: солнечная радиация; радиационный режим; интенсивная засуха; климатологическая норма.

L. Rybchenko, S. Savchuk**RADIATION STATE UNDER THE CONDITION OF INTENSE DROUGHTS 2001 – 2010 yrs. IN UKRAINE***Ukrainian hydrometeorological research institute, Kyiv*

Variations of radiation level components during the 2001 – 2010 yrs. intense drought periods relative to the climatological norm 1961 – 1990 yrs. has been demonstrated. Anomaly of the radiation level components in those conditions had been seen throughout entire territory during spring, summer and autumn months of the vegetation period. Significant increase in daylight and direct solar radiation along with decrease in its diffused component did not lead to a fast increase in combined total radiation. During spring and autumn droughts heating of the exposed soil surface often led to the underlying layer albedo. During the periods of drought there had been an increase in radiation levels. The conducted research has a significant importance for climate change monitoring as well as for practical applications in finding the ways to adapt farming to those changes. **Keywords:** solar radiation; radiation regime; intensive drought; climatological norm.

Key words: solar radiation; radiation conditions; intensive drought; climatological norm.

Засуха є складним природним явищем, зумовленим тривалим періодом збільшеної прямої сонячної радіації й температури повітря, нестачі вологи у повітрі та ґрунті, що створюють несприятливі умови розвитку сільськогосподарських рослин. Пошкодження і загибель рослин відбуваються внаслідок значного неузгодження потреби вологи в повітрі та ґрунті за підвищеної інсоляції й термічного режиму.

Результатам дослідження засух на території країни присвячено ряд робіт, що оцінюють ступінь засушливості окремих періодів вегетації, вплив цих умов на стан сільськогосподарських рослин, причини їх виникнення та зміни метеорологічних величин відносно середніх значень [1-8].

В умовах засухи збільшуються енергетичні можливості підстильної поверхні внаслідок значної повторюваності ясної й малохмарної погоди, що призводить до підвищення потоку короткохвильової радіації та перерозподілу енергії між складовими сумарної радіації й радіаційного балансу. Відбувається зростання тривалості сонячного сьйва.

Згідно каталогу за 2001-2010 рр. засухи різної інтенсивності й тривалості на території країни

спостерігались впродовж кожного вегетаційного періоду. Визначено види засух (повітряна, ґрунтова, комплексна повітряно-ґрунтова), розповсюдження по території, характеристику засушливих явищ з перевищенням середніх кліматологічних величин температури повітря і ґрунту та нестачі вологи, заподіяну шкоду для виробництва сільськогосподарських культур. Розраховано критерії інтенсивності засух, що призводили до різного ступеня перетворення складових радіаційного режиму порівняно із середніми величинами. Побудовано карти складових радіаційного режиму та відхилення тривалості сонячного сьйва, прямої сонячної радіації й альbedo підстильної поверхні відносно кліматологічної стандартної норми в окремі періоди інтенсивної засухи.

Метою виконаних досліджень є оцінювання змін радіаційного режиму в умовах періодів інтенсивної засухи 2001-2010 рр. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр.

За перше десятиріччя XXI ст. повітряні або повітряно-ґрунтові засухи різної інтенсивності 7 років з 10 охоплювали більшу частину території.

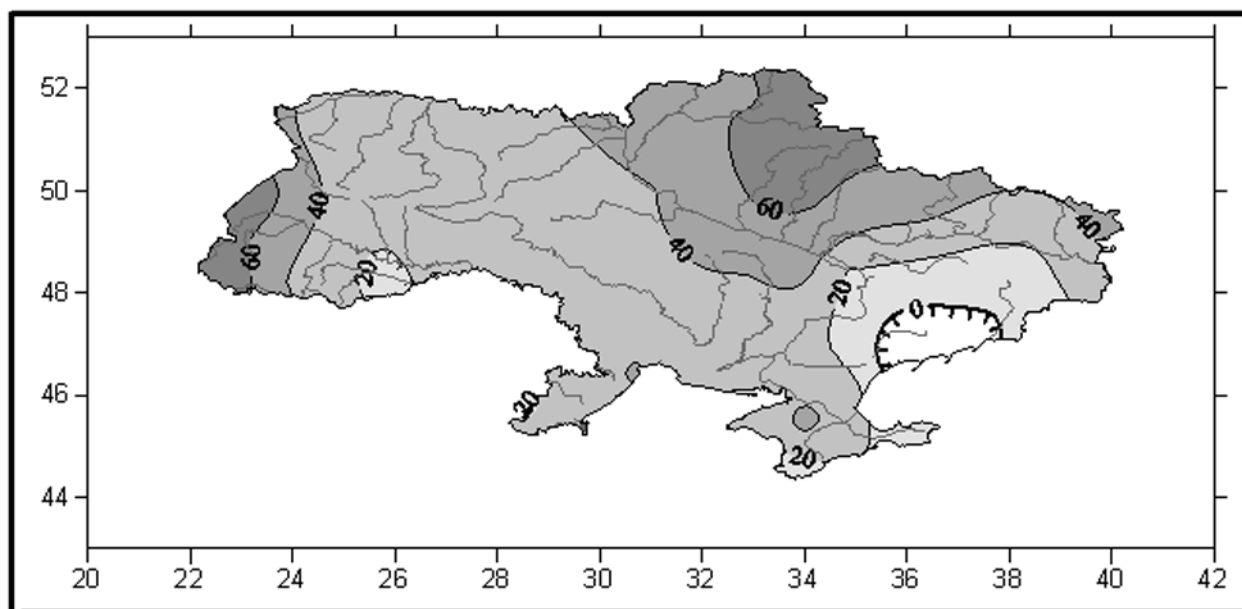


Рисунок 1. Відхилення тривалості сонячного сьйва (год) у серпні 2001 р. відносно 1961-1990 рр.

У 2006, 2007 і 2009 рр. вони спостерігались на півдні та південному сході країни. Найінтенсивніші засухи відмічались у 2001, 2003, 2010 рр. протягом декількох періодів навесні, влітку і восени, що призводило до масового погіршення стану або загибелі сільськогосподарських культур. Так, повітряно-грунтова засуха у липні-серпні 2001 р. простежувалась на більшій частині території з максимальною температурою повітря до 40 °С і відносною вологістю менше 30 %. У вересні засуху було зареєстровано на південному сході. У липні-серпні 2001р. відмічалось значне збільшення тривалості сонячного сьйва на всій території. На рис.1 представлено відхилення тривалості сонячного сьйва у серпні 2001 р. відносно 1961-1990 рр.

Істотне збільшення тривалості сонячного сьйва відмічалось для всієї території, найбільше – на північному сході, а також в районі Закарпатської низовини і Українських Карпат, найменші відхилення – на південному сході країни. У період липня-серпня 2001 р. визначено зміни у надходженні прямої, розсіяної й сумарної сонячної радіації, альбедо та радіаційного балансу підстильної поверхні порівняно з кліматологічною стандартною нормою 1961-1990 рр.

У табл. 1 наведено порівняння складових радіаційного балансу у серпні 2001 р. відносно норми 1961-1990 рр.

У серпні 2001р. відбулося значне збільшення прямої сонячної радіації, за винятком центрального Правобережжя і деяких районів південного Степу, де відмічалось їх зниження. Одночасно зменшилась розсіяна радіація. Сумарна радація і радіаційний баланс зросли майже по всій території, починаючи з північного сходу на південь. Альбедо підстильної поверхні не зазнало змін на більшості

території, але зросло у південному Степу. По всій території країни друга половина активної вегетації була посушливішою порівняно з першою. Істотне зростання прямої радіації, що спостерігалось для більшої частини території у серпні 2001 р., мало здебільшого меридіональний характер відхилення відносно 1961-1990 рр. внаслідок характеру атмосферної циркуляції цього періоду.

Зазвичай, початок весняного сезону характеризується недостатнім атмосферним зволоженням, що послаблюється, або зникає у другій половині квітня. У двох перших декадах травня створюються умови для розвитку атмосферної засухи, яка часто без дощу та нестачі вологи у ґрунті перетворюється на повітряно-грунтову.

Повітряно-грунтова засуха, що розпочалася з другої декади квітня до кінця червня 2003 р., охоплювала більшу частину території, крім західних областей. У вересні спостерігалась ґрунтова засуха. Температура повітря у весняно-літню засуху перевищувала 30 °С, а період без опадів становив 60-70 днів. Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту знизились до 25-50 мм, а на окремих площах він був зовсім сухим.

Погіршення стану сільськогосподарських культур до незадовільного відмічалось у більшості центральних областей та у Криму. Спостерігалось пожовтіння, засихання листя та стебел, склалися несприятливі умови для цвітіння рослин та наливання зерна. Продуктивність посівів ранніх ярих зернових культур виявилась надзвичайно низькою.

У травні 2003 р. визначився дещо інший, порівняно з серпнем 2001 р., просторовий розподіл складових радіаційного балансу. Ізолінії відхилень складових радіаційного режиму відносно 1961-1990 рр. наближались до широтних. Істотними

Таблиця 1. Порівняння (МДж/м²) прямої (S), розсіяної (D), сумарної (Q) радіації, радіаційного балансу (B) і альbedo (%_k) у серпні 2001 р. відносно 1961-1990 рр.

Період	S	D	Q	A _k	B
Покошичі					
2001 р.	329	237	566	22	308
1961-1990 рр.	251	254	505	23	244
Різниця	78	-17	61	-1	64
Конотоп					
2001 р.	400	215	615	19	368
1961-1990 рр.	261	233	494	19	253
Різниця	139	-18	121	0	115
Ковель					
2001 р.	308	240	548	18	248
1961-1990 рр.	237	238	475	18	179
Різниця	71	2	73	0	69
Бориспіль					
2001 р.	287	245	532	20	242
1961-1990 рр.	296	255	551	19	270
Різниця	-9	-10	-19	1	-28
Нова Ушиця					
2001 р.	229	185	414	20	177
1961-1990 рр.	256	235	491	20	237
Різниця	-27	-50	-77	0	-60
Полтава					
2001 р.	417	217	634	20	339
1961-1990 рр.	326	227	553	20	261
Різниця	91	-10	81	0	78
Міжгір'я					
2001 р.	323	184	506	18	295
1961-1990 рр.	185	245	430	23	201
Різниця	138	-61	76	-5	94
Берегове					
2001 р.	342	161	503	20	269
1961-1990 рр.	264	254	518	20	247
Різниця	78	-93	-15	0	22
Одеса					
2001 р.	451	187	638	20	240
1961-1990 рр.	368	233	601	17	295
Різниця	83	-46	37	3	55
Болград					
2001 р.	349	253	602	21	265
1961-1990 рр.	353	258	611	18	320
Різниця	-4	-5	-9	3	-55
Херсон					
2001 р.	413	192	605	21	259
1961-1990 рр.	357	250	607	19	286
Різниця	56	-58	-2	2	-27
Асканія Нова					
2001 р.	349	154	503	20	261
1961-1990 рр.	342	239	581	18	289
Різниця	7	-85	-78	2	-28
Карадаг					
2001 р.	493	192	685	19	284
1961-1990 рр.	376	232	608	18	293
Різниця	117	-40	77	1	-9
Нікітський Сад					
2001 р.	513	193	706	19	340
1961-1990 рр.	391	220	611	19	294
Різниця	122	-27	95	0	46

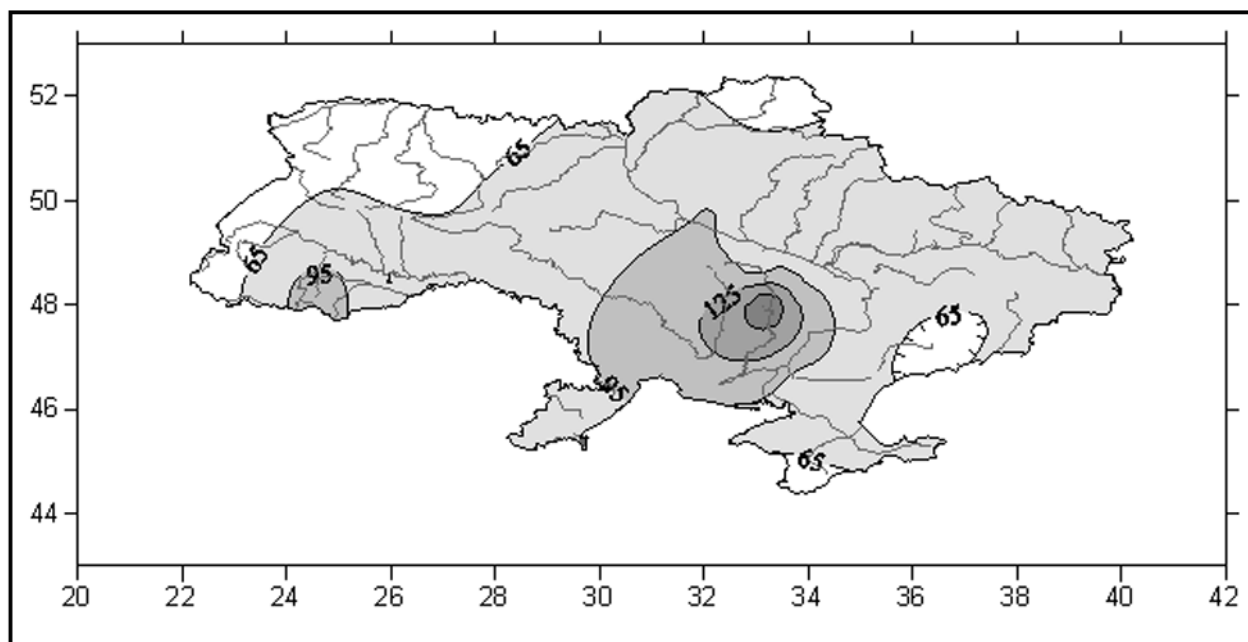


Рисунок 2. Відхилення тривалості сонячного сьйва (год) у травні 2003 р. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1999 рр.

були й зміни тривалості сонячного сьйва у травні 2003 р. порівняно з кліматологічною стандартною нормою 1961-1990 рр. (рис. 2). Збільшення тривалості сонячного сьйва відмічалось по всій території, найбільше – у південному Степу. Значне підвищення спостерігалось в районі Українських Карпат і Закарпатської низовини.

Весняно-літня засуха 2003 р., що розпочалась з другої декади квітня до кінця червня і охоплювала більшу частину території (крім західних областей),

Таблиця 2. Відхилення альбеда діяльної поверхні (%) наприкінці квітня – на початку травня 2003 р. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр.

Станція	Квітень-травень 2003 р.	1961-1990 рр.	Різниця
Покошичі	31	23	8
Конотоп	24	17	7
Ковель	28	18	10
Бориспіль	21	17	4
Нова Ушиця	22	20	2
Полтава	19	18	1
Міжгір'я	29	21	8
Берегове	21	20	1
Одеса	20	18	2
Болград	24	19	5
Херсон	21	19	2
Асканія Нова	21	19	2
Карадаг	20	19	1
Нікітський Сад	20	19	1
Світловодськ	21	18	3

характеризувалась як повітряно-грунтова, вона істотно впливала на стан підстильної поверхні внаслідок висихання ґрунту. Гідротермічний коефіцієнт у Степу і Лісостепу подекуди становив 0,1-0,2.

Найбільші зміни були притаманні прямій сонячній радіації, яка збільшилась на 25-85 % відносно норми на всій території. Відбулося зменшення розсіяної радіації і підвищення сумарної. У зв'язку зі зміною стану підстильної поверхні, підсиханням та посвітлінням ґрунту альbedo підстильної поверхні у деяких районах почало зростати. Радіаційний баланс майже для всієї території значно збільшився.

У квітні і на початку травня недостатній розвиток рослин, що не прикривали поверхню ґрунту, стимулював збільшення відбивної спроможності діяльної поверхні (альbedo). Дещо подібний розподіл альbedo відбувається також під час осінньої засухи у вересні-жовтні, після збирання сільськогосподарських культур, коли підстильна поверхня являє собою сухий оголений ґрунт. Відчутні зміни складових радіаційного балансу спостерігались наприкінці квітня – на початку травня 2003 р. внаслідок зміни стану підстильної поверхні, що зумовлювало умови для відбиття сумарної радіації, формування зменшених сум балансу короткохвильової радіації та збільшення ефективного випромінювання підстильної поверхні, а це, в свою чергу, спричинювало перетворення значень радіаційного балансу.

Значне відхилення альbedo діяльної поверхні реєструвалося наприкінці квітня – на початку травня 2003 р. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. (табл. 2).

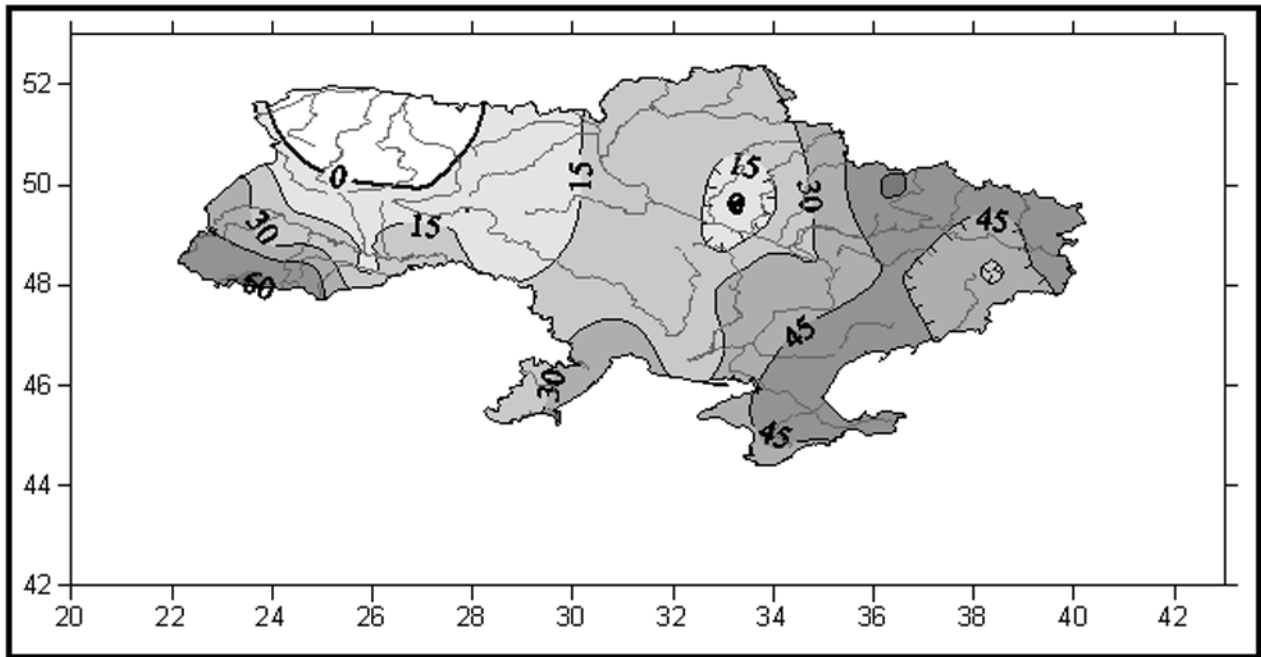


Рисунок 3. Відхилення тривалості сонячного сьйва (год) у серпні 2010 р. відносно 1961-1990

Найбільші відхилення альbedo вимірювались на півночі країни, що є свідченням істотної зміни стану підстильної поверхні і розповсюдження засухи з цього напрямку.

Досить схожі умови розвитку атмосферної засухи липня-серпня 2001 р. спостерігались також у період атмосферно-грунтової засухи у липні-серпні 2010 р., коли було виявлено три її періоди. Перший розпочався з квітня і тривав до першої декади травня, другий – у червні, третій – з середини липня до кінця серпня. У липні-серпні фіксувалась відсутність атмосферних опадів, максимальна температура повітря становила 38-42 °С, температура ґрунту на глибині 10 см – до 25-33 °С, відносна вологість зменшувалась до 30 % і нижче.

За розрахунками, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у Степу і Лісостепу у періоди інтенсивної засухи подекуди становив до 0,1-0,2, а засуха характеризувалась як повітряно-ґрунтова.

Досить значним було підвищення тривалості сонячного сьйва у серпні 2010 р. по території. Про це свідчить відхилення тривалості сонячного сьйва відносно норми 1961-1990 рр. (рис. 3).

Відхилення тривалості сонячного сьйва по території було досить нерівномірним. Найбільші позитивні зміни відбувались на сході і у Криму, в районі Українських Карпат та на Закарпатській низовині. На північному заході спостерігалось невелике зменшення тривалості.

Значне перетворення у надходженні й перерозподілі променистої енергії відбувалось на рівні підстильної поверхні у засушливий період липня

- серпня 2010 р. Реєструвалось здебільшого зростання прямої та сумарної радіації при одночасному зменшенні розсіяної. Найбільше позитивне відхилення прямої і від'ємне розсіяної радіації відмічено в Українських Карпатах. Для більшої частини території спостерігалось зростання альbedo та радіаційного балансу підстильної поверхні. На північному заході та північному сході відмічалось збільшення розсіяної радіації.

Зміна складових радіаційного балансу у серпні 2010 р. відносно норми 1961-1990 рр. представлена у табл. 3.

Позитивні відхилення прямої радіації у серпні 2010 р. відносно норми 1961-1990 рр. розповсюджувались з півночі на південь у широтному напрямку, про що свідчить їх просторовий розподіл (рис. 4).

Деяка неузгодженість у розподілі відхилення тривалості сонячного сьйва (рис. 3) і прямої радіації (рис. 4) по території є результатом значної розбіжності у використанні різної кількості станцій для картографування цих величин.

Висновки

Явище засухи зумовлюється особливим станом атмосфери з антициклональним характером атмосферних процесів та тривалою трансформацією малорухомих повітряних мас на великих територіях. Складний комплекс динамічних процесів, що призводить до розвитку цього явища, пов'язаний з підвищеним надходженням інсоляції, високою температурою за бездошовим періодом.

В умовах засухи відбувається реформування

Таблиця 3. Порівняння (МДж/м²) прямої (S), розсіяної (D), сумарної (Q) радіації, радіаційного балансу (B) і альбедо (% , A_k) у серпні 2010 р. відносно 1961-1990 рр.

Період	S	D	Q	A _k	B
Покошичі					
2010 р.	252	304	556	23	219
1961-1990 рр.	251	254	505	23	244
Різниця	1	50	51	0	-25
Конотоп					
2010 р.	335	255	590	17	346
1961-1990 рр.	261	233	494	19	253
Різниця	74	22	96	-2	93
Ковель					
2010 р.	227	262	489	18	229
1961-1990 рр.	237	238	475	18	179
Різниця	-10	24	14	0	50
Бориспіль					
2010 р.	285	248	533	20	250
1961-1990 рр.	296	255	551	19	270
Різниця	-11	-7	-18	1	-20
Нова Ушиця					
2010 р.	266	233	499	21	-
1961-1990 рр.	256	235	491	20	237
Різниця	10	-2	8	1	-
Полтава					
2010 р.	372	230	602	21	365
1961-1990 рр.	326	227	553	20	261
Різниця	46	3	49	1	104
Міжгір'я					
2010 р.	295	157	452	20	248
1961-1990 рр.	185	245	430	23	201
Різниця	110	-88	22	-3	47
Берегове					
2010 р.	281	207	488	20	262
1961-1990 рр.	264	254	518	20	247
Різниця	17	-47	30	0	15
Одеса					
2010 р.	450	207	657	18	309
1961-1990 рр.	368	233	601	17	295
Різниця	82	-26	56	1	14
Болград					
2010 р.	402	203	605	19	349
1961-1990 рр.	353	258	611	18	320
Різниця	49	-55	-6	1	29
Херсон					
2010 р.	439	219	658	22	269
1961-1990 рр.	357	250	607	19	286
Різниця	82	-31	51	3	-17
Асканія Нова					
2010 р.	444	191	635	20	314
1961-1990 рр.	342	239	581	18	289
Різниця	102	-48	54	2	25
Карадаг					
2010 р.	514	195	709	22	332
1961-1990 рр.	376	232	608	18	293
Різниця	138	-37	101	4	39
Нікітський Сад					
2010 р.	481	185	666	20	301
1961-1990 рр.	391	220	611	19	294
Різниця	90	-35	55	1	7

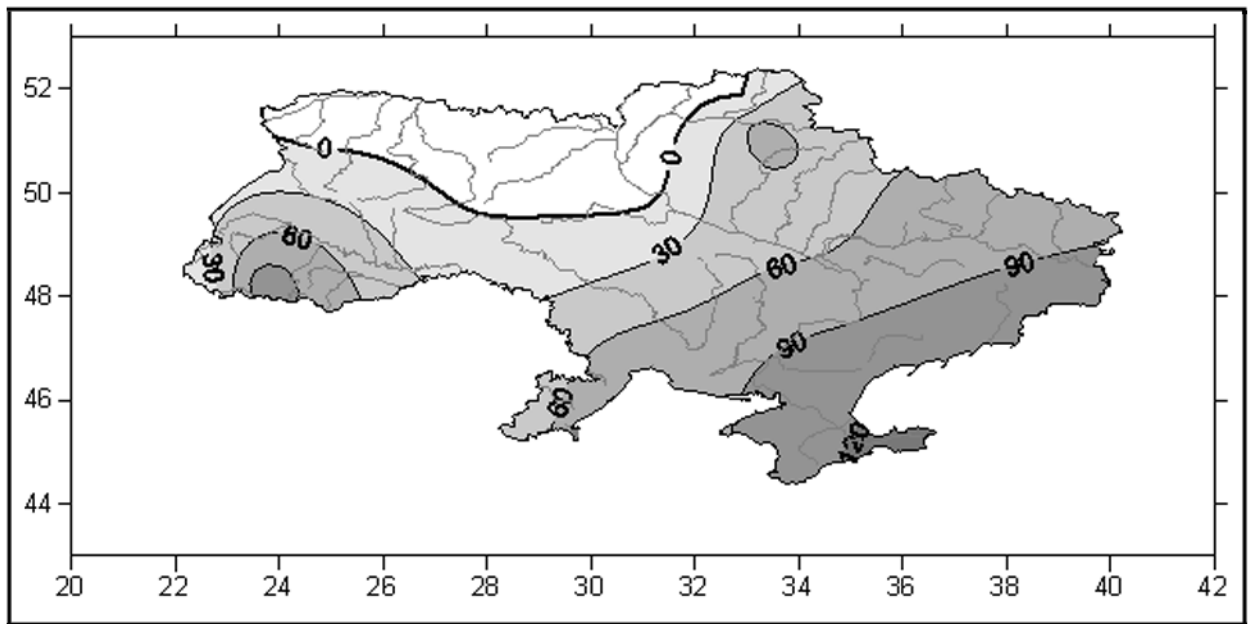


Рисунок 4. Відхилення прямої радіації (МДж/м²) у серпні 2010 р. відносно 1961-1990 рр.

тривалості сонячного сяйва, прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації, альбедо і радіаційного балансу підстильної поверхні.

Значна зміна стану підстильної поверхні у періоди весняних і осінніх засух, за часто оголеного ґрунту, призводить до відчутних коливань відбивної спроможності підстильної поверхні (альбедо).

Істотне підвищення надходження прямої радіації і тривалості сонячного сяйва, за умови зміни стану підстильної поверхні, спричинює коливання у формуванні балансу короткохвильової радіації (поглинута радіація), ефективного випромінювання та повного радіаційного балансу.

У вегетаційний період, за середніх умов, 60% радіаційного балансу витрачається на випаро-

вування, 30% – на турбулентний обмін повітря у нижніх шарах атмосфери і 10% – на нагрівання ґрунту.

Розвиток засухи зумовлює перерозподіл витратної частини радіаційного балансу. Витрати тепла на випаровування в окремі періоди зменшуються до 40%, а іноді до 30%. Витрати тепла на турбулентний обмін зростають до 50% і більше. За умов тривалої бездошової погоди і високої температури повітря (35-40 °С) на нагрівання приземного шару повітря витрачається до 70% радіаційного балансу.

Дослідження цих явищ має важливе науково-теоретичне, а також практичне значення для вирішення питань адаптації землеробства до змінюваних агрокліматичних умов.

Література

1. Дмитренко В.П., Строчак Н.К. Посушливі явища (Бездошовий період, суховій, посуха) // Клімат України. За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – С. 233-245.
2. Дмитренко В.П. Посушливі явища // Погода, клімат і урожай польових культур. – К.: Ніка-Центр, 2010. – С. 328-336.
3. Логвинов К.Т., Сакали Л.И., Дайгот Л.С. Оценка степени засушливости вегетационного периода // Особенности засухи 1972 г. на Украине. – Л.: Гидрометеониздат, 1973. – С. 25-29.
4. Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменение и современное состояние // Тр. УкрНИГМИ. – 1998. – Вып. 246. – С. 21-27.
5. Мартазинова В.Ф., Сологуб Т.А. Атмосферная циркуляция, формирующая засушливые условия на территории Украины в конце XX столетия // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2000. – Вип. 248. – С. 36-47.
6. Рибченко Л.С. Перетворення радіаційного режиму у період посухи // Вісник Київ. нац. ун-ту. ім. Тараса Шевченка. Фізична географія та геоморфологія. – 2006. – Вип. 50. – С. 134-139.
7. Рибченко Л.С. Зміна радіаційного режиму в умовах сучасної посухи в Україні // Укр. геогр. журн. – 2007. – № 1. – С. 14-19.
8. Характер изменения среднесуточной температуры воздуха на территории Украины в последние десятилетия и физико-статистический метод его прогноза с длительной заблаговременностью / В.Ф. Мартазинова, В.В. Остапчук, Е.К. Иванова, В.М. Прохоренко // Тр. УкрНИГМИ. – 1999. – Вып. 247. – С. 36-48.