

УДК 551.580

Рибченко Л. С., Савчук С. В.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН
України, Київ

СОНЯЧНА РАДІАЦІЯ ТА МАКСИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ У ПЕРІОДИ ІНТЕНСИВНОЇ ЗАСУХИ 2011-2015 рр.

Мета публікації – оцінка складових радіаційного режиму сонячної радіації (прямої, розсіяної і сумарної, альbedo підстильної поверхні, радіаційного балансу й тривалості сонячного сьйва) в умовах інтенсивних засух та визначення відхилення середньої максимальної температури повітря у липні і теплому періоді року в 2011-2015 рр. відносно 1961-1990 рр. Методами математичної статистики виявлено, що при засухах суттєво зростає тривалість сонячного сьйва. Надходження прямої радіації, при зміні стану підстильної поверхні, призводить до коливань у формуванні балансу короткохвильової радіації та повного радіаційного балансу. Підвищується середній максимум температури повітря у теплий період року в 2011-2014 рр. відносно 1961-1990 рр. Особливістю інтенсивних засух в окремі періоди вегетації у 2011-2015 рр. на більшій частині України є найістотніші додатні відхилення окремих складових радіаційного режиму, що спостерігаються на півночі, заході, північному сході, що в ХХ ст. майже не спостерігались.

Ключові слова: складові радіаційного режиму сонячної радіації, середній максимум температури повітря, інтенсивна засуха.

Вступ. Дослідження явища засухи має важливе науково-теоретичне та практичне значення, для їх врахування при вирішенні проблем щодо адаптації землеробства до зміни агрометеорологічного режиму. Негативний вплив засух призводить до значних збитків при вирощуванні традиційних сільськогосподарських культур на певних територіях.

Засуха є складним метеорологічним явищем, зумовленим тривалим періодом збільшеного надходження короткохвильової

сонячної радіації та підвищенням температури, за нестачею вологи у повітрі та ґрунті. Актуальність дослідження засух визначається тим що, зі збільшенням температури за надмірного випаровування з поверхні ґрунту та транспірації рослин, створюються несприятливі умови для їх розвитку. За таких умов сільськогосподарські рослини пошкоджуються та деколи навіть гинуть.

Постановка проблеми. За 1991-2015 рр. протягом 22 вегетаційних періодів спостерігались засухи різної інтенсивності на території України. За результатами аналізу радіаційного режиму сонячної радіації, під час інтенсивних засух, що охоплювали більшу частину території за десятиріччя 1991-2000 рр. та 2001-2010 рр., досліджено зміни складових радіаційного режиму, зумовлені перерозподілом енергетичних можливостей підстильної поверхні [9-10].

Істотна повторюваність ясної та малохмарної погоди обумовлює підвищення потоків короткохвильової сонячної радіації та перерозподіл енергії між складовими радіаційного балансу. Зростає тривалість сонячного саява.

Згідно «Огляду погоди і стихійних метеорологічних явищ на території України» Українського гідрометеорологічного центру та Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського, підготовлено каталог засух різної інтенсивності та тривалості по території країни, що спостерігались протягом п'яти вегетаційних періодів за 2011-2015 рр. Визначено види засух (повітряна, ґрунтова, повітряно-ґрунтова), їх розповсюдження по території; наведено характеристику атмосферних процесів, що зумовили посушливі явища, з перевищенням середніх кліматичних значень (температури повітря та ґрунту за нестачі вологи), й заподіяну шкоду для сільськогосподарських культур. Критерієм інтенсивності засухи обрано гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що за активної вегетації рослин змінюється від 0,5-0,9 у Степовій зоні до 1,01-1,04 у Лісостепу й Поліссі. У горах Криму він становить 0,9-1,2, а в Українських Карпатах – 1,5-1,9 [12].

За результатами проведеного статистичного аналізу радіаційного режиму сонячної радіації та середнього максимуму температури повітря, виявлено зміни протягом окремих місяців і за теплий період року в 2011-2015 рр. відносно стандартної кліматологічної норми 1961-1990 рр. на території України.

В період засухи відбулось значне перетворення складових радіаційного балансу та тривалості сонячного сяйва. Найбільш істотні зміни спостерігались зі складовими сумарної радіації. Відмічалось суттєве збільшення прямої радіації протягом теплого періоду року, зумовлюючи зростання сумарної радіації, чому не завадило скорочення розсіяної радіації. Альbedo підстильної поверхні зростало протягом теплого періоду. Радіаційний баланс здебільшого підвищувався та був подібним до коливань сумарної радіації. Протягом теплого періоду відзначалось підвищення тривалості сонячного сяйва. Зростав середній максимум температури повітря. Такі умови зумовлювали розвиток такого негативного явища, як засуха, у вегетаційні періоди в 2011-2015 рр. в Україні.

За 2011-2015 рр. засуха різної інтенсивності на території країни відмічалась протягом 5 вегетаційних періодів. У 2011 р. засуха спостерігались три періоди весною, влітку та восени й охоплювала більшість території. У 2013 р. відмічалось два періоди засухи: перший – весняний, інтенсивний у більшості областей, та другий літній – у Степовій зоні. У 2015 р. посушливі явища спостерігались весною, влітку та восени, а найбільш інтенсивна та жорстка засуха – у червні-серпні й охоплювала більшість областей. Повітряно-грунтова засуха у червні 2012 р. і липні-серпні 2014 р. займала територію південних, східних, більшості центральних областей та частину західних.

Мета дослідження – оцінка зміни радіаційного режиму в умовах найбільш жорстких й інтенсивних засух у 2011-2015 рр. відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. та визначення відхилення середньої максимальної температури повітря у липні і теплому періоді року за 2011-2014 рр. відносно 1961-1990 рр.

Аналіз останніх публікацій на цю тему. Результати дослідження засух для країни проаналізовано в ряді робіт, проведена оцінка ступеня посушливості при засухах в окремі періоди вегетації та їх розповсюдження по території. Визначено причини виникнення засух, їх вплив на стан сільськогосподарських рослин та зміни метеорологічних величин відносно середніх значень за цього явища [1-8].

Виклад матеріалу дослідження. Результати дослідження доповідались на Міжнародній конференції, присвяченій

100-річчю Національної академії наук України у вересні 2018 р. [11]. У 2011 р. перший період засухи сформувався у кінці зими та на початку весни (третьа декада лютого та березень), за якого відзначався значний дефіцит опадів (від 10 % до 40 %) відносно норми та дуже низька відносна вологість повітря. Створювались малосприятливі агрометеорологічні умови для приживлення та вкорінення озимини. Друга повітряно-грунтова засуха – з другої декади травня до середини червня характеризувалась аномально спекотною, сухою погодою та зниженням відносної вологості повітря до критичних меж, що супроводжувалось виникненням суховійних явищ, інтенсивною витратою вологи з верхніх шарів ґрунту. Такі умови не сприяли цвітінню та наливу зерна озимини, ранніх ярих зернових культур, призводили до передчасного пожовтіння листків нижніх ярусів, що супроводжувалось деяким в'яненням рослин. Третя, найбільш жорстка, повітряно-грунтова засуха спостерігалась з другої половини серпня до кінця листопада без ефективних опадів й охоплювала більшість областей. Сівба озимих культур відбувалась майже у сухий ґрунт і тому на третині засіяних площ до кінця осені не було отримано сходів.

У третій період інтенсивної повітряно-грунтової засухи 2011 р. відбувалось значне підвищення тривалості сонячного сьйва відносно норми 1961-1990 рр. по всій території України. У вересні найбільше зростання кількості сонячного сьйва відмічалось на заході, північному сході та сході (рис. 1).

Малохмарна антициклональна погода зумовила збільшення прямої сонячної радіації, яка перевищувала показники стандартної кліматологічної норми (рис. 2).

Розподіл прямої радіації у вересні 2011 р. свідчить, що найбільшого розвитку засуха набула у центральній частині території та у західному регіоні. Відбувалось значне збільшення прямої сонячної радіації, що перевищувало показники стандартної кліматологічної норми до 70%. Подальший розвиток засухи, у жовтні, становив загрозу для проростання та сходу озимих зернових сільськогосподарських культур.

Перший період засухи, у квітні-травні 2013 р., характеризувався відсутністю ефективних опадів, високою температурою повітря, низькою відносною вологістю та посиленням вітру. Такі умови призводили до затримки появи сходів ярих сільськогосподарських культур та передчасного колосіння озимих.

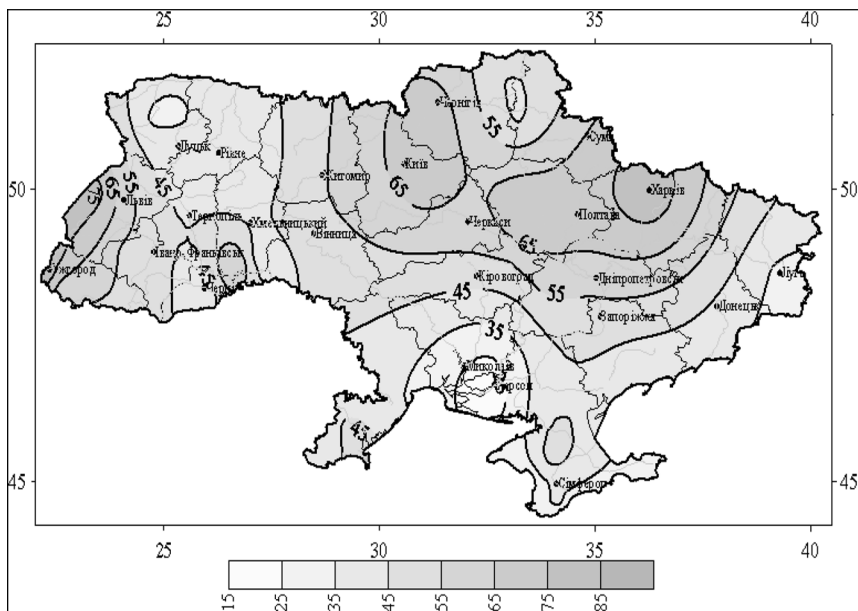


Рис. 1. Відхилення тривалості сонячного сіява (год) у вересні 2011 р. відносно 1961-1990 рр.

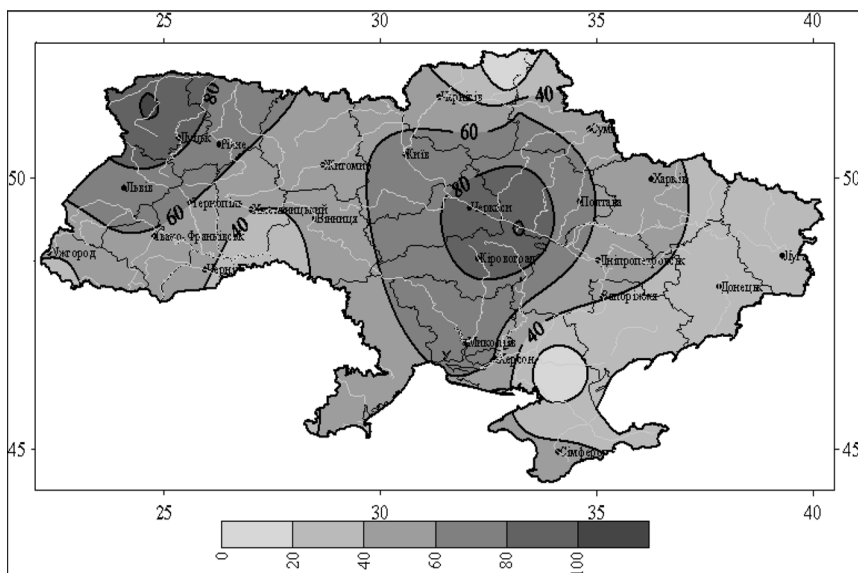


Рис. 2. Відхилення прямої радіації (МДж/м²) у вересні 2011 р. відносно 1961-1990 рр.

В умовах малохмарної погоди відбувалось збільшення тривалості сонячного сйива та надходження прямої сонячної радіації, створювались умови для розвитку засухи у більшості областей. Тривалість сонячного сйива у квітні збільшилась майже по всій території України відносно норми, окрім західного регіону, з тенденцією до просування засухи у південно-східному напрямку. В травні відмічалось найбільше зростання сонячного сйива у Степу (рис. 3).

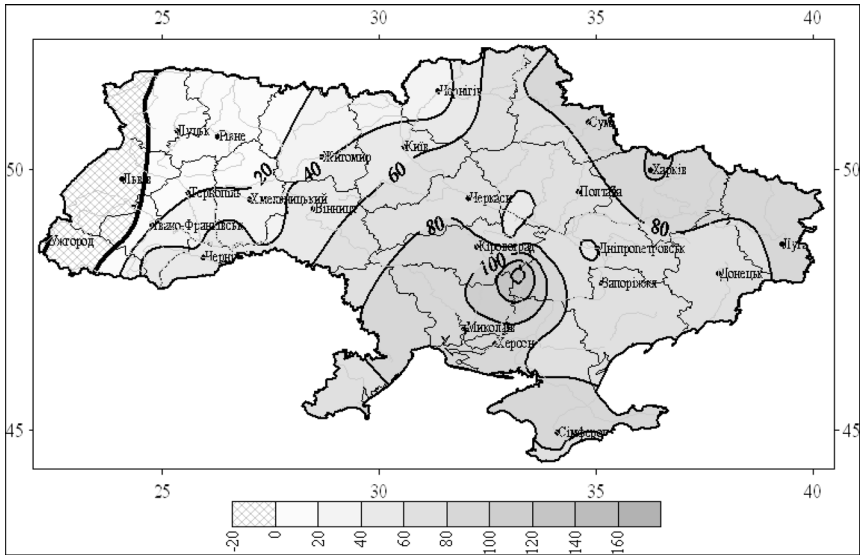


Рис. 3. Відхилення тривалості сонячного сйива (год) у травні 2013 р. відносно 1961-1990 рр.

У Степовій зоні найбільше додатне відхилення тривалості сонячного сйива відносно норми у травні 2013 р. наближалось до 30 %.

Перетворення складових радіаційного балансу в травні 2013 р. підтверджує їх значне відхилення відносно стандартної кліматологічної норми 1961-1990 рр. (табл. 1).

У травні 2013 р. відбувалось зростання прямої радіації, яке в окремих регіонах становило 50 %, що підтверджує найбільш інтенсивний розвиток засухи у напрямку півдня та південного сходу (рис. 4).

Відношення прямої (S), розсіяної (D), сумарної (Q) радіації, альbedo (Ak) і радіаційного балансу (B) у травні 2013 р. відносно стандарту 1961-1990 рр.

Станція	S/Sc	D/Dc	Q/Qc	Ak/Akc	B/Bc
1	2	3	4	5	6
Покошичі	1,39	0,97	1,17	1,04	1,28
Конотоп	1,51	0,90	1,21	1,0	1,32
Ковель	1,26	0,89	1,07	1,0	1,22
Бориспіль	1,27	0,77	1,03	1,05	1,07
Нова Ушиця	1,32	0,89	1,10	1,05	-
Полтава	1,52	0,88	1,24	1,05	1,30
Міжгір'я	1,17	0,71	0,88	1,0	0,97
Берегове	0,47	0,83	0,70	1,0	0,79
Одеса	1,51	0,86	1,23	1,0	1,29
Болград	1,49	0,69	1,12	1,0	1,26
Херсон	1,71	0,81	1,28	1,26	1,09
Асканія Нова	1,34	0,72	1,07	1,05	1,05
Карадаг	1,69	0,75	1,27	1,1	1,01
Нікітський Сад	1,51	0,75	1,18	0,95	1,12

Відмічалось істотне збільшення сумарної радіації, оскільки зменшення розсіяної радіації компенсувалось підвищенням надходженням прямої. В окремих регіонах спостерігалось незначне зростання альbedo, що підтверджує факт підсихання й освітлення поверхні в умовах не досить розвиненого рослинного покриву. Відзначалось значне збільшення радіаційного балансу.

У 2015 р. засуха спостерігалась весною, влітку та восени, з найбільш жорсткими умовами у червні-липні, на більшості території та розвивалась із заходу на схід. Відмічався тривалий дефіцит опадів за надзвичайно високої температури повітря із суховійними явищами, що призвело до негативного впливу на врожайність пізніх сільськогосподарських культур в усіх областях України.

У червні найбільша кількість сонячного сйва відмічалась на заході (Хмельницька, Тернопільська, Вінницька області), де у кінці ХХ ст. засуха майже не спостерігалась.

У липні 2015 р. відбувався подальший розвиток засухи у східному напрямку, що характеризувався додатним відхиленням

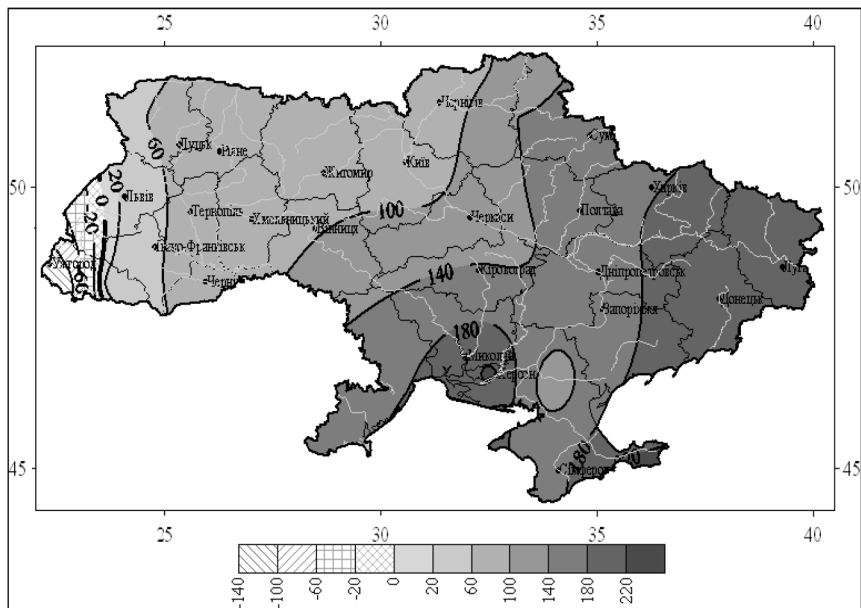


Рис. 4. Відхилення прямої радіації (МДж/м²) у травні 2013 р. відносно 1961-1990 рр.

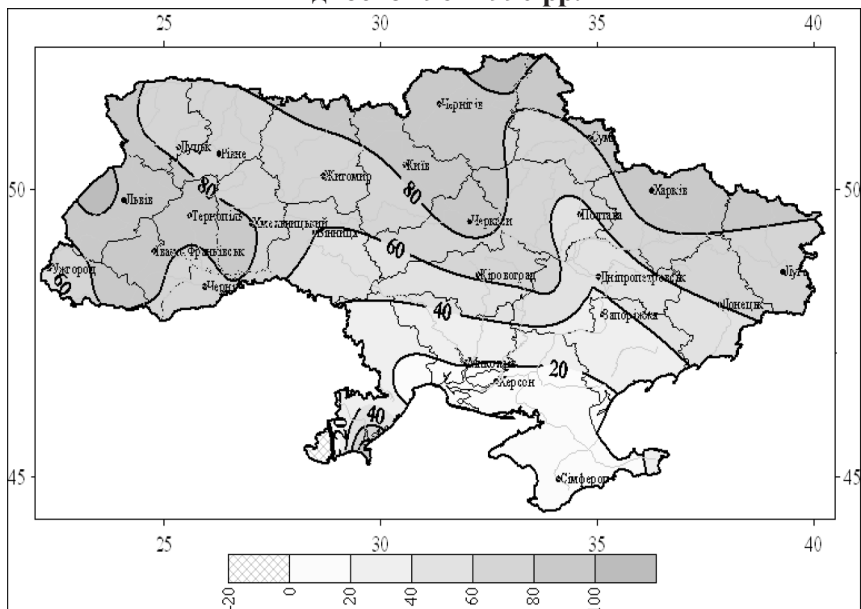


Рис. 5. Відхилення тривалості сонячного саява (год) у серпні 2015 р. відносно 1961-1990 рр.

кількості сонячного сяйва, найбільшим у Лісостепу.

У серпні 2015 р. засуха посилювалась та зміщувалась на північ і північний схід з найістотнішими додатними відхиленнями тривалості сонячного сяйва у Лісостепу та Поліссі (рис. 5).

У серпні 2015 р. відбулись значні перетворення складових радіаційного балансу відносно норми 1961-1990 рр. (табл. 2).

Таблиця 2

Відношення прямої (S), розсіяної (D), сумарної (Q) радіації, альbedo (Ak) і радіаційного балансу (B) у серпні 2015 р. відносно стандарту 1961-1990 рр.

Станція	S/Sc	D/Dc	Q/Qc	Ak/Akc	B/Bc
1	2	3	4	5	6
Покошичі	1,91	0,91	1,41	0,96	1,64
Конотоп	1,69	0,78	1,27	0,95	1,43
Ковель	1,72	0,85	1,29	0,94	1,55
Бориспіль	1,30	0,75	1,04	1,0	1,23
Нова Ушиця	1,63	0,91	1,30	0,86	-
Полтава	1,48	0,70	1,16	0,95	0,92
Міжгір'я	1,38	0,82	1,06	0,91	0,98
Берегове	1,30	0,94	1,12	1,0	1,40
Одеса	1,17	0,73	1,0	1,12	0,96
Болград	0,97	0,75	0,88	1,11	0,77
Херсон	1,23	0,79	1,05	1,05	0,93
Асканія Нова	1,06	0,79	0,95	1,17	0,90

У серпні 2015 р. найбільших змін по території України зазнала пряма радіація, що підвищувалась у напрямку півночі й північного сходу до 90 % відносно норми та значно перевищило додатні відхилення дуже інтенсивних засух попередніх років у цих регіонах (рис. 6).

Відбувалось зменшення розсіяної радіації, створювались умови для зростання сумарної радіації у північному регіоні.

Альbedo підстильної поверхні підвищувалось у Степу, внаслідок підсихання й освітлення поверхні.

У північному регіоні відбулось суттєве збільшення радіаційного балансу.

Істотні зміни та перетворення складових радіаційного режиму, що спостерігались у малоохмарну антициклональну погоду

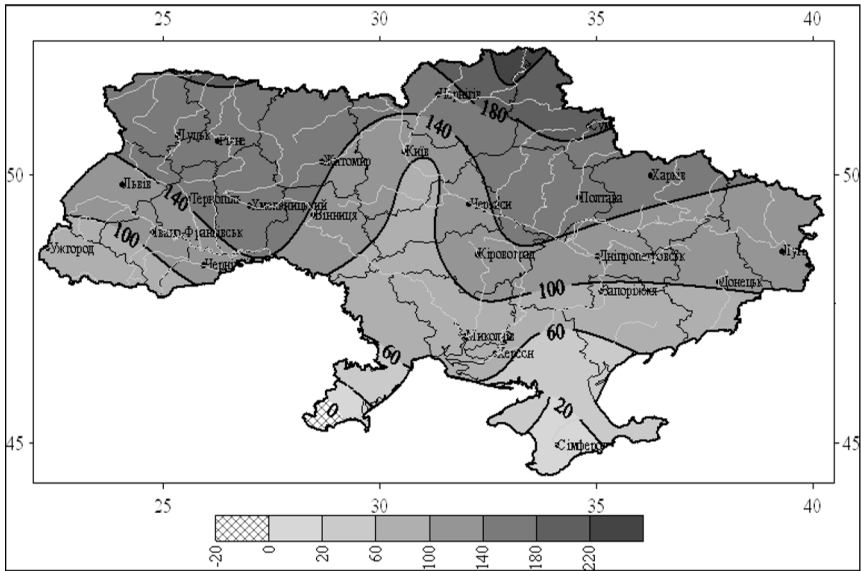


Рис. 6. Відхилення прямої радіації (МДж/м²) у серпні 2015 р. відносно 1961-1990 рр.

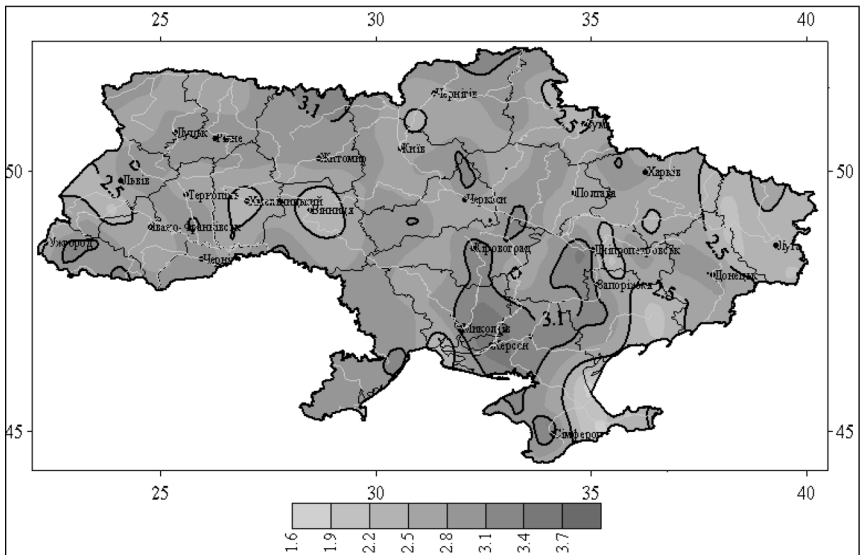


Рис. 7. Відхилення середнього максимуму температури повітря (Т, °С) у липні 2011-2014 рр. відносно 1961-1990 рр.

зумовлювали збільшення середнього максимуму температури повітря.

За рис. 7, відхилення середнього максимуму температури повітря у липні 2011-2014рр. відносно норми 1961-1990 рр. було досить значним та рівномірним по території.

За теплий період року в 2011-2014рр. відхилення середнього максимуму температури повітря були дещо менші по території України відносно норми (рис. 8).

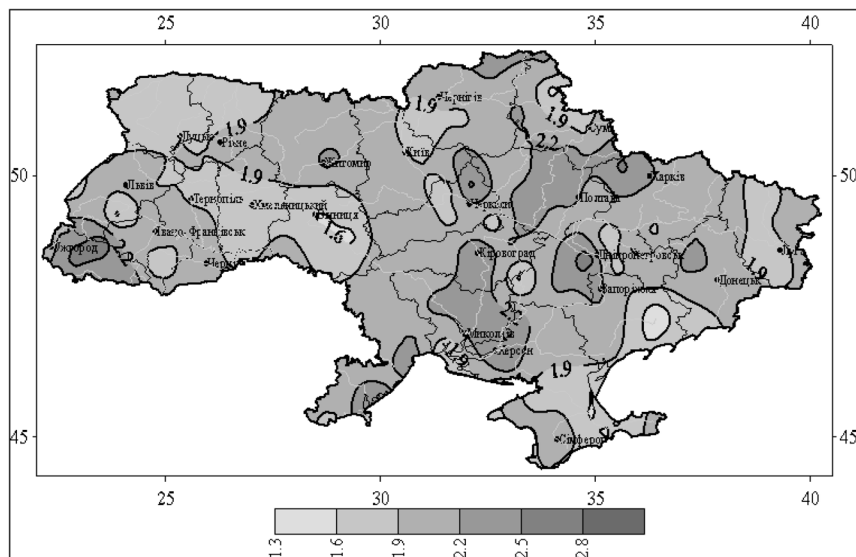


Рис. 8. Відхилення середнього максимуму температури повітря (Т, °С) у теплий період року в 2011-2014 рр. відносно 1961-1990 рр.

Так, у липні 2011-2014рр. відхилення середнього максимуму температури повітря відносно 1961-1990 рр. становило від 2,5 °С до 3,1 °С.

За теплий період року воно змінювалось від 1,6 °С до 2,2 °С.

Висновки і перспективи дослідження. В умовах засухи відбувається реформування тривалості сонячного сьйва, прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації, альbedo та радіаційного балансу підстильної поверхні. Спостерігається істотне збільшення прямої сонячної радіації з одночасним скороченням розсіяної, що не завадить зростанню сумарної радіації. Суттєво підвищується тривалість сонячного сьйва. Зростання надходження прямої

радіації, за умови зміни стану підстильної поверхні, призводить до коливань альbedo підстильної поверхні, формування балансу короткохвильової радіації (поглинута радіація) та повного радіаційного балансу. Відбувається підвищення середнього максимуму температури повітря.

Особливістю інтенсивних засух за 2011-2015 рр., що спостерігались на більшій частині території України в окремі періоди вегетації, є найістотніші додатні відхилення окремих складових радіаційного режиму, таких як пряма сонячна радіація і тривалість сонячного сйва на півночі, заході та північному сході, що в ХХ ст. майже не спостерігались. Дослідження посушливих явищ – важливий чинник практичного значення у вирішенні питань адаптації сільськогосподарського виробництва, зумовлених кліматичними змінами й агрометеорологічними умовами. В умовах збільшення температури повітря у глобальному та регіональному масштабах, відбувається зміщення природних зон на території України, що спонукає до вирощування сільськогосподарських культур із властивими умовами для інших регіонів не тільки помірної, але на півдні країни і субтропічної зони.

Література:

1. Астахова Н. И., Бабиченко В. Н. Изменчивость гидротермического коэффициента на Украине. Тр. УкрНИГМИ, 1975. Вып. 139. С. 109-117.

2. Дмитренко В. П., Строкач Н. К. Посушливі явища (Бездощовий період, суховій, посуха) / Клімат України. За ред. В.М.Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид.-во Раєвського, 2003. С. 233-245.

3. Логвинов К. Т., Сакали Л. И., Дайгот Л. С. Оценка степени засушливости вегетационного периода / Особенности засухи 1972 г. на Украине. Л.: Гидрометеиздат, 1973. С. 25-29.

4. Мартазинова В. Ф., Свєрдлик Т. А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменение и современное состояние. Тр. УкрНИГМИ, 1998. Вып. 246. С. 21-27.

5. Мартазинова В. Ф., Остапчук В. В., Иванова Е. К., Прохоренко В. М. Характер изменения среднесуточной температуры воздуха на территории Украины в последние десятилетия и физико-статистический метод прогноза с длительной заблаговременностью. Тр. УкрНИГМИ, 1999. Вып. 247. С. 36-48.

6. Мартазинова В. Ф., Сологуб Т.А. Атмосферная циркуляция, формирование засушливых условий на территории Украины в конце XX столетия. Наук. праці УкрНДГМІ, 2000. Вип. 248. С. 36-47.

7. Рибченко Л.С. Перетворення радіаційного режиму у період посухи. Фізична географія та геоморфологія. 2006. Вип. 50. С. 134-139.

8. Рибченко Л.С. Зміна радіаційного режиму в умовах сучасної посухи в Україні. Укр. геогр. журн. 2007. № 1. С. 14-19.

9. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Радіаційний режим в умовах інтенсивних засух 2001-2010рр. в Україні. Укр. геогр. журн. 2013. № 1. С. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2013.01.005>.

10. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Радіаційний режим в періоді інтенсивних засух 1991-2000рр. в Україні. Наук. пр. УкрНДГМІ, 2014. Вип. 266. С. 38-44. URL: https://uhmi.org.ua/pub/np/266/Rybchenko_Savchuk_266.pdf.

11. Рибченко Л.С., Савчук С.В. Сонячна радіація та температура повітря у періоді інтенсивної посухи 2011-2015рр. / Географічна наука та освіта: від констатації до конструктивізму: 36. наук. праць. К., 2018. С. 102-104. URL: <https://igu.org.ua/sites/default/files/pdf-text/conf-igu-2018-const.pdf>.

12. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата Мировой агроклиматический справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1937. С. 5-24.

Л. С. Рыбченко, С. В. Савчук

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОЙ ЗАСУХИ 2011-2015 ГГ.

Цель публикации – оценка составляющих радиационного режима солнечной радиации (прямой, рассеянной и суммарной, альbedo подстилающей поверхности, радиационного баланса и продолжительности солнечного сияния) в условиях интенсивных засух и определение отклонения средней максимальной температуры воздуха в июле и теплом периоде года в 2011-2015гг. относительно 1961-1990 гг. Методами математической статистики выявлено, что при засухах существенно возрастает продолжительность солнечного сияния. Поступление прямой радиации увеличивается и при изменении состояния подстилающей

поверхности, ведет к колебаниям альbedo подстилающей поверхности, формированию баланса коротковолновой радиации и полного радиационного баланса. Повышается средний максимум температуры воздуха в теплый период года в 2011-2014 гг. относительно 1961-1990 гг. Особенностью интенсивных засух в 2011-2015 гг. на большей части Украины в отдельные периоды вегетации есть существенные положительные отклонения отдельных составляющих радиационного режима на севере, западе, северо-востоке, что в XX в. почти не наблюдались.

Ключевые слова: составляющие радиационного режима солнечной радиации, средний максимум температуры воздуха, интенсивная засуха.

L. Rybchenko, S. Savchuk

SOLAR RADIATION AND AIR TEMPERATURE DURING PERIODS OF INTENSE DROUGHTS IN 2011-2015

The purpose of the article is to evaluate the components of the solar radiation regime (direct, scattered and total, albedo of the underlying surface, radiation balance and duration of sunshine) in the conditions of intense droughts and the determination of the deviation of the average maximum temperature in July and in the warm period of the year in 2011-2015 relative to 1961-1990. Drought is a complex meteorological phenomenon due to the prolonged period of increased short-wave solar radiation and air temperature rise, due to the lack of moisture in the air and soil. The study of droughts is relevant because with the increase in the air temperature due to excessive evaporation from the soil surface and transpiration of plants, unfavorable conditions for their development are created. Under such conditions, agricultural plants are damaged and sometimes even killed. During the 22 growing seasons in 1991-2015 there were droughts of varying intensity on the territory of Ukraine. According to the results of the analysis of the solar radiation regime, during intensive droughts covering most of the territory for the decades 1991-2000 and 2001-2010, changes were detected for the components of the radiation regime due to the redistribution of energy potential of the underlying surface. The methods of mathematical statistics revealed that during droughts, the duration of sunshine increases significantly. Fluctuations in the balance of the short-wave radiation and the total radiation balance are registered due to direct radiation oscillations when the state of the underlying surface changes. The average

maximum air temperature in the warm period of the year in 2011-2014 increases relative to 1961-1990. The peculiarity of intensive droughts in separate periods of vegetation in 2011-2015 for most of Ukraine is the most significant positive deviation of the individual components of the radiation regime in the north, west, north-east, which was almost not observed in the 20th century. The study of arid phenomena is an important factor of practical importance in addressing issues of adaptation of agricultural production, caused by climatic changes and agrometeorological conditions. In conditions of increasing air temperatures at the global and regional scale, there is a shift of natural zones in Ukraine. Thus, the Polissya zone is contracting and the Forest-steppe and Steppes zones are increasing, which induces the cultivation of crops with proper conditions for other regions not only in moderate latitudes, but in the south and subtropical zones.

Keywords: components of solar radiation regime, average maximum of air temperature, intensive drought.

Надійшла до редакції 25 квітня 2019 р.