

УДК 551.58: 519.23: 528.9
© 2017

В.І. ПІЧУРА,
кандидат сільськогосподарських наук

*Херсонський державний
аграрний університет, Україна
E-mail: pichuravitalii@gmail.com
вул. Рози Люксембург, 23, м. Херсон*

**ЗОНАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ
ВІКОВИХ ЗМІН КЛІМАТУ
НА ТЕРИТОРІЇ
БАСЕЙНУ Р. ДНІПРО**

Представлено результати дослідження зональних (Степ, Лісостеп і зона мішаних лісів) закономірностей багаторічних змін кліматичних умов за останні 200 років на території транскордонного басейну річки Дніпро із застосуванням методів багатомірної статистики та ГІС-технологій. У трьох фізико-географічних зонах спостерігається стрімке підвищення середньорічного значення температури повітря з кінця 80-х років і дотепер на 1,0–1,2 °С. Найбільша частка аномальних проявів змін температурного режиму припадає на зони Степ і мішані ліси, а найбільша ймовірність аномальних змін опадів реєструється в лісостепу. Просторово-графічним аналізом виявлено зниження сезонної варіабельності температурного режиму в напрямку зі заходу на схід та висхідну синусоїдальну залежність підвищення температури повітря з північного сходу (витоку річки) до південної частини (гирло річки) у 2,6 рази. Просторове тренд-циклічне підвищення опадів відбувається з південної до північної частини транскордонного басейну.

Ключові слова: клімат, температура повітря, атмосферні опади, зональні закономірності, басейн Дніпра, багатомірна статистика, моделювання, ГІС-технології.

Спрямована зміна клімату – це один з найважливіших глобальних викликів ХХІ ст., який виходить за рамки наукових досліджень і являє собою комплексну міждисциплінарну проблему, що охоплює екологічні, економічні і соціальні аспекти сталого розвитку країн світу [1]. Кліматичні зміни різноманітні і проявляються, зокрема, в інтенсивності, частоті кліматичних аномалій і екстремальних погодних явищ на різних рівнях ієрархії в просторі і часі. За останні 20–30 років надмірно збільшилися кількість, частота та інтенсивність аномальних небезпечних погодних явищ, які завдають значних економічних збитків, загрожують стабільному існуванню гідрогеоєкосистем, а також здоров'ю та життю людей. Висновки багатьох учених свідчать про те, що кліматичні зміни, які частішають, можуть в майбутньому призвести до ще більш непередбачуваних наслідків, якщо людство не буде вживати відповідних

попереджувальних заходів. Серед основних причин глобальної зміни клімату вчені світу відзначають: антропогенний фактор [1, 2]; підвищення в кругообігу вуглекислого газу [3]; радіаційний прогрів атмосфери через поглинання інфрачервоного випромінювання за домінуючого впливу конвективного теплообміну [4]; зміну течій в Північному Льодовитому океані (холодна Лабрадорська течія в районі Гренландії і теплий Гольфстрім), що призводить до періодичних катастрофічних епох стабільного зниження і збільшення температурного режиму в Північній півкулі [5, 6]. Клімат на регіональному рівні формується під впливом трьох найважливіших чинників: циркуляції атмосфери, сонячної інсоляції і рельєфу [7].

Огляд публікацій за темою дослідження. Проблеми кліматичних змін представлені в роботах багатьох учених світу, таких як R.E. Kopp, J.L. Kirschvink, A.A. Chen, K. Hasselmann,

V. Terry, A.L. Luers, R. Monastersky, Г.Г. Бикбулатова, Л.Т. Матвєєва, К.Я. Кондрат'єва, О.Г. Сорохтина, О.В. Крейнина та ін. [1–4, 6–12]. Свого часу [9, 13–16] була розроблена методика моделювання і отримані результати прогнозування кліматичної обумовленості ґрунтоутворення в різних регіонах землеробства, для умов Східно-Європейської рівнини вивчені багатівікові (за XVIII–XX ст.) закономірності впливу кліматичних факторів на гідрологічні процеси [17–19], на основі інформації “Кліматичного кадастру України” узагальнені результати метеорологічних спостережень 185 станцій метеорологічної мережі за 30-річний період (1961–1990 рр.), в якому розроблені на XXI ст. сценарії і прогноз можливих змін клімату на території України [20].

Аналіз наявних джерел показав, що питання вивчення та моделювання можливих змін клімату та оцінки його впливу на функціонування гідроекоосистем річкових басейнів з метою розробки та ведення нових адаптаційних заходів на різних рівнях господарювання залишаються актуальним і недостатньо дослідженими.

Мета нашої роботи полягала у вивченні зональних закономірностей багаторічних змін кліматичних умов за показниками температури повітря і суми опадів на території транскордонного басейну річки Дніпро із застосуванням багатомірної статистики та ПС-технологій.

Методи і методики. У дослідженнях використані кліматичні дані відкритих Інтернет ресурсів (http://meteo.ru/english/climate/cl_data.php; <http://cliware.meteo.ru/meteo>) та фактичні дані динаміки приземної температури повітря (Т, °С) і суми опадів (Р, мм) по метеостанціях (МТС) трьох фізико-географічних зон: Степ – МТС Херсон (1892–2014 рр.), МТС Луганськ (1839–2003 рр.); Лісостеп – МТС Харків (1892–2008 рр.), МТС Київ (1856–2003 рр.); зона мішаних лісів – МТС Мінськ (1810–2011 рр.), МТС Смоленськ (1910–2015 рр.), МТС Курськ (1834–2015 рр.), МТС Брянськ (1928–2015 рр.). Використані глобальні кліматичні растрові дані WorldClim (<http://worldclim.org>) просторового розподілу сезонних і річних значень температури повітря та опадів за період 1970–2000 рр. з просторовим дозволом 380×240 м.

Для комплексного аналізу, оцінки неоднорідності рядів, визначення часових та просторових закономірностей формування і синхронності динаміки кліматичних показників у роботі застосовані методи багатомірної статистики: описової статистики, регресійного аналізу, перетворення змінних (T4253H-smoother, метод різницевого інтегральних кривих модульних коефіцієнтів) і крос-кореляційний аналіз.

Для моделювання та аналізу змін клімату використані програмні продукти STATISTICA Advanced + QC for Windows v.10 Ru, MathWorks MATLAB 7.9 R2009b і ArcGIS 10.1.

Результати дослідження та їх обговорення. У межах транскордонної території басейну р. Дніпро зональні зміни гідроекоосистем обумовлені диференційною дією різних переважаючих кліматичних факторів: у північній частині (зона мішаних лісів), де опади перевищують величину випаровуваності і коефіцієнт зволоження (КЗ) за Івановим дорівнює 1,30 – це термічний фактор; у південній частині (Степ), де КЗ становить 0,38 – фактор зволоження. Фонові характеристики зональних змін тепло- і вологозабезпечення відображають специфіку, вікову і внутрішньовікову ритмічність аерогідротермічних умов гідроекоосистем річкових басейнів, закономірність яких у переважній більшості наукових досліджень визначається за даними інструментального періоду. Однак внутрішня цілісність заключної частини голоцени (субатлантичний період) дозволяє поширити усереднені кліматичні дані інструментального періоду на 2800 років назад [13], що забезпечує можливість здійснити історичну реконструкцію кліматично-обумовлених змін та прогноз умов функціонування гідроекоосистем річкових басейнів.

Кліматичні зони території басейну р. Дніпро характеризуються достатньо високим рівнем різноманіття. Транскордонний басейн знаходиться в межах трьох фізико-географічних зон: мішані ліси (55 % від загальної площі басейну), Лісостеп (28,9 %) і Степ (16,1 %). У результаті статистичного аналізу даних зональної динаміки кліматичних по-

казників за окремими МТС встановлено, що найбільших варіаційних змін середньорічної температури повітря (від 17,41 % до 25,59 %) зазнає гідроекосистема верхньої частини басейну Дніпра, яка розташована в зоні мішаних лісів. У зоні Степу, порівняно зі зоною мішаних лісів, значення варіації середньорічної температури повітря в 1,75–2,12 раза нижчі і становлять 9,95–12,09 %. Від’ємні значення ексцесу в більшості випадків свідчать про чималу часову неоднорідність у щорічній амплітуді ходу температурних змін. Це пояснюється нестабільністю температурного режиму та ймовірністю суттєвого від-

клику на процеси глобального потепління за останні 20–30 років.

Зворотна ситуація спостерігається із просторово-часовим розподілом опадів. Найбільш неоднорідні динамічні їх зміни відбуваються в зонах Степу та Лісостеп – рівень варіації знаходиться в межах від 19,9 до 24,9 %, значення моди менше на 2–5 % від норми (середнього значення), що свідчить про нестабільність випадання опадів і переважну частоту проявів безвологих років за період спостережень.

Для визначення циклічних змін кліматичних показників за вісьма зональними метеостанціями (рис. 1,а; 2,а) використаний ме-

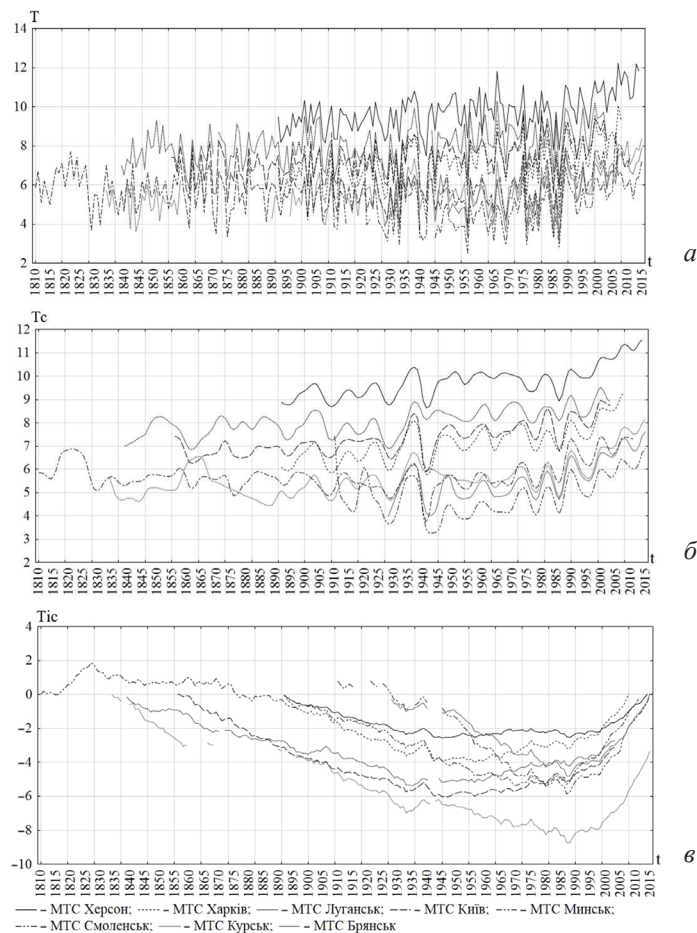


Рис. 1. Зональні особливості динаміки середньорічної температури (T , $^{\circ}\text{C}$) повітря на території басейну р. Дніпро за 1810–2015 рр.:
а – вихідні значення (T); б – основні циклічні амплітуди (T_c); в – інтегральні криві (T_{ic})

тод T4253H-smoother. Цей метод фільтрації забезпечив можливість отримати згладжені ряди, зберігаючи основні характеристики вихідного емпіричного ряду та виділити основні часові амплітуди формування клімату (рис. 1,б; 2,б). Протягом усього періоду спостережень у динаміці температури повітря спостерігається позитивний тренд, екстремум якого припадає на початок ХХІ ст. (мала циклічна складова становить 2 роки, середня – 9 і велика – 37 років). За допомогою методу Фур'є визначені багаторічні 2-, 11- і 22-річні цикли формування умов зволоження з позитивною трендовою складовою.

У результаті перетворення вхідних даних інструментального періоду спостережень за допомогою різницевої інтегральних кривих модульних коефіцієнтів (рис. 1,в; 2,в) встановлено, що за дослідними фізико-географічними зонами на території басейну р. Дніпро спостерігається стрімке підняття середньорічного значення температури повітря з кінця 80-х років минулого століття й дотепер на 1,0–1,2 °С. За останні 178 років зафіксований 90-річний цикл, який визначив два вікових періоди зміни вологозабезпечення: І період – 88 років (1838–1925 рр.); ІІ період – 90 років (1926–2015 рр.).

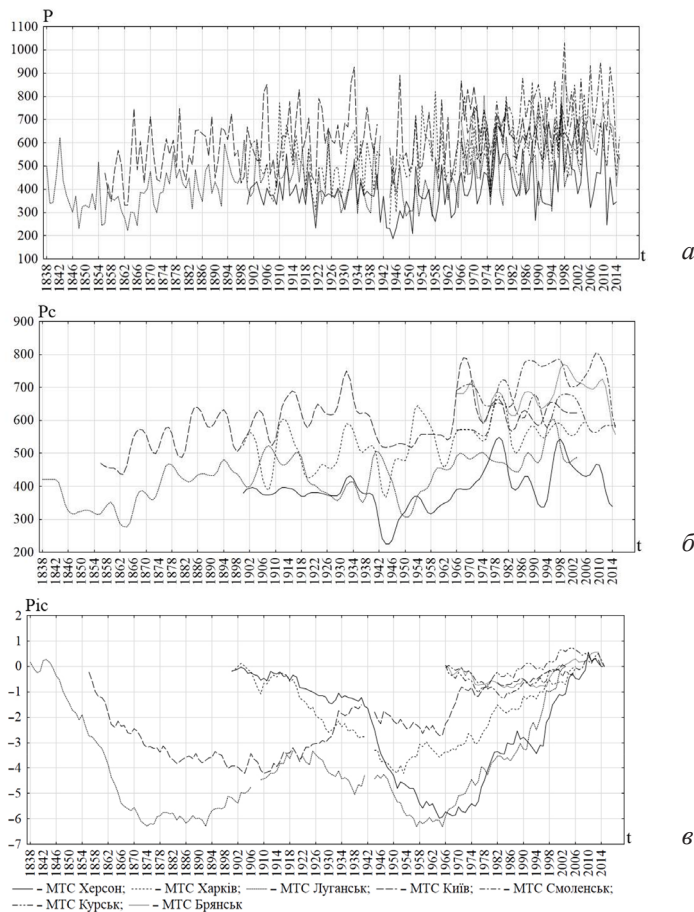


Рис. 2. Зональні особливості динаміки суми річних опадів (P, мм) повітря на території басейну р. Дніпро за 1838–2015 рр.:

а – вихідні значення (P); б – основні циклічні амплітуди (Pc); в – інтегральні криві (Pc)

За весь період спостережень по всій території транскордонного басейну р. Дніпро намітилася позитивна тренд-циклічна тенденція зміни середньорічних значень опадів. Початок XXI ст. знаходиться на максимумі 90-річного циклу середньорічних змін опадів. Це може передувати зменшенню природно-зонального вологозабезпечення гідрогеоекосистеми басейну Дніпра, що за умов стабільного підвищення кліматичного температурного режиму збільшить частоту проявів посушливих періодів протягом наступного вікового періоду.

Аномальні кліматичні умови були визначені за такими критеріями: $T, P \geq \pm\sigma$ – сильні аномалії і $T, P \geq \pm 2\sigma$ – дуже сильні аномалії, де σ – значення середньоквадратичного відхилення. За нормального розподілу випадкової величини (середньорічної температури T , суми річних опадів P) виконуються співвідношення:

Степ

$$\begin{cases} p(-\sigma < T < +\sigma) = 0,651, \\ p(-2\sigma < T < +2\sigma) = 0,946, \\ p(-\sigma < P < +\sigma) = 0,723, \\ p(-2\sigma < P < +2\sigma) = 0,946; \end{cases}$$

Лісостеп

$$\begin{cases} p(-\sigma < T < +\sigma) = 0,676, \\ p(-2\sigma < T < +2\sigma) = 0,953, \\ p(-\sigma < P < +\sigma) = 0,697, \\ p(-2\sigma < P < +2\sigma) = 0,938; \end{cases}$$

Зона мішаних лісів

$$\begin{cases} p(-\sigma < T < +\sigma) = 0,655, \\ p(-2\sigma < T < +2\sigma) = 0,959, \\ p(-\sigma < P < +\sigma) = 0,740, \\ p(-2\sigma < P < +2\sigma) = 0,920, \end{cases}$$

де p – ймовірність події; у даному випадку вірогідність не перевищила граничних значень аномаліями середньорічної температури (T) і річної суми опадів (P).

У результаті часового аналізу визначено, що, залежно від фізико-географічних зон території транскордонного басейну, у 65–68 %

випадків абсолютна величина середньорічної температури повітря не перевищує аномальних значень $\pm\sigma$. Тобто за більш ніж віковий період спостерігаються в Степу 29,5 % років із сильними і 5,4 % дуже сильними аномаліями; у Лісостепу – 27,7 % із сильними і 4,7 % дуже сильними аномаліями, у зоні мішаних лісів – 30,4 % із сильними і 4,1 % дуже сильними проявами аномалій температурного режиму. Абсолютна величина відсутності аномалій суми річних опадів становить 69,7–74,0 %: у зоні Степ аномальні прояви спостерігаються у 22,3 % років із сильними і 5,4 % дуже сильними їх проявами; у Лісостепу – 24,1 % із сильними і 6,2 % дуже сильними аномаліями; у зоні мішаних лісів – 18,0 % із сильними і 8,0 % дуже сильними аномаліями природного вологозабезпечення. Отже, найбільша частка аномальних проявів температурного режиму зафіксована в зонах Степ і мішаних лісів, а найбільша ймовірність аномальних змін в опадах – у зоні Лісостеп.

Зміни у формуванні кліматичних умов у різних фізико-географічних зонах транскордонного річкового басейну обумовлені локальними формами рельєфу, здебільшого впливає на внутрішньозональну асинхронність і значну просторову неоднорідність розподілу опадів. Значення кореляції динаміки опадів за окремими зональними метеостанціями становили 0,04–0,63 (рис. 3,1). У змінах температури повітря відзначено досить високий ступінь синхронності (рис. 3,2), кореляція між якими становить 0,70–0,96, що дає можливість припустити наявність єдиних просторово-часових закономірностей формування температурного режиму на території басейну р. Дніпро. Отримані результати аналізу значно спрощують завдання вивчення, моделювання, реконструкції відсутніх даних і прогнозування кліматичних змін. У такий спосіб, вивчивши часові закономірності формування за однією зі зональних метеостанцій, можна припустити, що подібні зміни, першочергово в температурному режимі, можуть відбуватися на всій території річкового басейну.

На фоні середньорічних змін діяться значні зміни кліматичних умов функціонування гідрогеоекосистем басейну р. Дніпро в се-

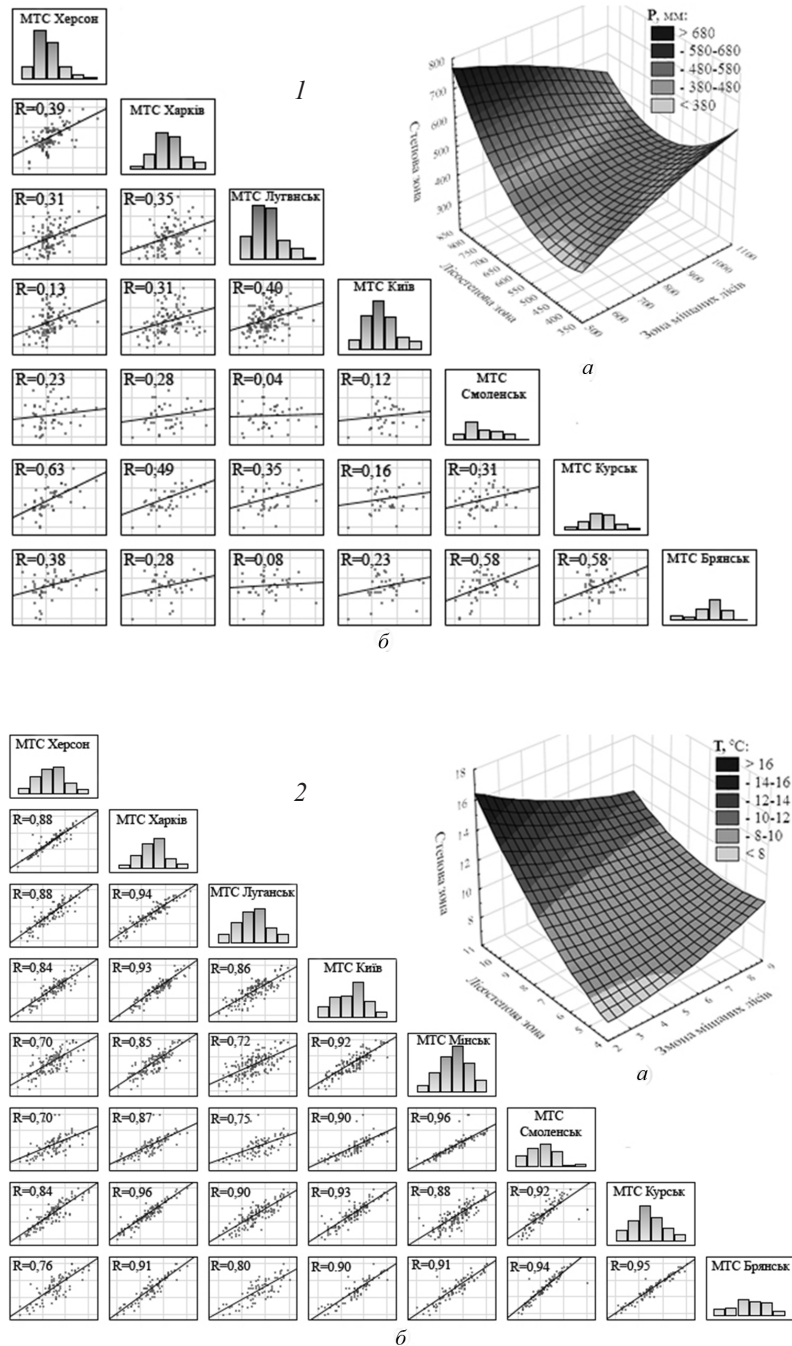


Рис. 3. 3-D діаграма (а) і крос-кореляція (б) зональної синхронності амплітуди зміни кліматичних показників на території басейну р. Дніпро: 1 – середньорічна температура повітря; 2 – сума річних опадів

редині року. На прикладі МТС Херсон (зона Степ) встановлено, що в останні 75 років спостерігаються прояви потепління протягом 10 перших місяців року в середньому на 2 °С (від 10,4 до 12,4 °С), збільшення суми опадів на 90 мм (від 314 до 404 мм). На основному фоні збільшення суми опадів у 75 % місяців проявляються негативні аномальні явища одноразового випадання місячної, а в деяких випадках і піврічної норм опадів, що чинить катастрофічні підтоплення і затоплення територій на локальному й регіональному рівнях,

які зумовлюють негативні прояви ерозійних процесів на землях сільськогосподарського призначення та підвищення концентрацій біогенних речовин у водоймах та річкових системах транскордонного басейну р. Дніпро.

Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності зонального розподілу кліматичних умов вивчені на основі растрових моделей відкритих глобальних кліматичних даних для екологічного моделювання і ГІС – WorldClim (рис. 4), за результатами відбору даних у 2270 точках

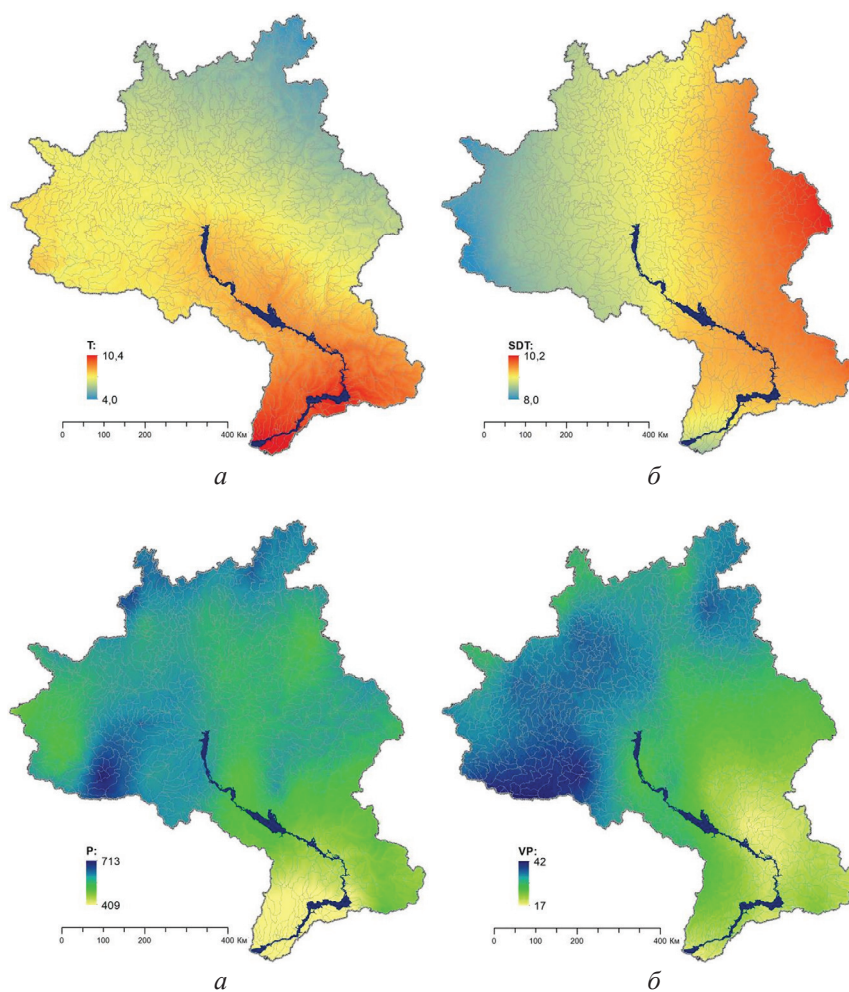


Рис. 4. Просторовий розподіл та варіаційні зміни кліматичних показників на території транскордонного басейну р. Дніпро за 1980–2010 рр.:
*а – середньорічна температура повітря (T, °С); б – сезонне стандартне відхилення (STD, °С);
 в – сума річних опадів (P, мм); г – сезонна варіація опадів (VP, мм)*

на території басейну р. Дніпро. Встановлено, що за 30 років узагальнень просторових спостережень (1980–2010 рр.) розподілу основних енергетичних кліматичних показників середньорічна температура повітря в межах транскордонного басейну варіювала від 4,0 °С із північного сходу (витоку річки) до 10,4 °С у південній його частині (гирло річки) – рис. 5,а. Найбільше стандартне відхилення сезонної динаміки температури

відмічено в східній частині Лісостепу басейну – до 10,2 °С (рис. 5,б) та в межах переходу степової в лісостепову зону – у межах 9,5–9,8 °С. Найменші сезонні коливання температури за 30-річний період спостерігалися в західній і північно-західній частинах зон мішаних лісів і Лісостепу відповідно, у межах 8,0–8,8 °С. Статистичні характеристики температури повітря на території басейну р. Дніпро представлені на рис. 5,в.

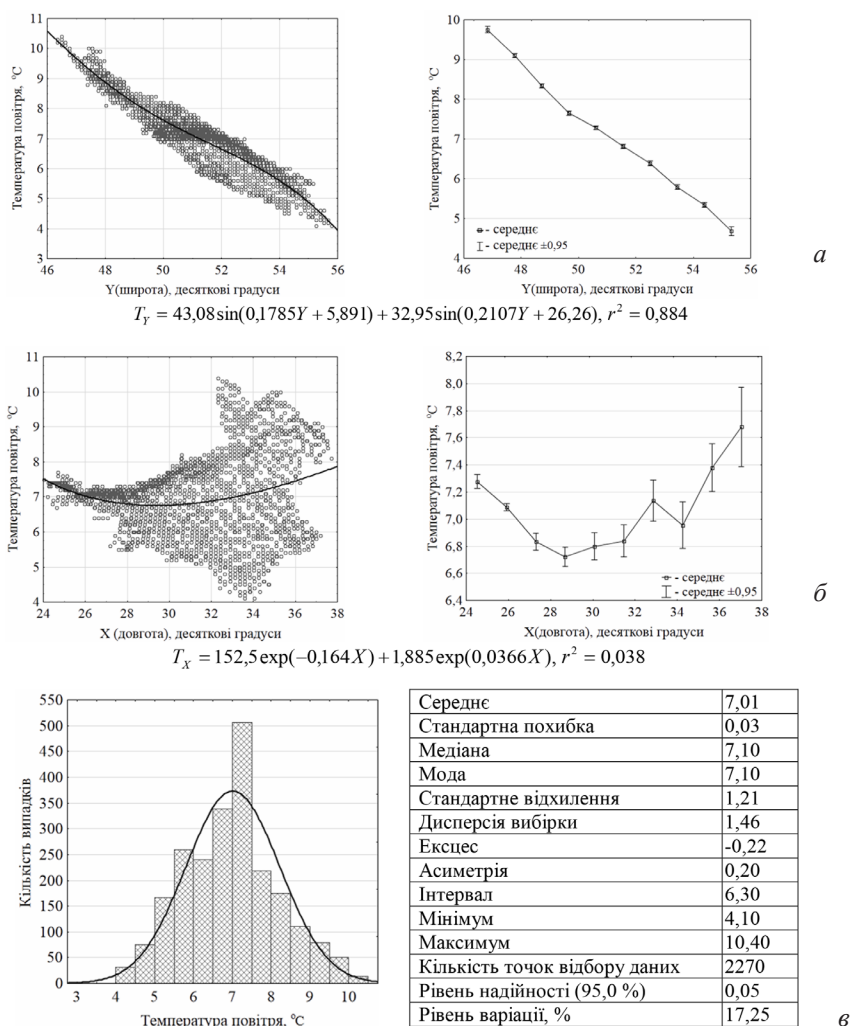


Рис. 5. Просторова неоднорідність розподілу середньорічного значення температури повітря на території басейну р. Дніпро:
а – південь → північ; б – захід → схід; в – статистичні характеристики

Опади на водозбірній території р. Дніпро розподілені надто нерівномірно – просторове тренд-циклічне їх підвищення відбувається від південної (409 мм) до північної (660 мм) його частини (рис. 6,а). Найбільше значення суми річних опадів зафіксовано в північно-західній частині Лісостепу – 713 мм. Високий ступінь варіації сезонних змін природного

вологозабезпечення мають північно-західна і значна частини зон Лісостеп і мішаних лісів відповідно – рівень варіації знаходиться в межах 30–42 % (рис. 6,б). Відносно стабільні варіативні характеристики змін опадів мають південно-східна частина Лісостепу і Степ – від 17 до 30 %. Статистичні характеристики змін суми річних опадів за 30-річний період

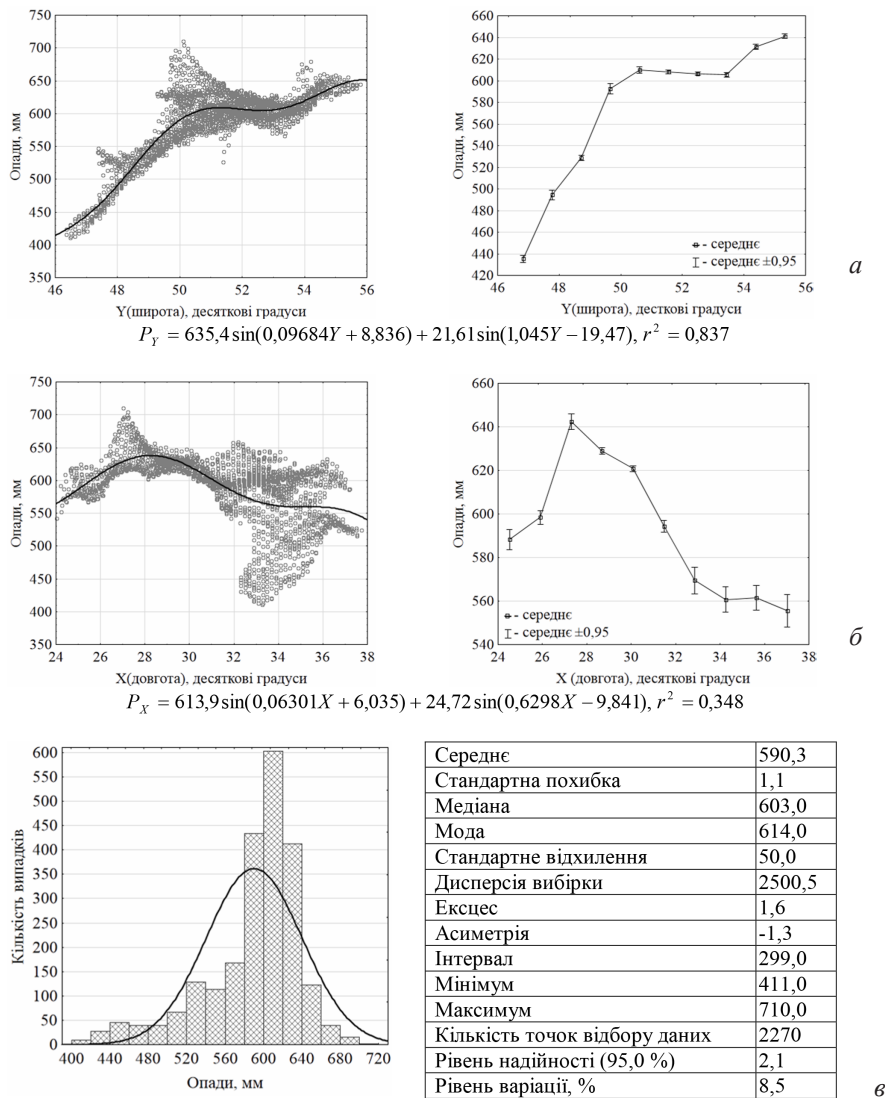


Рис. 6. Просторова неоднорідність розподілу суми річних опадів на території водозбірного басейну р. Дніпро:
а – південь → північ; б – захід → схід; в – статистичні характеристики

Зональні особливості забезпечення кліматичних умов на території транскордонного басейну р. Дніпро

Метеостанція	Забезпеченість, %			
	1–25	25–50	50–75	75–100
Температура повітря, °С				
Степова зона				
Херсон	12,2–10,3	10,3–9,7	9,7–9,1	9,1–7,5
Луганськ	10,3–8,8	8,8–8,0	8,0–7,4	7,4–5,8
Лісостепова зона				
Харків	10,1–7,9	7,9–7,2	7,2–6,4	6,4–4,2
Київ	9,6–8,0	8,0–7,4	7,4–6,6	6,6–5,1
Зона мішаних лісів				
Мінськ	7,9–6,5	6,5–5,8	5,8–5,0	5,0–3,2
Смоленськ	8,7–5,7	5,7–4,8	4,8–3,9	3,9–2,5
Курськ	8,4–6,4	6,4–5,7	5,7–5,0	5,0–3,4
Брянськ	7,9–6,5	6,5–5,6	5,6–4,9	4,9–3,3
Сума опадів, мм				
Степова зона				
Херсон	778–462	462–380	380–338	338–186
Луганськ	797–496	496–422	422–354	354–223
Лісостепова зона				
Харків	820–611	611–534	534–473	473–249
Київ	925–677	677–593	593–524	524–331
Зона мішаних лісів				
Смоленськ	1030–800	800–720	720–647	647–528
Курськ	857–696	696–624	624–569	569–420
Брянськ	890–720	720–677	677–620	620–400

спостережень на території транскордонного басейну р. Дніпро представлені на рис. 6,в.

Дослідженнями визначено зональні особливості забезпечення кліматичних умов на території басейну р. Дніпро (таблиця). Отри-

мані результати дають унікальну можливість простежити, визначити просторову неоднорідність та ступінь забезпеченості природним теплом і вологою гідроекосистеми транскордонного басейну р. Дніпро.

Висновки

Оцінка зональних особливостей багаторічних кліматичних змін на водозбірній території транскордонного басейну р. Дніпро показала, що в сучасних умовах формування клімату відбувається стабільне динамі-

чне підвищення середньорічної температури повітря і суми річних опадів. У трьох фізико-географічних зонах (Степ, Лісостеп, мішані ліси), фіксується стрімке підвищення середньорічного значення температури по-

вітря з кінця 80-х років минулого століття й дотепер на 1,0–1,2 °С. Найбільша частка аномальних проявів змін температурного режиму спостерігається в зонах Степу (34,9 %) і мішані ліси (34,5 %), а найбільша ймовірність аномальних змін опадів – у зоні Лісостеп (30,3 %).

Вивчення особливостей внутрішньорічних кліматичних змін у степовій зоні показало, що в багаторічній динаміці спостерігаються прояви потепління протягом 10 перших місяців на 2 °С, а для періоду з травня по жовтень відзначено збільшення середньорічних сум опадів на 90 мм. У результаті просторово-графічного аналізу виявлено зменшення сезонної варіабельності температурного режиму в напрямку зі заходу на схід та висхідна синусоїдальна залежність збільшення температури повітря з північного сходу (витоку річки) до південної частини (гирло річки) у 2,6 раза. Опади розподілені достатньо нерівномірно, просторове тренд-циклічне їх підвищення відбувається з

південної (409 мм) до північної (660 мм) частин транскордонного басейну. Інструментами багатовимірної статистики вперше створені просторові функції розподілу і забезпечення теплом та вологою гідроекоосистеми транскордонного басейну р. Дніпро (при кореляції 0,59–0,99).

Ретроспективний аналіз зміни клімату підтвердив високу ймовірність збільшення частоти аномальних проявів клімату та негативних їх впливів на стабільність функціонування гідроекоосистеми транскордонного басейну Дніпра в умовах стабільно-високого антропогенного навантаження. Представлені в роботі результати і підходи до багатовимірної обробки метеорологічних даних можна використовувати для просторово-часового дослідження багаторічних закономірностей зміни стану гідроекоосистем річкових басейнів в умовах глобальної зміни клімату, а також для формування програм адаптивного просторово-часового басейнового природокористування.

Бібліографія

1. Бикбулатова Г.Г. О влиянии антропогенного фактора на климат / Г.Г. Бикбулатова // Омский научный вестник. – 2013. – № 1. – С. 249–252.
2. Матвеев Л.Т. Влияние антропогенных факторов на климат городов / Л.Т. Матвеев, Е.А. Вершель, Ю.Л. Матвеев // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2011. – № 17. – С. 41–50.
3. Кондратьев К.Я. Парниковый эффект атмосферы и климат / К.Я. Кондратьев, Н.И. Москаленко. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 212 с.
4. Сорохтин О.Г. Адиабатическая теория парникового эффекта атмосферы / О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков // Вестник МГУ. – 1996. – № 5. – С. 27–37. – (Серия: География).
5. Карнаухов А.В. Куда текли сибирские реки во времена ледниковых периодов? / А.В. Карнаухов, В.Н. Карнаухов // Природа. – 1997. – № 1. – С. 46–55.
6. Крейнин Е.В. Глобальный климат и парниковый эффект: причинно-следственные связи, Киотский протокол и технические решения / Е.В. Крейнин, А.С. Евергетидова // Экология и промышленность России. – 2007. – С. 43–45.
7. Lisetskii F. Quantitative substantiation of pedogenesis model key components / F. Lisetskii, O. Chepelev // Advances in Environmental Biology. – 2014. – № 8(4). – P. 996–1000.
8. Chen A.A. The climate studies group Mona / A.A. Chen // Caribbean Quarterly. – 2008. – № 54(3). – P. 85–91.
9. Hasselmann K. The stern review and the IPCC fourth assessment report: implications for interaction between policymakers and climate experts / K. Hasselmann, B. Terry // Climatic Change. – 2008. – № 89(3–4). – P. 219–229.
10. The Paleoproterozoic snowball Earth: A climate disaster triggered by the evolution of oxygenic photosynthesis / R.E. Kopp, J.L. Kirschvink, I.A. Hilburn, C.Z. Nash // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2005. – № 102(32). – P. 31–36.
11. Luers A.L. How to avoid dangerous climate change / A.L. Luers // Catalyst. – 2007. – 6(2). – P. 1–5.

12. *Monastersky R.* Climate crunch: a burden beyond bearing / *Monastersky R.* // *Nature*. – 2009. – № 458(7242). – P. 1091–1094.
13. *Ivanov I.V.* Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years / *I.V. Ivanov, F.N. Lisetskiy* // *Transactions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences. Earth science sections*. – 1996. – № 340(1). – P. 189–194.
14. *Lisetskii F.N.* Assessment and forecast of soil formation under irrigation in the steppe zone of Ukraine / *F.N. Lisetskii, V.I. Pichura* // *Russian Agricultural Sciences*. – 2016. – № 2. – P. 154–158. doi: 10.3103/S 1068367416020075.
15. *Пічура В.І.* Кліматична обумовленість ґрунтоутворення на території транскордонного басейну Дніпра / *В.І. Пічура* // *Біоресурси і природокористування*. – 2016. – Т. 8, № 5–6. – С. 26–38.
16. *Lisetskii F.* Steppe ecosystem functioning of east European plain under age-long climatic change influence / *F. Lisetskii, V. Pichura* // *Indian Journal of Science and Technology*. – 2016. – № 9(18). – P. 1–9.
17. *Кузьменко Я.В.* Оценка и прогнозирование стока малых рек в условиях антропогенных воздействий и изменений климата / *Я.В. Кузьменко, Ф.Н. Лисецкий, В.И. Пичура* // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 6. – С. 619. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7640>
18. *Лисецкий Ф.Н.* Периодичность климатических, гидрологических процессов и озерного осадконакопления на юге Восточно-Европейской равнины / *Ф.Н. Лисецкий, В.Ф. Столба, В.И. Пичура* // *Проблемы региональной экологии*. – 2013. – № 4. – С. 19–25.
19. Реки и водные объекты Белогорья / [*Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк* и др.]; под ред. *Ф.Н. Лисецкого*. ВОО “Рус. геогр. о-во”, НИУ “БелГУ”. – Белгород: Константа, 2015. – 362 с.
20. Клімат України / За ред. *В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко*. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.