

БАГАТОРІЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК УКРАЇНИ ТА ЙОГО КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Проаналізовано багаторічні тенденції річного стоку води річок України та його кліматичних чинників на основі гідролого-генетичного аналізу. Як основні кліматичні чинники розглянуто середньорічну температуру повітря та атмосферні опади. Показано, що просторово-часова мінливість річного стоку води річок України добре узгоджується з коливаннями річних сум атмосферних опадів у різних фізико-географічних зонах. Вигляд інтегральних кривих відхилень середньорічної температури повітря на території України показує, що підвищення температури повітря, особливо інтенсивне з кінця ХХ ст., є тільки однією з фаз довготривалих вікових циклічних коливань.

Ключові слова: річний стік, гідролого-генетичний аналіз, кліматичні чинники, багаторічні тенденції.

Вступ

Відомості щодо річного стоку води мають важливе практичне значення, оскільки вони застосовуються під час розробки стратегії раціонального використання й охорони водних ресурсів, планування та реалізації водогосподарських заходів, які вирішують проблеми водозабезпечення, оптимального регулювання річкового стоку, протипаводкових заходів тощо. Саме на основі величин річного стоку води визначаються обсяги щорічно поновлюваних водних ресурсів, які інтенсивно використовують у господарській діяльності людини.

Річний стік води є основною характеристикою річкового стоку. Зрозуміло, що формування річного стоку води є багатофакторним процесом, що знаходиться під різноманітним впливом фізико-географічних чинників, прояв яких відбувається по-різному і які є завжди взаємопов'язаними. Отже, формування річного стоку води відбувається під впливом *кліматичних чинників* (температура повітря, атмосферні опади тощо), а також *чинників підстильної поверхні* (рельєф, ґрунти, геологічна будова басейну, величина та форма басейну, рослинність, наявність озер, лісових масивів, боліт тощо). Значний вплив на річний стік води, особливо в Україні, має *господарська діяльність* (будівництво водосховищ та ставків, зрошувальні та осушувальні меліорації, розорювання басейнів, скиди стічних вод та ін.). Зазначимо, що за умови незмінності господарської діяльності в басейні річки, чинники підстильної поверхні є постійними в часі. Отже, саме кліматичні чинники, які характеризуються значною мінливістю, відіграють провідну

роль у формуванні величин річного стоку води. Дослідження їхніх багаторічних тенденцій надає змогу отримати уявлення й про тенденції річного стоку води.

У різні часи дослідженням річного стоку річок України було присвячено багато наукових робіт. Фундаментальні дослідження виконано в монографіях «Ресурси поверхневих вод СРСР», том 6, які вийшли друком в період з 1966 по 1971 рр. [1-4]. Різні дослідники також виконували подібні дослідження, але зазначимо, що монографії набули найбільшого використання, оскільки саме в них виконано детальні розрахунки та узагальнення, а також подано картографічний матеріал. Серед різноманіття робіт необхідно зазначити роботу Онуфрієнко Л.Г. [5], у якій викладено методичні основи дослідження річного стоку річок України та виконано їхню реалізацію. Серед сучасних робіт заслуговують уваги розробки Лободи Н.С. [6-9]. Аналіз просторово-часових коливань річного стоку річок України та його кліматичних чинників було виконано в роботі [9]. Основним методом досліджень була інтегральна крива відхилень. Однак у цій роботі використано досить обмежену кількість даних спостережень на материковій Україні та зовсім не досліджено територію Кримського півострова.

Отже, **метою** роботи є дослідження просторово-часових закономірностей річного стоку води річок України та його кліматичних чинників із застосуванням гідролого-генетичного аналізу.

Виклад основного матеріалу досліджень

Для оцінки просторово-часової мінливості водного стоку річок використовують низьку

методів. Серед них найпоширенішими є порівняльний аналіз хронологічних графіків, кусочно-лінійні тренди, осереднення рядів спостережень за ковзними n -річними, біноміальне осереднення, інтегральні криві відхилень, кореляційний, автокореляційний, дисперсійний, спектральний аналізи. Кожен із методів має свої недоліки та переваги. Їхній детальний аналіз наведено в роботах [10, 11]. Хронологічні графіки відображають реальний хід коливання водного стоку, але вони не дозволяють чітко виявити різні фази водності стоку. Аналіз коливань стоку зазвичай ускладнюється тим, що на фази підвищення й зниження водності накладаються дрібніші підйоми та спади. Можна побудувати кусочно-лінійні тренди, але чіткої впевненості у правильності виділених головних і другорядних фаз підйому і спаду цей метод не надає. Для полегшення порівняння циклів коливань водного стоку використовують ковзні середні за n -річними значеннями. Цей метод дозволяє згладити різкі коливання водності в окремі роки, але завдяки згладжуванню одночасно втрачається визначеність меж між фазами циклічних коливань і навіть відбувається їхнє зміщення, аж до зсуву на цілу фазу (чим більше усереднення, тим більше зміщення). Кореляційний, автокореляційний, дисперсійний, спектральний аналізи дозволяють досліджувати коливання стоку річок за кількісними показниками. Одночасно, внаслідок того, що зазвичай спостереження на річках мають різну тривалість і не завжди їх можна подовжити, такі показники розраховуються з різними похибками або за певні періоди, які не завжди можуть містити повний цикл водності. Крім того, на нашу думку, ці методи працюють як «чорний ящик», оскільки аналізуються тільки розраховані параметри і не відбувається безпосередньо аналізу водного стоку, а дослідники не завжди застосовують графічний аналіз для підтвердження отриманих результатів. У роботах [10-12] показано, що найприйнятнішим методом

для дослідження циклічних коливань водного стоку річок та кліматичних чинників є інтегральна крива відхилень, оскільки дозволяє чітко визначати межі фаз водності. Крім того, за аналізом інтегральної кривої відхилень можна простежити динаміку розвитку циклів водності щодо лінії часу та виявити їхні якісні та кількісні тенденції. У роботах [13, 14] показано, що часову оцінку багаторічних тенденцій водного стоку можна виконати за допомогою сумарної кривої. Отже, з погляду детерміністичного підходу для дослідження просторово-часової мінливості річного стоку води річок України та його кліматичних чинників доцільно використати гідролого-генетичний аналіз, методичні засади якого було обґрунтовано в роботі [14].

Серед кліматичних чинників найвагомішими є опади, температура повітря та випаровування. Температура повітря та атмосферні опади є величинами, які безпосередньо вимірюються на метеорологічних станціях або постах. Величина випаровування розраховується за відповідними формулами [14]. Крім того, температура повітря є одним з опосередкованих показників випаровування [9]. Отже, для аналізу багаторічних тенденцій кліматичних чинників формування річного стоку води річок України було використано дані спостережень на 44 метеорологічних станціях щодо середньорічної температури повітря та річних сум атмосферних опадів. Обрані метеорологічні станції рівномірно розташовані на території України (рис. 1). Але тривалість спостережень за температурою повітря та атмосферними опадами на станціях дуже різна.

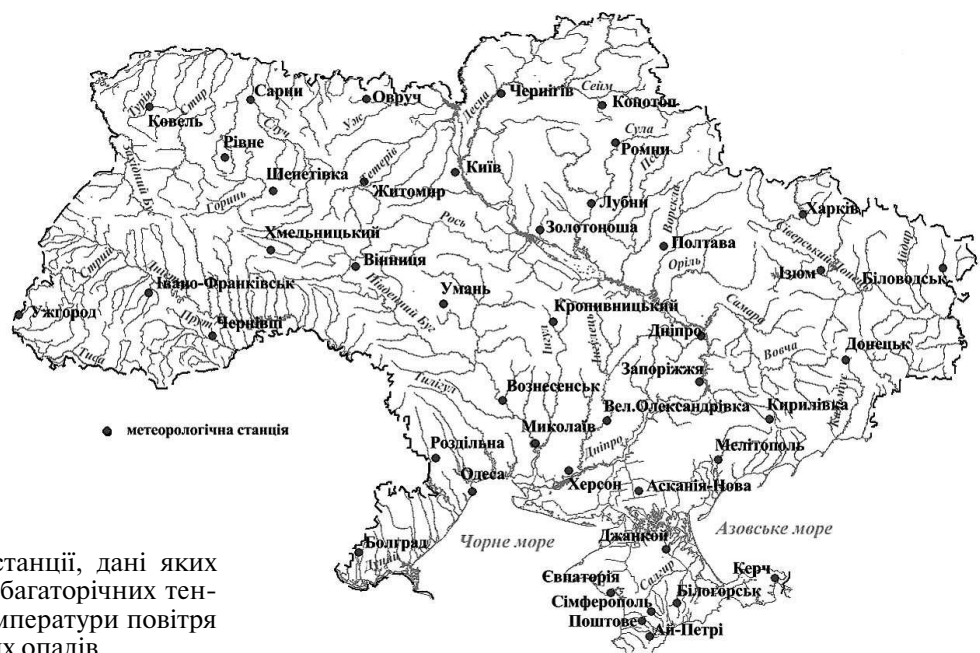


Рис. 1. Метеорологічні станції, дані яких використано для аналізу багаторічних тенденцій середньорічної температури повітря та річних сум атмосферних опадів

Найбільший ряд спостережень за температурою повітря має м. Київ (з 1813 р.). Найтриваліші ряди спостережень також мають метеостанції таких міст як Полтава та Кропивницький – 140 та 132 роки відповідно. Середня тривалість рядів спостережень за температурою повітря та атмосферними опадами, які досліджувалися, становить 97 та 105 років відповідно. Найтриваліші ряди спостережень за атмосферними опадами мають метеостанції Сімферополь та Харків і налічують вони тільки 150 та 149 років відповідно. Найменшу тривалість має ряд спостережень на метеостанції Велика Олександрівка – 66 років. Та всі ряди спостережень мають пропуски, які переважно належать до періодів військових дій на території України. Зрозуміло, що таке становище значно ускладнює дослідження, оскільки в разі застосування сумарної кривої та інтегральної кривої відхилень через пропуски в спостереженнях виникає викривлення їхнього вигляду. Так, Дроздов О.А. в роботі [12] зазначає, що вигляд інтегральної кривої відхилень після років з пропусками змінюється на суму відхилень від норми, яку надали б пропущені роки. Отже, у таких випадках рекомендується відновлювати пропуски в спостереженнях. Зазначимо, що в періоди військових дій спостереження не проводилися на більшості станцій. Отже, відновлення пропусків у таких випадках стає дуже проблематичним. Крім того, атмосферні опади характеризуються дуже слабкими зв'язками як в просторі, так і в часі, що майже унеможлиблює відновлення таких даних. Похибка, яку вносять пропущені роки, зменшується зі збільшенням тривалості ряду спостережень. Більшість пропусків у рядах спостережень для всіх метеостанцій припадають на однакові роки, отже, і зміни у вигляді кривих будуть мати однакову тенденцію.

Дроздов О.А. в роботі [12] зазначає, що аналіз вікового ходу кліматологічних елементів доцільно виконувати на основі опорного пункту спостережень, який має тривалий ряд та не має пропусків. Отже, аналіз тенденцій середньорічної температури повітря та річної кількості опадів було проведено на основі опорних пунктів спостережень. Наприклад, для температури повітря опорним пунктом було обрано ряд спостережень на об'єднаній гідрометеорологічній станції (ОГМС) Київ. За період 1813-2013 рр. цей ряд має лише 8 пропусків, які, ураховуючи його тривалість, не можуть суттєво вплинути на розрахунки.

Аналіз побудованих сумарних кривих середньорічної температури повітря показав, що ряди спостережень є однорідними, оскільки будь-яких суттєвих змін у напрямках кривих не було вияв-

лено (приклад деяких із них наведено на рис. 2). Водночас, на сумарній кривій середньорічної температури повітря на ОГМС Київ, яка побудована за період 1813-2013 рр., помітні деякі зміни в напрямках кривої. Можна припустити, що це пов'язано зі змінами в методології спостережень, заміною приладів тощо, оскільки за 200-річний період спостережень суттєвої зміни напрямку кривої не відбулось.

Це припущення підтверджується, по-перше, виглядом сумарної кривої середньорічної температури повітря на метеостанції Київ, яка побудована за період 1944-2013 рр. На цій кривій відсутні суттєві зміни. По-друге, суміщеними графіками (хронологічними та інтегральної кривої відхилень) середньорічної температури повітря на МС Київ та Чернігів. Ряди спостережень на цих метеостанціях мають гарну кореляцію ($R = 0,90$), а також синхронні та синфазні коливання (рис. 3). Сумарна крива середньорічної температури повітря на метеостанції Чернігів не має відхилень від напрямку (рис. 2).

На деяких сумарних кривих, наприклад для рядів спостережень на метеостанціях Київ, Харків можна помітити певне відхилення від напрямку з кінця ХХ ст. Аналіз інтегральних кривих відхилень показав, що такий вигляд мають сумарні криві рядів спостережень, які мають тільки фазу спаду й фазу підйому. При цьому відхилення тим більші, чим більша різниця в тривалості фаз (табл. 1).

Таблиця 1
Фази циклічних коливань та їхня тривалість середньорічної температури повітря на деяких метеорологічних станціях України

Назва метеостанції	Фази коливань		Тривалість фаз	
	спаду	підйому	спаду	підйому
Київ	1813-1945	1946-2013	132	67
Житомир	1886-1987	1988-2013	101	25
Ковель	1947-1987	1988-2013	40	25
Чернівці	1868-1987	1988-2013	119	25
Чернігів	1924-1988	1989-2013	64	24
Житомир	1886-1987	1988-2013	101	25
Золотоноша	1895-1988	1989-2013	93	24
Умань	1886-1988	1989-2013	102	24
Кропивницький	1875-1988	1989-2013	113	24
Одеса	1894-1988	1989-2013	94	24
Миколаїв	1881-1933	1998-2013	52	15
Харків	1841-1933	1989-2013	92	24
Полтава	1848-1933	1989-2013	85	24

Істотне значення має також і конфігурація кожної фази. Наприклад, у разі наявності у фазі

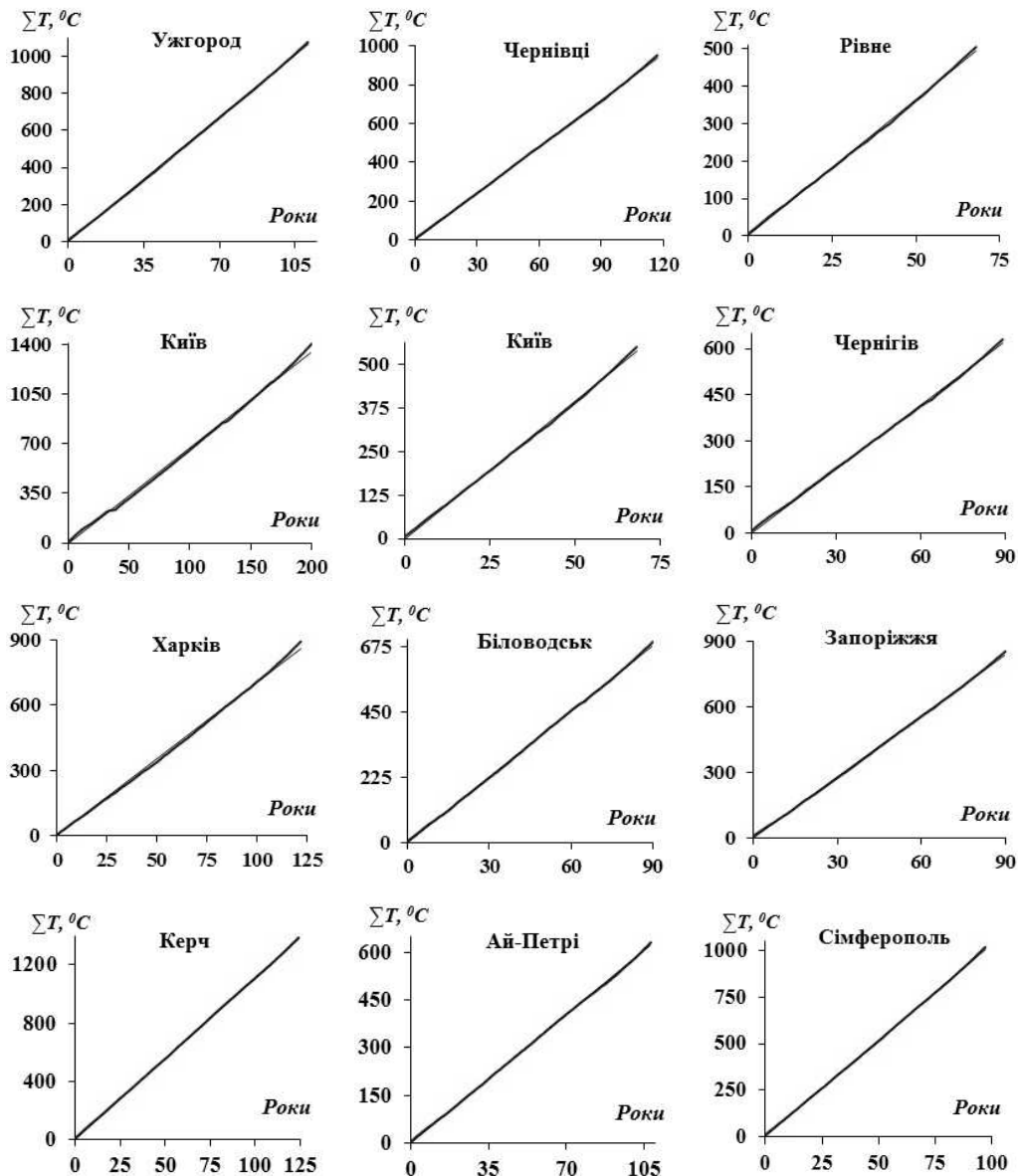


Рис. 2. Сумарні криві середньорічної температури повітря на території України

спаду деякого періоду з підйомом, на сумарних кривих не спостерігається навіть незначних відхилень. Така ситуація характерна для рядів спостережень на метеостанціях Чернівці, Керч, Миколаїв, Джанкой тощо (рис. 2, 4).

Аналіз найтриваліших рядів спостережень середньорічної температури повітря на деяких МС України (рис. 4) показав, що від тривалості ряду спостережень залежить точка переходу від однієї фази до іншої. Так, для 200-річного ряду спостережень на метеостанції Київ перехід від фази спаду до фази підйому припадає на 1945 р.

Водночас, для ряду спостережень на метеостанції Чернігів, який має 90-річний ряд, така точка припадає на 1988 р. У разі подовження ряду спостережень на метеостанції Чернігів (аналог.

ряд спостережень на метеостанції Київ), отримуємо точку переходу також у 1945 р. (рис. 5, ряд Чернівці б).

Помітно, що подовження ряду спостережень, навіть у разі гарної кореляції між двома рядами, не надає реальних величин, які можуть спостерігатися. Також можна помітити, що пропуски в рядах спостережень можуть спотворювати закінчення або початок фаз циклічних коливань. Так, на інтегральній кривій відхилень середньорічної температури повітря на метеостанції Київ, яка була побудована за той же самий період спостережень, що й на метеостанції Чернігів, суттєвого викривлення точки переходу від фази похолодання до фази потепління немає (рис. 5, ряд Київ з). Ситуація змінюється у разі побудови

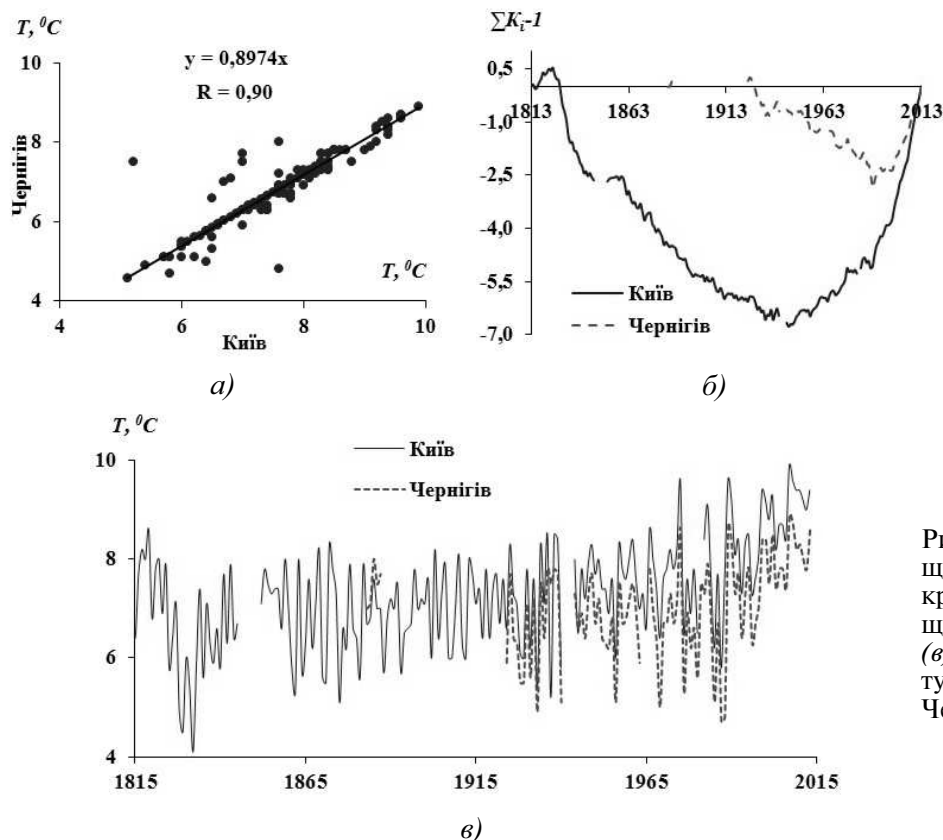


Рис. 3. Кореляція (а), суміщені графіки інтегральних кривих відхилень (б), суміщені хронологічні графіки (в) середньорічної температури повітря на МС Київ та Чернігів

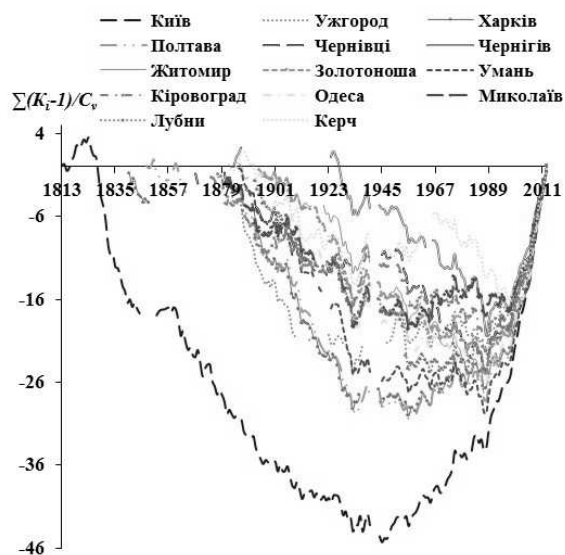


Рис. 4. Інтегральні криві відхилень середньорічної температури повітря на деяких метеорологічних станціях України

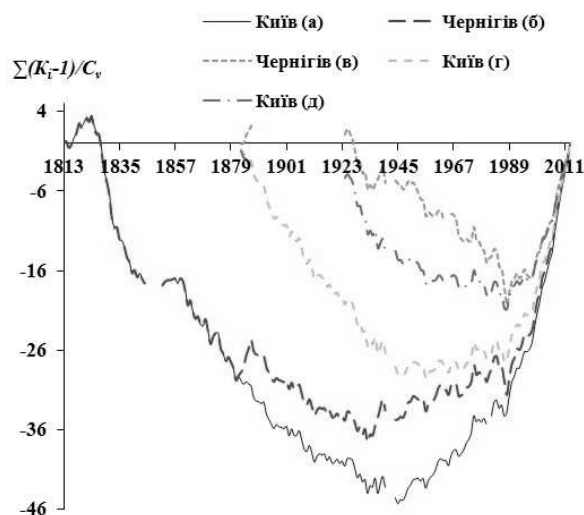


Рис. 5. Інтегральні криві відхилень середньорічної температури повітря на МС Київ та Чернігів за різні проміжки часу:

а – 1813-45, 1847, 1852-1940, 1942, 1944-80, 1982-2013; б – 1813-45, 1847, 1852-1940, 1942, 1944-2013; в – 1883-87, 1924-40, 1944-63, 1996-2013; г – 1883-1940, 1942, 1944-80, 1982-2013; д – 1883-87, 1924-40, 1944-1963, 1966-80, 1982-2013

інтегральної кривої відхилень на МС Київ з такими ж пропусками у ряді спостережень, як і на МС Чернівці (рис. 5, ряд Київ *д*). У такому випадку точка переходу від фази похолодання до фази потепління припадає на 1988 р. Це підтверджується і даними спостережень на інших метеостанціях. На рис. 4 помітно, що чим коротший ряд спостережень і чим більше пропусків у спостереженнях, тим чіткіше відбувається зміщення точки переходу від фази похолодання до фази потепління на 1987-88 роки на інтегральних кривих відхилень середньорічної температури повітря.

Для території Криму та близько розташованих до нього територій можна помітити деякі особливості в циклічних коливаннях середньорічної температури повітря (рис. 6). Так, можна припустити, що з 1975 по 1997 рр. спостерігалася короткотривала фаза похолодання, яка потім змінилася на потепління. Ураховуючи те, що середньорічній температурі повітря притаманні довготривалі вікові циклічні коливання, а сучасні ряди спостережень доволі короткі, уточнення її тенденцій для різних фізико-географічних зон на території України можливе лише з суттєвим (тривалим) подовженням рядів шляхом спостереження за температурою повітря в майбутньому. Загалом, вікові циклічні коливання середньорічної температури повітря на території України є синхронними та синфазними та в деяких фізико-географічних зонах такі коливання мають певні особливості.

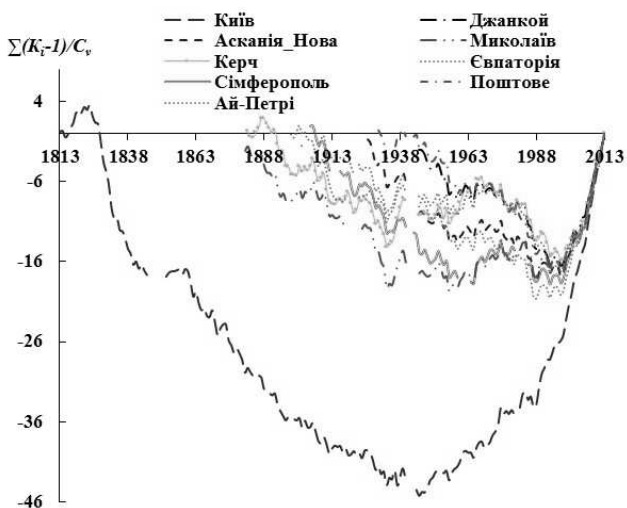


Рис. 6. Інтегральні криві відхилень середньорічної температури повітря для Криму та близько розташованих територій

Вигляд інтегральних кривих відхилень середньорічної температури повітря на території України показує, що підвищення температури повітря,

яке спостерігається особливо інтенсивно з кінця ХХ ст., є лише однією з фаз довготривалих вікових циклічних коливань. Такий висновок отримано і в інших роботах [9, 16]. Зазначимо, що це підвищення середньорічної температури повітря є дійсно найбільшим за весь період спостережень (рис. 3). На жаль, за даними спостережень можна проаналізувати тільки фазу похолодання і фазу потепління. Такі дані не дають змогу виконати порівняльний аналіз фаз потепління, які спостерігали в минулому, а отже, й отримати відповідь на питання: «Чи дійсно сучасне підвищення середньорічної температури повітря є найбільшим не тільки за сучасний період інструментальних спостережень, а й найбільшим хоча б за останні 1000 років?».

Наявність у рядах спостережень незавершених фаз похолодання та потепління довготривалих циклічних коливань указує на те, що ряди спостережень середньорічної температури повітря є квазістаціонарними. Зазначимо, що завершених фаз похолодання має тільки ряд спостережень у м. Київ, але фаза потепління для цього ряду також триває як і для інших рядів.

Аналіз сумарних кривих річних сум атмосферних опадів на території України показав, що за період спостережень умови їхнього формування в часі не зазнали суттєвих змін, оскільки сумарні криві не мають суттєвих відхилень у напрямках (приклад наведено на рис. 7). Незначні відхилення в напрямках кривих пов'язані з циклічними коливаннями атмосферних опадів. Так, на деяких сумарних кривих можна побачити слабпомітні довготривалі відхилення, які, як показав аналіз інтегральних кривих відхилень, пов'язані з фазами циклічних коливань (рис. 8). Такі тенденції, наприклад, характерні для рядів спостережень річних сум атмосферних опадів на метеорологічних станціях Миколаїв, Чернівці, Сімферополь, Керч тощо.

На інтегральній кривій відхилень річних сум опадів у м. Чернівці чітко простежуються дві сухі (1881-1927, 1964-1981) та дві вологі (1928-1963, 1982-2013) фази довготривалих коливань (рис. 8*а*). У віковому ході річних сум опадів у м. Миколаїв у 60-х роках ХІХ ст. спостерігалась суха фаза коливань, яка тривала до 1904 року. Потім почалась волога фаза, яка тривала до 1989 рр., і вона також змінилась на суху фазу (рис. 8*б*).

Для території Криму у вікових довготривалих циклічних коливаннях річних сум атмосферних опадів чітко простежується один цикл водності (рис. 8*в*). Так, суха фаза коливань спостерігалася з початку спостережень до 1905 року. З 1906 року розпочалась волога фаза, яка за даними най-

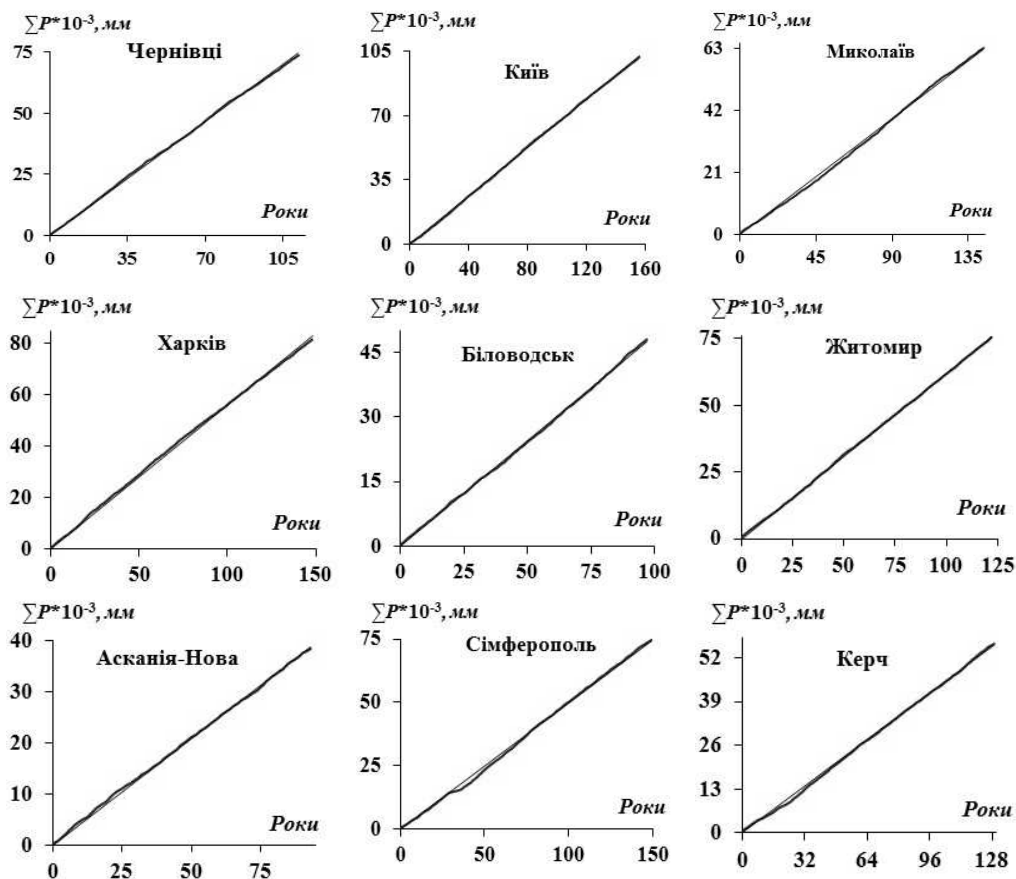


Рис. 7. Сумарні криві річних сум атмосферних опадів для деяких метеорологічних станцій на території України

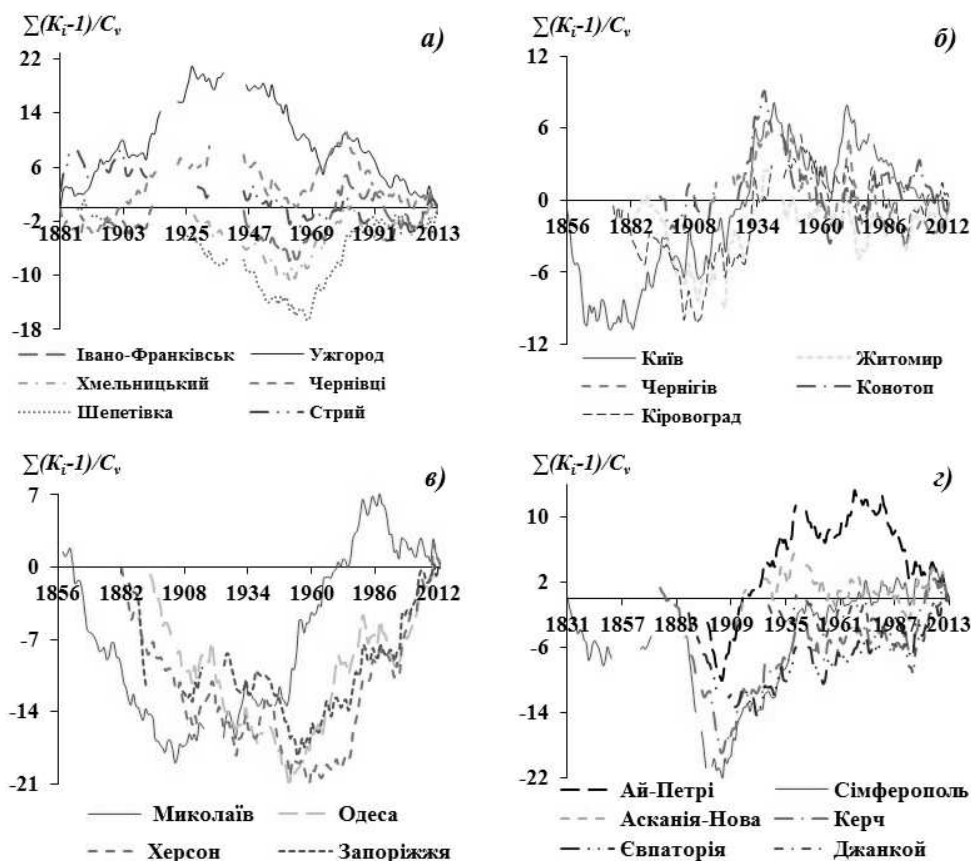


Рис. 8. Інтегральні криві відхилень річних сум атмосферних опадів на деяких метеорологічних станціях України

триваліших рядів спостережень (Сімферополь та Керч) і досі триває. Трохи іншу тенденцію має ряд спостережень на високогірній станції Ай-Петрі. Загалом, коливання річних сум опадів вирізняються синхронністю, але не завжди синфазністю.

Наявність довготривалих циклічних коливань річних сум атмосферних опадів не порушує загальний напрямок сумарних кривих. Отже, ряди спостережень річних сум атмосферних опадів є однорідними в часі. Довготривалі циклічні коливання річних сум атмосферних опадів у просторі, на відміну від середньорічної температури повітря, вирізняються різноманітними формами. Ідентичні форми циклічних коливань можна виділити для деяких територій. На рис. 8 наведено

однакові форми коливань річних сум атмосферних опадів для західних (а), північних (б), південних (в) районів материкової України, а також території Криму (г). Довготривалі циклічні коливання річних сум атмосферних опадів на території України мають зональний характер. Хоча для деяких пунктів спостережень можна помітити відмінності. Так, наприклад, форма інтегральної кривої відхилень річних сум атмосферних опадів у м. Миколаїв трішки відрізняється від форми інших кривих цього регіону. Такі розбіжності або викривлення форми кривих можна пояснити різною тривалістю рядів спостережень, пропусками в спостереженнях тощо.

Більшість рядів спостережень річних сум атмосферних опадів на території України мають

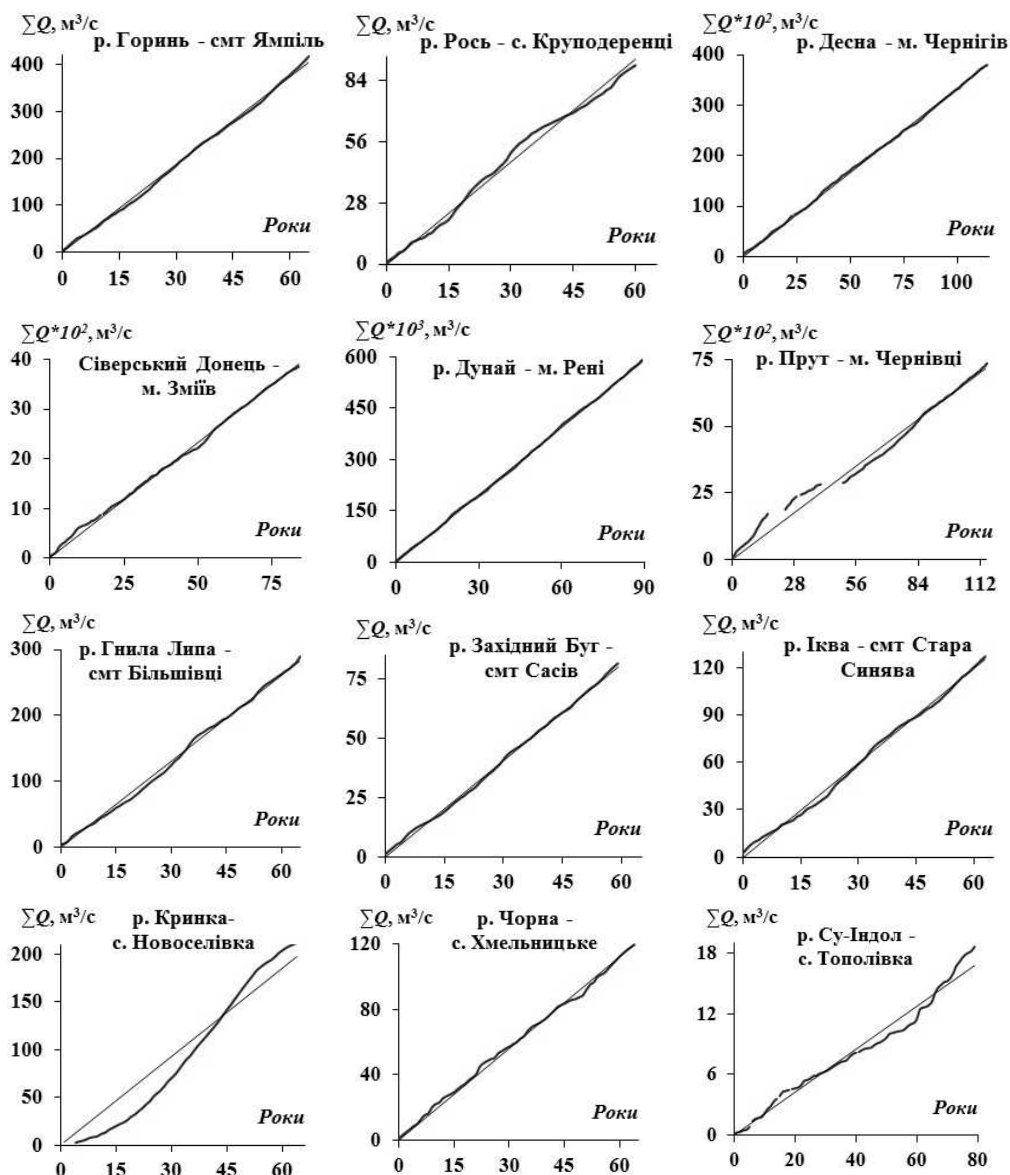


Рис. 9. Сумарні криві середньорічного стоку води деяких річок України

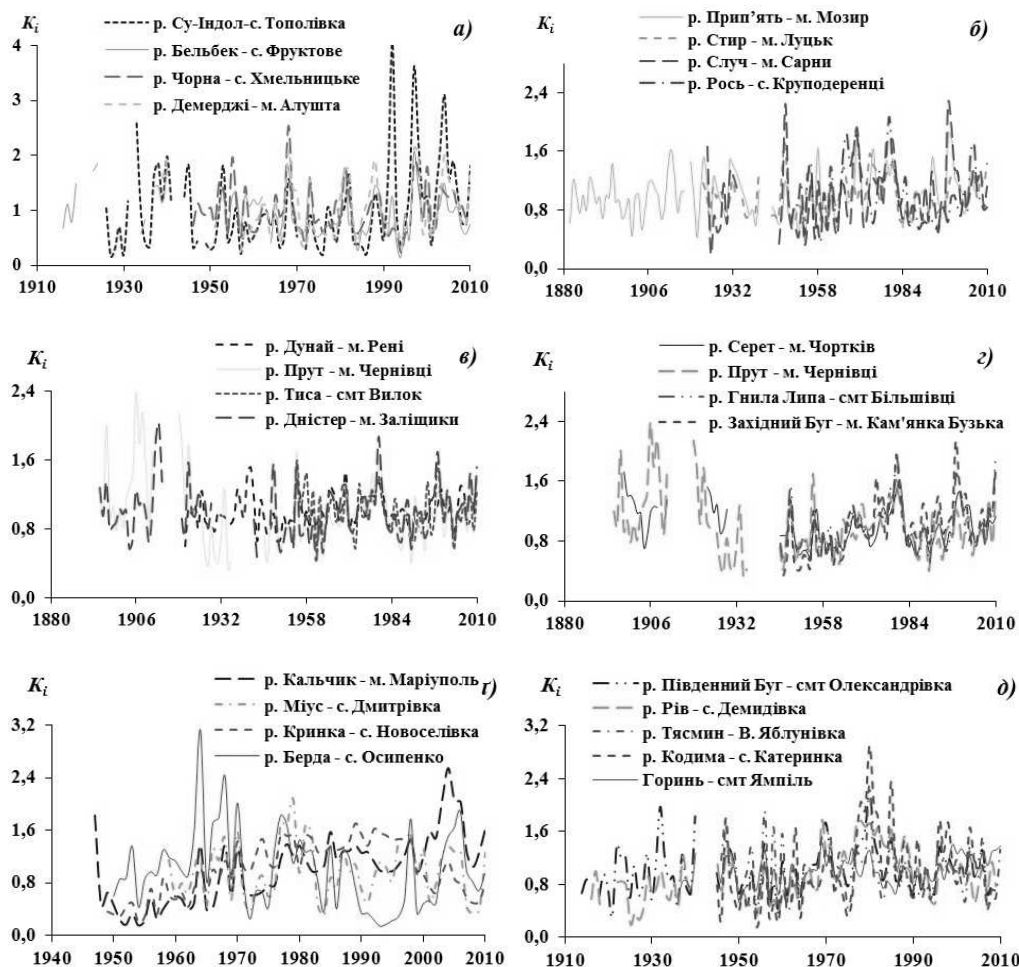


Рис. 10. Суміщені хронологічні графіки середньорічного стоку води деяких річок України

повний замкнутий цикл довготривалих коливань (суху та вологу фази), тобто вони є стаціонарними. Інші ряди на сучасний момент є квазістаціонарними. Такі ряди набудуть стаціонарності з подовженням рядів спостережень, тобто з набуттям рядами спостережень репрезентативності — наявності хоча б одного повного циклу вікових довготривалих циклічних коливань.

Річний стік є узагальненим показником багатьох чинників, насамперед кліматичних, які обумовлюють його просторово-часову мінливість. Більшість рядів спостережень середньорічного стоку води річок України є однорідними як у часі, так і просторі. Такі висновки отримано на основі аналізу сумарних кривих, інтегральних кривих відхилень та суміщених хронологічних графіків середньорічного стоку води річок. Так, з рис. 10, на якому наведено деякі приклади сумарних кривих, видно, що вони не мають суттєвих відхилень у напрямках. Винятком є ряди спостережень, які мають значний антропогенний вплив на водний стік. Передусім, це стосується річок Приазов'я та Криму.

Найбільш спотвореним є стік таких річок як Кринка, Кальміус, Су-Індол, Салгир, Отуз. Хоча мінливість середньорічного стоку води цих річок як в просторі, так і в часі все ж таки зберігає природні тенденції. Так, суміщені хронологічні графіки та графіки інтегральних кривих відхилень показують, що багаторічні тенденції середньорічного стоку води для пункту спостережень р. Су-Індол — с. Тополівка добре узгоджуються з тенденціями на інших постах спостережень (рис. 9 а, 10 д).

Звичайно, що антропогенне навантаження мають і інші річки на території України, однак для середньорічного стоку води цих річок воно є незначним, що підтверджується виглядом сумарних кривих (відсутність порушень у напрямках кривих). Крім того, такий висновок також підтверджується синхронними коливаннями середньорічного стоку води на різних постах спостережень, які наведено на суміщених хронологічних графіках та інтегральних кривих відхилень (рис. 11, 12). Зазначимо, що синхронність коливань середньорічного стоку води річок простежується

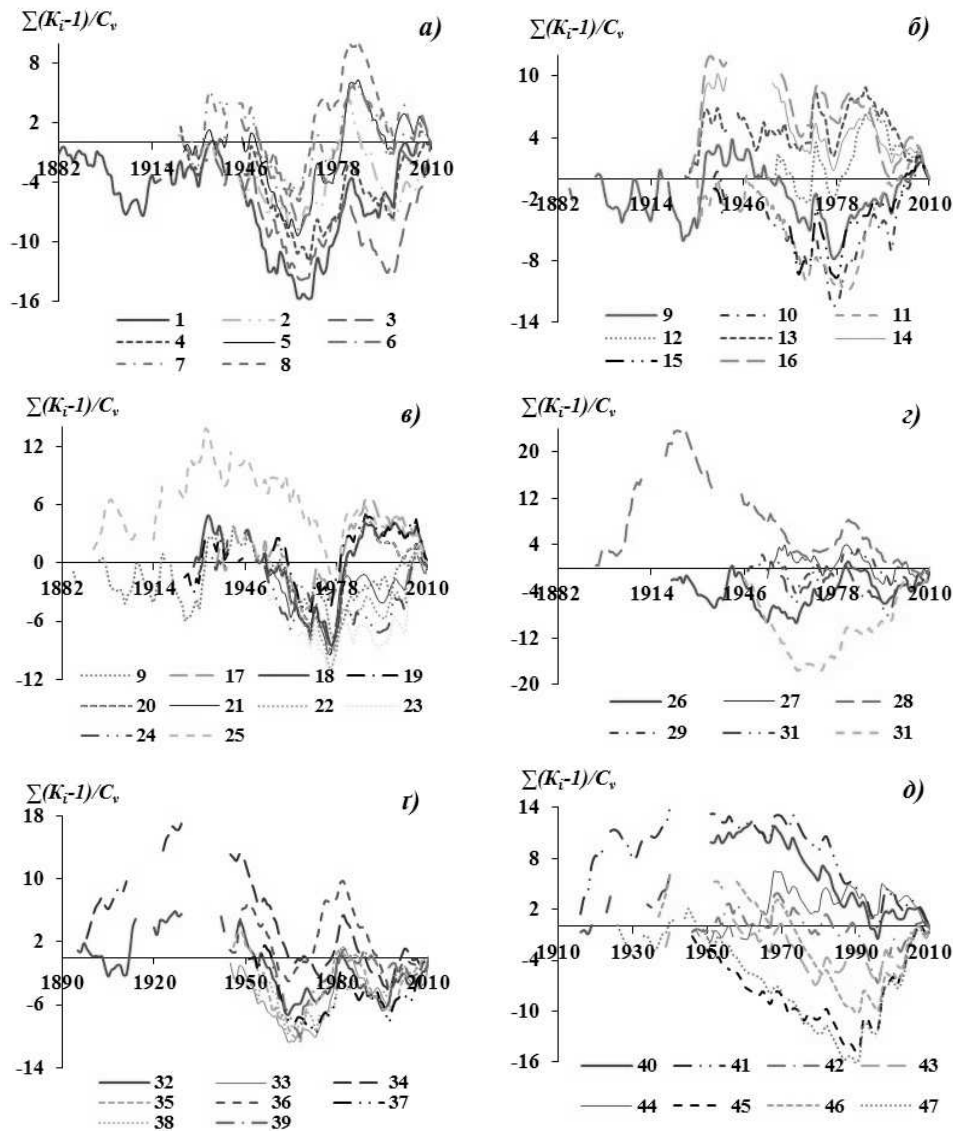


Рис. 11. Суміщені інтегральні криві відхилень середньорічного стоку води річок України:

1 – р. Прип'ять – м. Мозир, 2 – р. Стир – м. Луцьк, 3 – р. Горинь – смт Ямпіль, 4 – р. Случ – м. Сарни, 5 – р. Тетерів – м. Житомир, 6 – р. Гнилопять – с. Головенка, 7 – р. Ірша – с. Українка, 8 – р. Рось – с. Крупнодеренці, 9 – р. Десна – м. Чернігів, 10 – р. Десна – с. Розльоти, 11 – р. Головесьня – с. Покошичі, 12 – р. Убідь – с. Кудрівка, 13 – р. Сейм – с. Мутин, 14 – р. Клевень – с. Шарпівка, 15 – р. Трубіж – м. Переяслав-Хмельницький, 16 – р. Супій – с. Піщане, 17 – р. Сула – м. Лубни, 18 – р. Псел – с. Запсілля, 19 – р. Хорол – м. Миргород, 20 – р. Ворскла – с. Чернеччина, 21 – р. Оріль – смт Царичанка, 22 – р. Орчик – с. Чернечина, 23 – р. Самара – с. Кочеріжки, 24 – р. Вовча – смт Васильківка, 25 – р. Сіверський Донець – м. Зміїв, 26 – р. Дунай – м. Рені, 27 – р. Тиса – смт Вилок, 28 – р. Прут – м. Чернівці, 29 – р. Уж – м. Ужгород, 30 – р. Дністер – смт Роздол, 31 – р. Західний Буг – м. Кам'янка Бузька, 32 – р. Дністер – м. Заліщики, 33 – р. Гнила Ліпа – смт Білшівці, 34 – р. Серет – м. Чортків, 35 – р. Іква – смт Стара Синява, 36 – р. Іква – с. Великі Млинівці, 37 – р. Західний Буг – смт Сасів, 38 – р. Ріка – смт Міжгір'я, 39 – р. Ільця – с. Ільці, 40 – р. Бельбек – с. Фруктове, 41 – р. Кача – с. Суворове, 42 – р. Чорна – с. Хмельницьке, 43 – р. Демерджі – м. Алушта, 44 – р. Учан-Су – м. Ялта, 45 – р. Біюк-Карасу – с. Багате, 46 – р. Таракташ – м. Судак, 47 – р. Су-Індол – с. Тополівка

в кожній фізико-географічній зоні. Із рис. 10-12 видно, що простежити багаторічні тенденції просторово-часових коливальних середньорічного стоку води можливо тільки за рядами, які мають найбільшу тривалість спостережень. Так, для

річок Полісся найтриваліший ряд спостережень має гідрологічний пост р. Прип'ять – м. Мозирь (Республіка Білорусь) (рис. 11 б, 12 а). Аналіз суміщених графіків інтегральних кривих відхилень середньорічного стоку води річок Полісся пока-

зує, що на більшості річок спостереження було розпочато з середини 40-х років ХХ ст., тобто ці ряди порівняно з рядом на посту р. Прип'ять (м. Мозирь) не мають чітко виражених фаз водності. Отже, аналізуючи окремо такі ряди спостережень, дуже важко правильно визначити початок та закінчення багатоводної або маловодної фаз коливання та зробити висновок про їхню стаціонарність. Така сама ситуація характерна для річок Середнього та Нижнього Дніпра. Так, для басейну р. Десна найбільший ряд спостережень має пост р. Десна – м. Чернігів (рис. 12 б). Аналіз суміщених графіків показує, що для річок басейну характерні синхронні та синфазні коливання. Аналіз окремих коротких рядів спо-

стережень може призвести до неправильного визначення не тільки початку та закінчення фаз водності, але й не зовсім правильної інтерпретації синфазності коливань середньорічного стоку води річок. На рис. 12 в показано, що найтриваліший ряд спостережень для річок лівобережної частини Середнього Дніпра має пост р. Псел, с. Запсілля. Виявилось, що спостереження на цьому посту добре узгоджуються зі спостереженнями на посту р. Десна – м. Чернігів, а також р. Сіверський Донець – м. Зміїв, тобто вони є синхронними. Водночас, можна помітити й деяку трансформацію вигляду інтегральних кривих відхилень середньорічного стоку води річок у кожній фізико-географічній зоні. Особливості

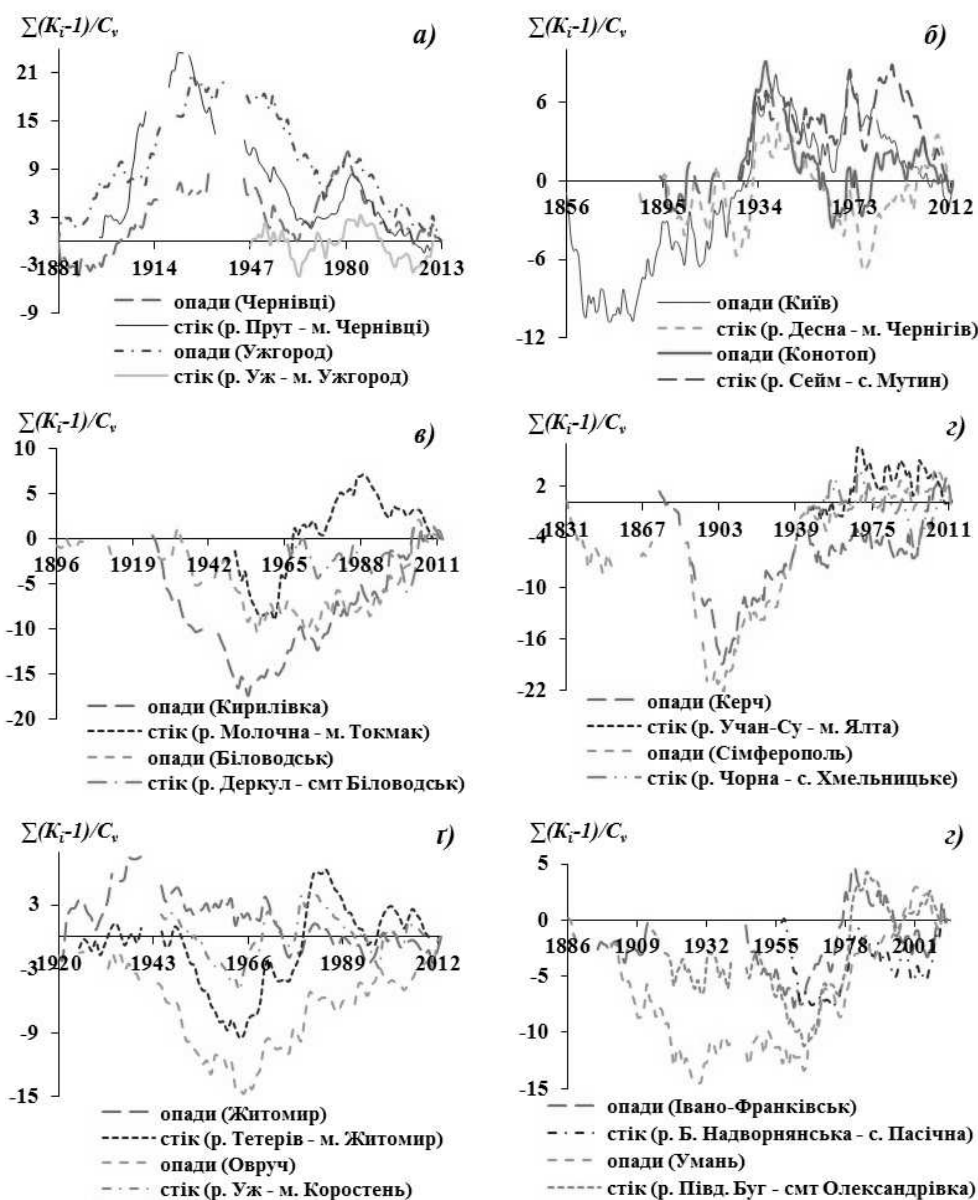


Рис. 12. Інтегральні криві відхилень середньорічного стоку води річок та річних сум атмосферних опадів на території України

просторово-часових коливань у кожній фізико-географічній зоні можна помітити і на суміщених хронологічних графіках. Наприклад, на рис. 11 *д* показано, що коливання річок Південного Бугу, Горині та Тясмин загалом мають гарну синхронність, хоча й вирізняються деякими відмінностями із року в рік. Для річок Західного регіону України також характерні синхронні та синфазні коливання середньорічного стоку води (рис. 11 *в, г*; рис. 12 *з, р*). Найтривалішими є ряди спостережень на постах р. Прут – м. Чернівці, р. Серет – м. Чортків, р. Дністер – м. Заліщики. Більшість рядів спостережень в цьому регіоні є короткими, внаслідок чого вони не містять довготривалий цикл коливань, який розпочався наприкінці XIX ст. й закінчився у 60-70-х роках XX ст. Тоді ж спостерігалась і найбільша водність річок. Такі просторово-часові коливання середньорічного стоку води річок Західного регіону України дуже добре узгоджуються з просторово-часовими коливаннями річних сум атмосферних опадів (рис. 12 *а*). Загалом узгоджені коливання середньорічного стоку води річок та річних сум атмосферних опадів характерні для всіх фізико-географічних зон на території України (рис. 12). Зазначимо, що, на жаль, тривалість рядів спостережень середньорічного стоку води річок значно поступається тривалості рядів спостережень за атмосферними опадами. Ураховуючи синхронні і синфазні коливання стоку річок та опадів для аналізу багаторічних тенденцій середньорічного стоку води річок, можна використовувати ряди спостережень річних сум атмосферних опадів.

Отже, аналіз показав, що ряди середньорічного стоку води річок є стаціонарними, оскільки його багаторічні тенденції вказують на наявність у рядах спостережень повних циклів довгострокових та короткострокових коливань. Короткі ряди спостережень є квазістаціонарними, оскільки їхня тривалість є недостатньою для визначення фаз водності – маловодної та багатоводної. Але наявність таких фаз водності можна простежити за тривалими рядами на інших пунктах спостережень, а також рядах річних сум атмосферних опадів. Наприклад, таку ситуацію показано на рис. 11 *д*, рис. 12 *в, г* для річок Учан-Су, Чорна, Молочна та Деркул.

Висновки та перспективи подальших досліджень

– Ряди спостережень середньорічної температури повітря та річних сум атмосферних опадів на території України є однорідними, оскільки в напрямках сумарних кривих будь-яких суттєвих змін не було виявлено.

- Вигляд інтегральних кривих відхилень середньорічної температури повітря показує, що ряди спостережень мають незавершені фази похолодання й потепління, тобто такі ряди є квазістаціонарними.
- Аналіз найтривалішого ряду спостережень на ОГМС Київ показує, що ймовірніше за все перехід від фази похолодання до фази потепління відбувся в 1945 році. Ураховуючи те, що середньорічній температурі повітря притаманні довготривалі вікові циклічні коливання, а сучасні ряди спостережень доволі короткі, уточнення її тенденцій для різних фізико-географічних зон на території України можливе лише з суттєвим (тривалим) подовженням рядів шляхом спостереження за температурою повітря в майбутньому.
- Вікові циклічні коливання середньорічної температури повітря на території України є синхронними і синфазними.
- Більшість рядів спостережень річних сум атмосферних опадів на території України мають повний замкнутий цикл довготривалих коливань (суху та вологу фази), тобто вони є стаціонарними. Інші ряди на сучасний момент є квазістаціонарними.
- Довготривалі циклічні коливання річних сум атмосферних опадів у просторі вирізняються різноманітними формами, які мають зональний характер.
- Ряди спостережень середньорічного стоку води річок є однорідними в часі, оскільки їхні сумарні криві не мають суттєвих відхилень у напрямках, окрім річок зі значним антропогенним навантаженням.
- Часова мінливість середньорічного стоку води річок, які мають значний антропогенний вплив, все ж таки зберігає природні тенденції, оскільки їхні довготривалі циклічні коливання добре узгоджуються з коливаннями стоку на інших постах спостережень, на яких відсутня господарська діяльність або вона є незначною.
- У кожній фізико-географічній зоні просторово-часові коливання середньорічного стоку води річок мають подібні тенденції. Однак простежити такі коливання можна тільки за рядами, які мають найбільшу тривалість спостережень.
- Просторово-часові коливання середньорічного стоку води річок добре узгоджуються з просторово-часовими коливаннями річних сум атмосферних опадів.
- Ряди спостережень середньорічного стоку води річок є стаціонарними, оскільки його

багаторічні тенденції вказують на наявність у рядах спостережень повних циклів коливань як довгострокових, так і короткострокових. Короткі ряди спостережень є квазістаціонарними, оскільки їхня тривалість є недостатньою для визначення фаз водності – маловодної та багатоводної.

* *

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Западная Украина и Молдавия / [Под ред. М.С. Каганера]. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 6. – Вып. 1. – 884 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Среднее и нижнее Поднепровье / [Под ред. М.С. Каганера]. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – Т. 6. – Вып. 2. – 656 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья / [Под ред. М.С. Каганера]. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – Т. 6. – Вып. 3. – 492 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Крым / [Под ред. М.М. Айзенберга и М.С. Каганера]. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 6. – Вып. 4. – 344 с.
5. Онуфриенко Л.Г. Норма и изменчивость годового стока рек Украины и Молдавии // Тр. УкрНИГМИ. – 1966. – Вып. 64. – С. 3-93.
6. Лобода Н.С. Синхронность колебаний годового стока рек Украины // Міжвід. наук. зб. України. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – О. – 2001. – Вып. 43. – С. 250-256.
7. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: монография. – О.: Экология, 2005. – 208 с.
8. Мельник С.В., Лобода Н.С. Районирование бассейна Верхнего Днестра по характеру колебаний годового стока на основе кластерного анализа // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 6. – С. 180-189.
9. Лобода Н.С., Коробчинская А.А., Рудник А.А. Изменение климата и его влияние на реки Украины // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 6. – С. 199-204.
10. Горошко Н.В. Способы оценки пространственно-временных колебаний стока (на примере бассейна Верхней Оби) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – 2010. – Т. 10/1. – 10 с.
11. Чорноморець Ю.О. Оцінка циклічності багаторічних коливань стоку річок Українських Карпат: автореф. дис ... канд. геогр. наук: 11.00.07 / Юлія Олександрівна Чорноморець. – К., 2007. – 20 с.
12. Дроздов О.А. О свойствах интегрально-разностных кривых // Тр. ГГО. – 1964. – Вып. 162. – С. 3-6.
13. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки однорідності та стаціонарності гідрологічних рядів спостережень // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т. 5 (32). – С. 22-31.
14. Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2016. – Вып. 268. – С. 73-81.
15. Константинов А.Р. Испарение в природе / А.Р. Константинов. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 531.
16. Герасимова В.Р., Шукова В.В. Тенденции гидролого-климатических условий увлажненности заболоченных водосборов подтайги и северной лесостепи Западной Сибири в связи с региональными изменениями климата // Географический вестник. Гидрология. – 2015. – № 1(32). – С. 38-43.

Український гідрометеорологічний інститут, Київ

Горбачёва Л.А.

Многолетние тенденции годового стока воды рек Украины и его климатических факторов

Проанализированы многолетние тенденции годового стока воды рек Украины и его климатических факторов на основе гидролого-генетического анализа. В качестве основных климатических факторов рассмотрены среднегодовая температура воздуха и атмосферные осадки. Показано, что пространственно-временная изменчивость годового стока воды рек Украины хорошо согласуется с колебаниями годовых сумм атмосферных осадков в различных физико-географических зонах. Вид интегральных кривых отклонений среднегодовой температуры воздуха на территории Украины показывает, что повышение температуры воздуха, особенно интенсивно с конца XX века, является лишь одной из фаз долгосрочных циклических колебаний.

Ключевые слова: годовой сток, гидролого-генетический анализ, климатические факторы, многолетние тенденции.

L.O. Gorbachova

The long-term trends of annual flow of the rivers of Ukraine and its climatic factors

Study the long-term trend of annual flow of the rivers of Ukraine and its climate factors based on hydro-genetic analysis was carried out. The average annual air temperature and precipitation were used as the main climatic factors. It is shown that the spatial and temporal variability of annual flow of the rivers of Ukraine has a good agreement with fluctuations in the annual rainfall amounts in the different physiographic zones. The view of the residual mass curves of an average annual air temperature in Ukraine shows that the increase in air temperature that occurs especially intensively since the late XX century is only just one of the phases of the long-term cyclical fluctuations.

Keywords: annual flow, hydro-genetic analysis, climate factors, long-term trends.