

УДК 556.535

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.2-59.6>

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ УЗАГАЛЬНЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЯДІВ МІНІМАЛЬНОГО МЕЖЕННОГО СТОКУ РІЧОК ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Блага А.О., Шакірманова Ж.Р.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Львівська, 15, 65016, Одеса

Blagaya2302@gmail.com, jannettodessa@gmail.com

В роботі проаналізовано мінімальний меженний стік річок Півдня України, що знаходиться в зоні недостатнього зволоження та обмежує використання водних ресурсів на сільськогосподарські потреби, на потреби різних галузей виробництва та водопостачання населенню в посушливі періоди року.

В роботі досліджено сучасні кліматичні зміни, які впливають на формування мінімального меженного стоку, а саме зміни в температурному режимі та опадах у період стандартної кліматичної норми (1961-1990 рр.) та в сучасний кліматичний період (1991-2020 рр.).

В результаті дослідження отримано, що у сучасний період спостерігається підвищення температури – на сході території в середньому на 1,5-1,6 °С, в західній частині та в південних областях – на 0,9-1,1 °С, найбільші зміни мають місце в літні та зимові місяці. Сума опадів за рік у двох кліматичних періодах в південних і західних областях зменшилась на 28-41 мм, при цьому на сході розглядуваної території вона збільшилась (на 25-32 мм).

Метою роботи є просторово-часові узагальнення статистичних характеристик рядів мінімального меженного стоку річок Півдня України у умовах зміни сучасного клімату. Для аналізу були проаналізовані сумарні, різницево-інтегральні та хронологічні криві мінімальних 30-ти добових витрат води з початку спостережень та до 2020 року на річках Півдня України.

Сумарні криві мінімальних середніх 30-ти добових витрат води за літньо-осінню та зимову межень річок Півдня України вказують на неоднорідність рядів спостережень, що пов'язані як зі змінами кліматичних чинників умов формування стоку протягом багаторічного періоду, так й антропогенних факторів.

Різницево-інтегральні та хронологічні криві мінімального меженного стоку річок Півдня України свідчать про наявність циклів коливань водності та синхронності мінімального стоку річок. Починаючи з середини 70-х років минулого століття відбувся перехід від фази зниження до фази підвищення циклічних коливань мінімальних витрат води періоду літньо-осінньої межні, а з 2007-2008 років в басейні р. Південний Буг і з 2012-2016 років річок басейну Причорномор'я і Нижнього Дніпра знов настає маловодна фаза, яка триває до 2020 року. Для зимового періоду межні маловодну фазу річок Півдня України, що тривала до 1980-х років змінила багатоводна, а з 2016-2018 років мінімальні витрати води знов почали зменшуватися до 2020 року. *Ключові слова:* меженний стік, зміна клімату, статистичні характеристики, часові ряди.

Spatial-temporary generalizations of statistical characteristics of minimum low flow series of rivers of Southern Ukraine.
Blaha A., Shakirmanova Zh.

The work analyzes the minimum low-flow runoff of rivers in Southern Ukraine, which is located in a zone of insufficient moisture and limits the use of water resources for agricultural needs, the needs of various industries and water supply to the population during dry periods of the year.

The work examines modern climate changes that affect the formation of minimum low-flow runoff, namely changes in temperature and precipitation during the period of the standard climatic norm (1961-1990) and in the modern climatic period (1991-2020).

As a result of the research, it was found that in the modern period there is an increase in temperature – in the east of the territory by an average of 1.5-1.6 °C, in the western part and in the southern regions – by 0.9-1.1 °C, the greatest changes occur in the summer and winter months. The amount of precipitation per year in two climatic periods in the southern and western regions decreased by 28-41 mm, while in the east of the considered territory it increased (by 25-32 mm).

The aim of the work is to generalize the spatial-temporal statistical characteristics of the series of minimum low-flow rivers of Southern Ukraine in the conditions of modern climate change. For the analysis, the total, difference-integral and chronological curves of the minimum 30-day water flows from the beginning of observations and until 2020 on the rivers of Southern Ukraine were analyzed.

The total curves of the minimum average 30-day water flows for the summer-autumn and winter low-flow rivers of Southern Ukraine indicate the heterogeneity of the observation series, which is associated with both changes in climatic factors of the conditions for the formation of runoff over a multi-year period, and anthropogenic factors.

The differential-integral and chronological curves of the minimum low-water flow of the rivers of Southern Ukraine indicate the presence of cycles of fluctuations in water content and synchronicity of the minimum river flow. Starting from the mid-70s of the last century, there was a transition from a phase of decrease to a phase of increase in the cyclical fluctuations of the minimum water flows of the summer-autumn low-water period, and from 2007-2008 in the Southern Bug River basin and from 2012-2016 in the rivers

of the Black Sea and Lower Dnieper basins, a low-water phase has again occurred, which lasts until 2020. For the winter low-water period, the low-water phase of the rivers of Southern Ukraine, which lasted until the 1980s, was replaced by a high-water phase, and from 2016-2018, the minimum water flows began to decrease again until 2020. *Key words:* low flow, climate change, statistical characteristics, time series.

Постановка проблеми. Південь України знаходиться в зоні недостатнього зволоження, що обумовлює незначний постійний або періодичний стік річок в періоди літньо-осінньої та зимової межени. Мінімальний стік обмежує використання водних ресурсів на сільськогосподарські потреби, на потреби різних галузей виробництва та водопостачання населенню.

Для водозабезпечення зазначених галузей економіки необхідним є дослідження багаторічних часових рядів мінімального меженного стоку, їх статистичної обробки та просторово-часові узагальнення статистичних характеристик в умовах сучасної зміни клімату.

Актуальність дослідження. Дослідження гідрологічних характеристик річок є важливими у зв'язку з необхідністю аналізу сучасного стану водних ресурсів, оцінки зміни клімату та її впливу на водний режим, а також прогнозування можливих коливань водності. Значну увагу привертає меженний (мінімальний) стік, який є важливим показником водного режиму річки при плануванні водокористування у посушливі періоди року, особливо в умовах кліматичних змін та зростання антропогенного навантаження.

В такому разі актуальною задачею є дослідження багаторічних часових рядів мінімального меженного стоку річок в межах території Півдня України, їх статистичний аналіз, виявлення направлених тенденцій зміни стоку та просторово-часові узагальнення розрахункових характеристик в умовах сучасних кліматичних змін.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Виконані дослідження багаторічних рядів характеристик мінімального меженного стоку річок Півдня України є важливим етапом при розробці наукових методик інженерних розрахунків та гідрологічного прогнозування водності річок в періоди посушливих сезонів року. Саме в такі сезони року виникає гостра потреба у водних ресурсах для водозабезпечення різних галузей виробництва та виробки гідроенергетичних ресурсів, сільського господарства при зрошенні земель, водопостачання питної води населенню в межах географічних територій недостатньої водності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання дослідження і оцінки водних ресурсів в період формування низького стоку річок поставлені перш за все Всесвітньою метеорологічною організацією у керівництвах з гідрологічної практики [1, 2] та доповідях [3]. Традиційно одним із найпоширеніших застосувань інформації про низький потік було

проектування та експлуатація систем громадського водопостачання. Інформація про частоту низьких потоків води необхідна для оцінки ймовірності того, що забір води не задовольняє очікуваний попит.

Дослідженням характеристик мінімального стоку річок присвячені роботи українських вчених таких як В. В. Гребінь, який застосував гідролого-ландшафтний аналіз для оцінки рядів спостережень [4], Л. О. Горбачова використовувала для вивчення мінімального меженного стоку гідролого-генетичний метод [5, 6]. Також оцінкою багаторічних коливань мінімального стоку займалася Г. В. Більбот [7], Більбот Г. В., Гребінь В. В. [8]. Вивченням мінімального меженного стоку, а також впливом розташування і кліматичних змін на нього займалися такі автори як, В. А. Овчарук, Ж. Р. Шакірзанова, О. М. Прокоф'єв, Л. В. Кущенко, М. В. Гопцій, Г. М. Андреевська [6, 9, 10], Н. С. Лобода, Ю. В. Божок [11].

Питання статистичного аналізу та визначення розрахункових характеристик мінімального стоку річок досконало розглянуто в нормативному документі «ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» [12]. Порядок оцінки та інформування про маловоддя (гідрологічну посуху) на водних об'єктах суші України регламентує відповідне Положення [13], яке встановлює діяльність гідрометеорологічних організацій, в тому числі й спостережної мережі, в період загрози настання та формування маловоддя (гідрологічної посухи) на водних об'єктах суші України.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття полягає у необхідності наукових досліджень при подовженні часових рядів гідрологічних стоків спостережень й встановлення сучасних тенденцій і довгострокових прогнозів запасів водних ресурсів в змінних кліматичних умовах.

Новизна. В рамках наукових досліджень характеристик мінімального меженного стоку річок літньо-осіннього і зимового маловодних періодів року на матеріалах сучасних гідрометеорологічних спостережень встановлено сучасні тенденції гідрологічних характеристик – мінімальних 30-добових витрат води в період відкритого русла і зимовий період на річках Півдня України. В роботі досліджено сучасні кліматичні зміни, які впливають на формування мінімального меженного стоку, а саме зміни в температурному режимі та опадах у період стандартної кліматичної норми (1961-1990 рр.) та в сучасний кліматичний період (1991-2020 рр.).

За виявленими просторово-часовими узагальненнями статистичних характеристик багаторічних рядів мінімального стоку річок розглядуваної

території виконана оцінка статистичної однорідності, циклічності та просторово часових тенденцій у меженні періоди року в різних фізико-географічних умовах річкових водозборів.

Методологічне або загальнонаукове значення.

Використаний гідролого- генетичний та статистичний аналіз мінімального стоку річок меженного періоду за даними сучасних спостережень дозволив в цілому підійти до оцінки стану водності річок за побудованими сумарними, різницево-інтегральними та хронологічними графіками характеристик мінімального стоку, статистичної обробки багаторічних часових рядів стоку та часових та просторових узагальнень мінливості мінімального стоку річок в межах великих територій.

Викладення основного матеріалу. Об'єктом дослідження є мінімальний меженний стік річок Півдня України. Відповідно до фізико-географічного районування України [14] та ландшафтно-гідрологічного районування, виконаного В. В. Гребенем [4] досліджувана територія Півдня України розташована в межах степової та лісостепової географічних зон, що обумовлює широку різноманітність природних умов формування стоку річок.

Відповідно до гідрографічного районування території України за басейновим принципом, виконаного згідно положень Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС (надалі ВРД ЄС) [15] авторами [16] в роботі до аналізу включені три річкові басейни, а саме басейни річок Південного Бугу (середня і нижня частини), Південно-Західного Причорномор'я та суббасейну Нижнього Дніпра.

В умовах сучасних змін клімату важливо досліджувати вплив зміни клімату на формування водного режиму, оскільки водний режим річок напряму залежить від кліматичних факторів, таких як температурний режим, опади, вологість та інших.

Основні риси клімату описуваної території формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів. Основними кліматичними характеристиками є термічний режим, опади, вітер, відносна та абсолютна вологість повітря та дефіцит вологості [17]. Температурний режим залежить від радіаційних чинників і властивостей повітряних потоків, які надходять на дану територію. Значними чинниками характеристики температурного режиму є підстильна поверхня, рослинний і сніговий покрив. Один із основних показників температурного режиму це середньомісячна температура повітря, що характеризує загальний температурний фон території.

Середня річна температура повітря для більшої частини описуваної території становить 9,4-10,0 °С, на півдні – 10,6 °С.

За порівнянням кліматичних характеристик у стандартний (1961-1990 рр., стандартна кліматична норма) та сучасний 30-річний (1991-2020 рр.) кліматичні періоди, використовуючи дані з кліма-

тичного кадастру України [18, 19] встановлено, що підвищення річних температур повітря для двох кліматичних періодів становить на сході території в середньому 1,5-1,6 °С, в західній частині та в південних областях – 0,9-1,1 °С.

На рис. 1 представлений річний хід температури повітря для двох періодів кліматичної норми. По всіх метеорологічних станціях розглядуваної території можна спостерігати підвищення температур повітря у сучасний 30-річний період. Найбільші підвищення температури повітря спостерігаються в зимові місяці й на початку весни (січень-березень) – в південних областях – 1,3-1,9 °С (до 1,7-2,1 °С в окремі місяці на окремих станціях), в західній частині території – 1,8-2,0 °С (до 2,0-2,5 °С) та на сході території – в середньому 1,2-1,7 °С (до 2,1-2,3 °С). Відмічені й підвищення температур повітря за два кліматичних періоди й в літні (липень, серпень) місяці, які становлять – в західній частині та в південних областях 1,8-2,0 °С, на сході території – в середньому 1,5-1,6 °С (до 1,8-2,0 °С).

Одна з найважливіших складових формування гідрологічного режиму річок це опади. Річна кількість опадів зменшується від 510 мм до 441 мм, в напрямку зі сходу на південь [17]. Атмосферні опади розрізняються значною мінливістю за роками. В окремі періоди можуть спостерігатися посухи.

На рис. 2 представлений річний розподіл опадів протягом року за різні кліматичні періоди. Спостерігається нерівномірний перерозподіл опадів по місяцях року та по території: в південних і західних областях у сучасний кліматичний період опади зменшилися у квітні (на 7-10 мм) та у липні (на 11-17 мм), а збільшилися вони у вересні-жовтні на 10-12 мм, дещо менше стало опадів у грудні-лютому. На сході території спостерігається зменшення кількості опадів у липні в середньому на 8-13 мм, збільшилась кількість опадів у вересні-жовтні – на 7-12 мм. Що стосується зимових місяців опадів стало менше на 8-10 мм.

Сума опадів за рік за два кліматичних періоди в південних і західних областях зменшилась на 28-41 мм, при цьому на сході розглядуваної території вона збільшилась (на 25-32 мм).

В порівнянні з періодом 1961-1990 рр. середня швидкість вітру на Півдні України дещо зменшилась, виключенням є Кривий Ріг, де змін майже не спостерігається. Відносна вологість повітря майже не змінилась по місяцях року, значення абсолютної вологості збільшилися в літні місяці на 1,0-2,0 гПа, а дефіцит вологості повітря підвищився в усі місяці року на 0,2-3,1 гПа.

Мінімальний стік є одним із основних понять, якими користуються в гідрології при аналізі й розрахунках стоку, а мінімальна витрата є однією з основних гідрологічних характеристик, яку потрібно розраховувати при проектуванні, будівництві та експлуатації гідротехнічних споруд на річках.

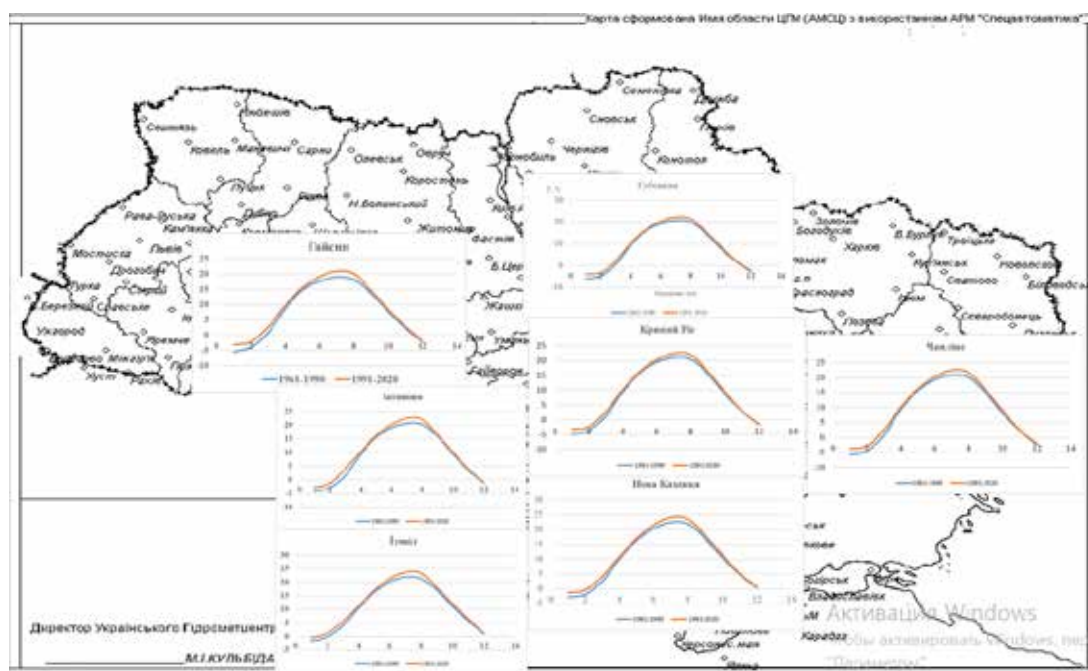


Рис. 1. Розподіл багаторічної середньомісячної температури повітря (°C) по метеостанціях Півдня України за різні кліматичні періоди

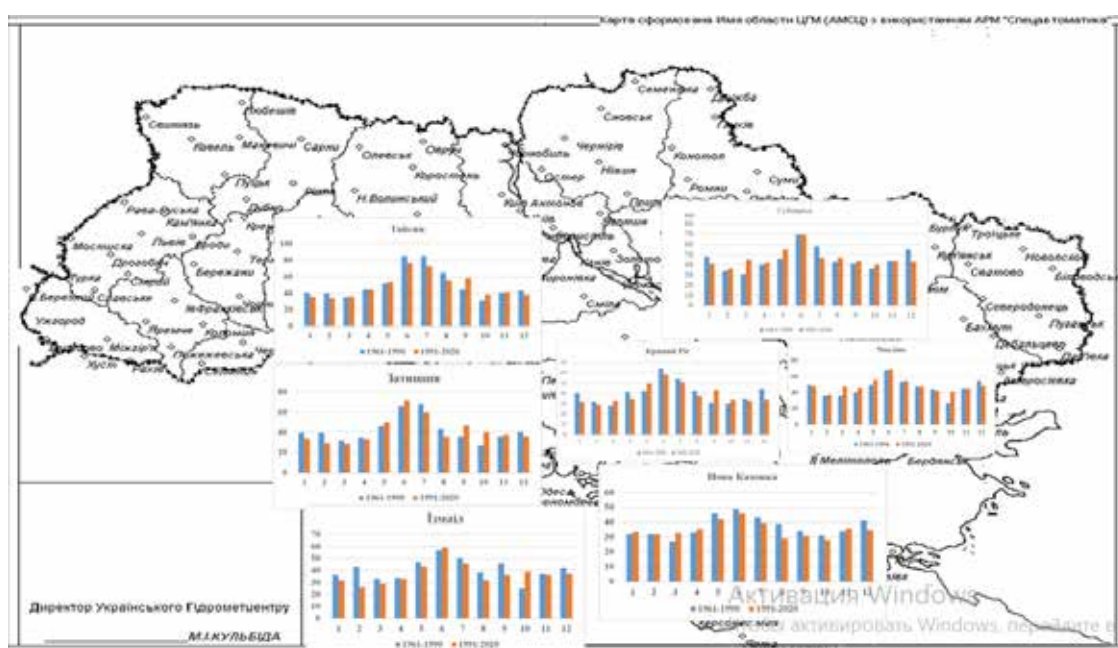


Рис. 2. Розподіл багаторічної місячної кількості опадів (мм) по метеостанціях Півдня України за різні кліматичні періоди

Мінімальні витрати води на річках спостерігаються у періоди низької водності, тобто у маловодний період року, який називається меженню [1, 3].

Межень – фаза водного режиму річки, яка щороку повторюється в одні і ті ж самі сезони (літній та зимовий [20], або літньо-осінній періоди [21, 22]) і характеризується малою водністю, тривалим стоянням, живляться переважно ґрунтовими (підзем-

ними водами). Основним джерелом живлення річок у межений період є природні ресурси підземних вод, які формуються в тій зоні інтенсивного водообміну, яка знаходиться під впливом постійно дренуючої дії річкової мережі.

Одним з головних методів дослідження характеристик рядів мінімального меженного є гідролого-генетичний аналіз [2, 23]. Гідролого-генетичні

методи належать до комбінованих методів гідрологічного аналізу, основні з яких побудова та аналіз сумарних, інтегральних та хронологічних кривих характеристик рядів мінімального меженного стоку [24, 25].

Для просторово-часових узагальнень статистичних характеристик рядів мінімального меженного стоку річок Півдня України були побудовані сумарні, різницево-інтегральні та хронологічні криві для десяти постів в басейнах Південного Бугу, річок Причорномор'я та Нижнього Дніпра з початку гідрологічних стокових спостережень на посту до 2020 року.

На першому етапі дослідження для аналізу однорідності часових рядів мінімального меженного стоку річок Півдня України були побудовані сумарні криві мінімальних середніх 30-ти добових витрат води в період відкритого русла (літньо-осіння межень) (рис. 3) і зимовий період (зимова межень) (рис. 4) для річок зі стійким льодоставом (Форма А в [26, 27]).

Вигляд сумарних кривих мінімальних середніх 30-ти добових витрат води за літньо-осінню та зимову межень річок Півдня України показує, що більшість рядів спостережень є неоднорідними. Сумарні значення мінімальних витрат води дещо



Рис. 3. Сумарні криві мінімальних середніх 30-ти добових витрат води за літньо-осінню межень для деяких річок басейнів Південного Бугу, Причорномор'я та Нижнього Дніпра

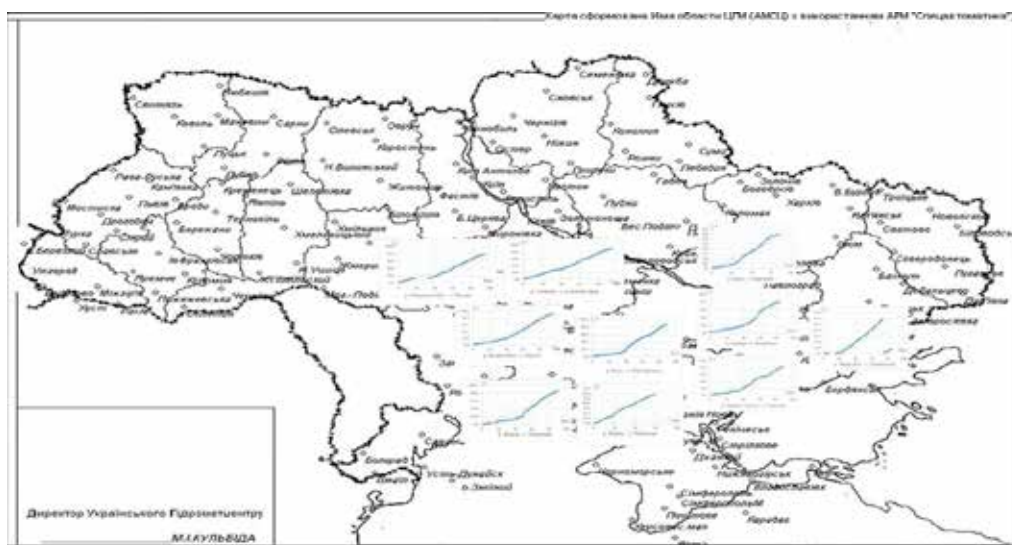
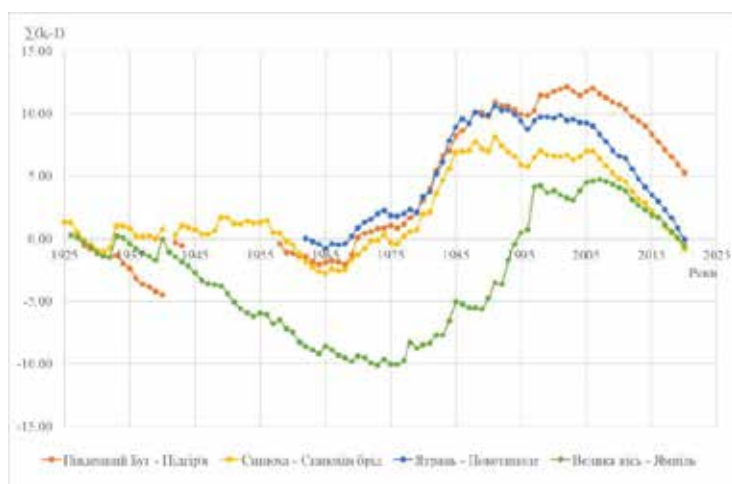
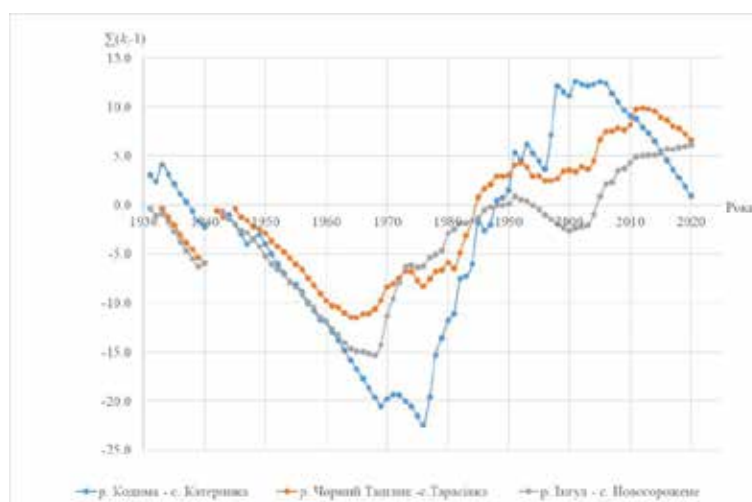


Рис. 4. Сумарні криві мінімальних середніх 30-ти добових витрат води за зимову межень для деяких річок басейнів Південного Бугу, Причорномор'я та Нижнього Дніпра

а)



б)



в)

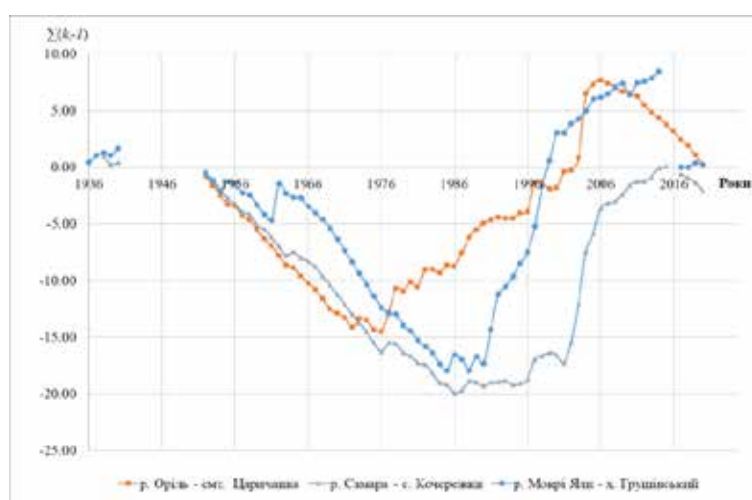
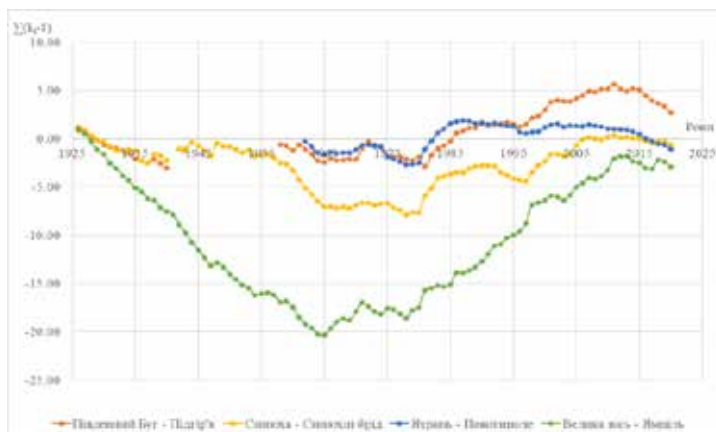


Рис. 5. Різницево-інтегральні криві мінімальних 30-ти добових витрат води річок Півдня України за період відкритого русла а) басейну Південного Бугу; б) річок Причорномор'я; в) Нижнього Дніпра

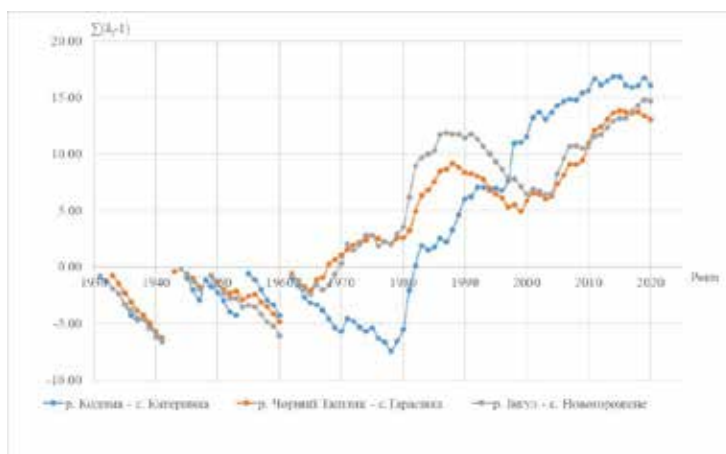
відхиляються від прямої лінії, утворюючи звивисту лінію з перегинами, що говорить про зміни умов формування стоку протягом багаторічного періоду. Такі коливання можуть бути пов'язані як зі змінами кліматичних чинників, так й антропогенними факторами.

Аналізуючи вигляд сумарних кривих спостерігається їх схожість як на окремих річках досліджуваної території, так й для періодів літньо-осінньої (рис. 3) і зимової межени (рис. 4). Але можна виділити і більш однорідні ряди спостережень, що мають місце на постах басейну р. Південний Буг.

а)



б)



в)



Рис. 6. Різницево-інтегральні криві мінімальних 30-ти добових витрат води річок Півдня України за зимовий період а) басейну Південного Бугу; б) річок Причорномор'я; в) Нижнього Дніпра

На другому етапі дослідження для з'ясування причин неоднорідності в рядах мінімального стоку річок були побудовані та проаналізовані різницево-інтегральні криві для виділення фаз водності та циклічності коливань мінімального меженного стоку річок Півдня України в період відкритого русла та

в зимовий період з початку гідрологічних стокових спостережень до 2020 року за даними [26, 27].

Аналіз різницево-інтегральних кривих мінімальних витрат води періоду відкритого русла (літньо-осіння межень) (рис. 5) та зимового періоду (рис. 6) дозволив виділити фази водності на річках, а саме фази підви-

Таблиця 1

Фази водності річок Півдня України за період відкритого русла

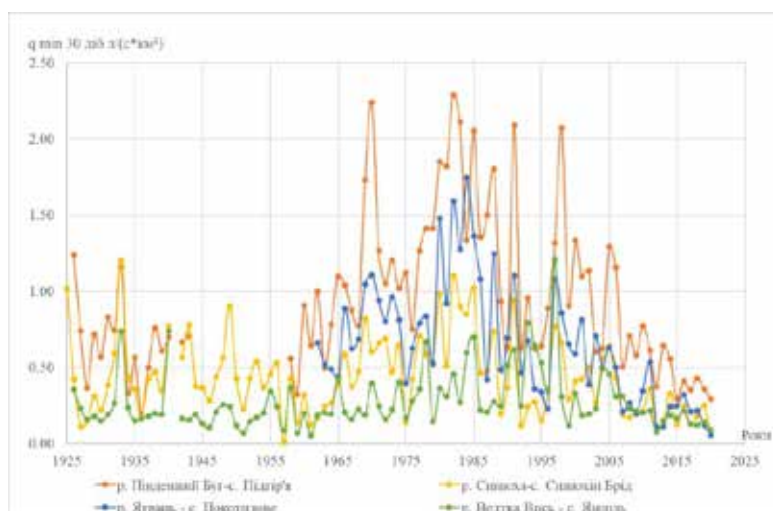
Індекс поста	Річка – пост	Площа водозбору, км ²	Роки спостереження	Маловодна фаза	Багатоводна фаза	Маловодна фаза
81363	Південний Буг – с. Підгір'я	24600	1926-1944, 1958-2020	1926-1968	1969-2006	2007-2020
81417	Синюха – с. Синюхін Брід	16700	1925-2020	1925-1968	1969-2006	2007-2020
81430	Велика Вись – с. Ямпіль	2820	1925-2020	1926-1977	1978-2007	2008-2020
81433	Ятрань – с. Покотилове	2140	1962-2020	1962-1968	1969-2006	2007-2020
81414	Кодима – с. Катеринка	2390	1931-1941, 1944-2020	1931-1976	1977-2006	2007-2020
81438	Чорний Ташлик – с. Тарасівка	2230	1932-2020	1933-1965	1966-2012	2013-2020
81450	Інгул – с. Новогорожене	6670	1931-1941, 1943-2020	1931-1968	1969-2020	-
80473	Оріль – смт Царичанка	9100	1952-2020	1952-1975	1976-2005	2006-2020
80486	Самара – с. Кочережки	19800	1938-1941, 1952-2020	1939-1985	1986-2016	2017-2020
80513	Мокрі Яли – х. Грушівський	2660	1936-41, 1952-55, 1957-62, 1965-2020	1936-1979	1980-2014	2015-2020

Таблиця 2

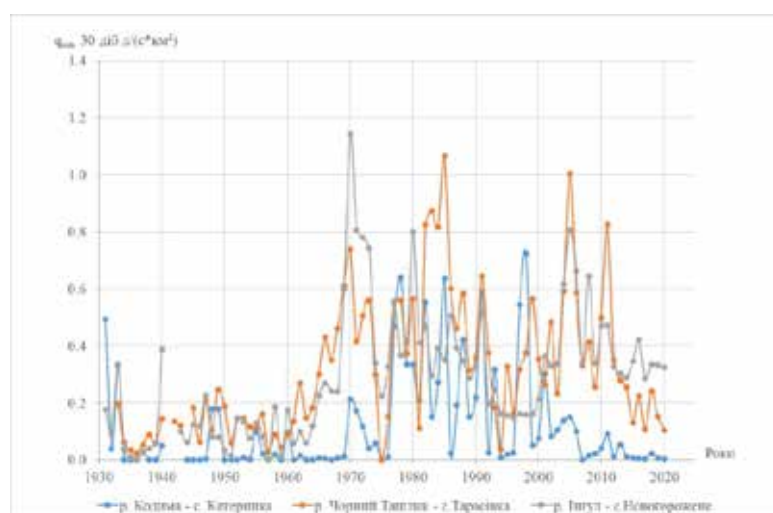
Фази водності річок Півдня України за зимовий період

Індекс поста	Річка – пост	Площа водозбору, км ²	Роки спостереження	Маловодна фаза	Багатоводна фаза	Маловодна фаза
81363	Південний Буг – с. Підгір'я	24600	1926-1944, 1958-2020	1926-1981	1982-2015	2016-2020
81417	Синюха – с. Синюхін Брід	16700	1925-2020	1925-1981	1982-2015	2016-2020
81430	Велика Вись – с. Ямпіль	2820	1925-2020	1926 -1978	1979-2013	2014-2020
81433	Ятрань – с. Покотилове	2140	1962-2020	1962-1980	1981-2015	2016-2020
81414	Кодима – с. Катеринка	2390	1931-1941, 1944-2020	1931-1978	1979-2015	2016-2020
81438	Чорний Ташлик – с. Тарасівка	2230	1932-2020	1933-1965	1966-2017	2018-2020
81450	Інгул – с. Новогорожене	6670	1931-1941, 1943-2020	1931-1965	1966-2017	2018-2020
80473	Оріль – смт Царичанка	9100	1952-2020	1953-1977	1978-2011	2012-2020
80486	Самара – с. Кочережки	19800	1938-1941, 1952-2020	1939-1978	1979-2016	2017-2020
80513	Мокрі Яли – х. Грушівський	2660	1936-41, 1952-55, 1957-62, 1965-2020	1935-1981	1982-2011	2012-2020

а)



б)



в)

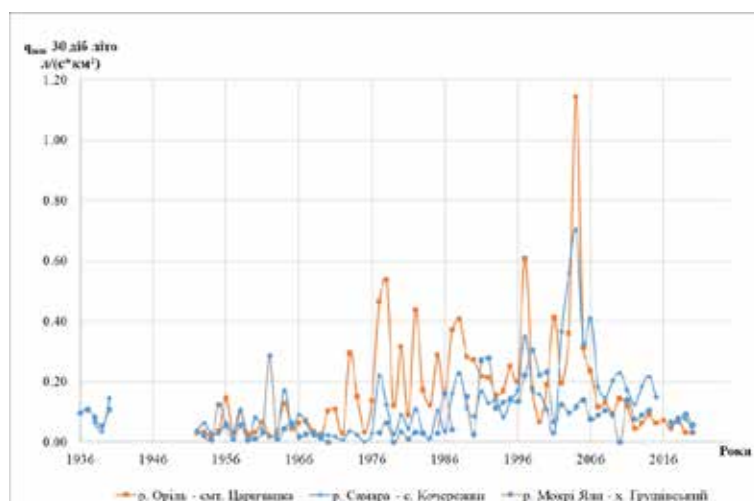
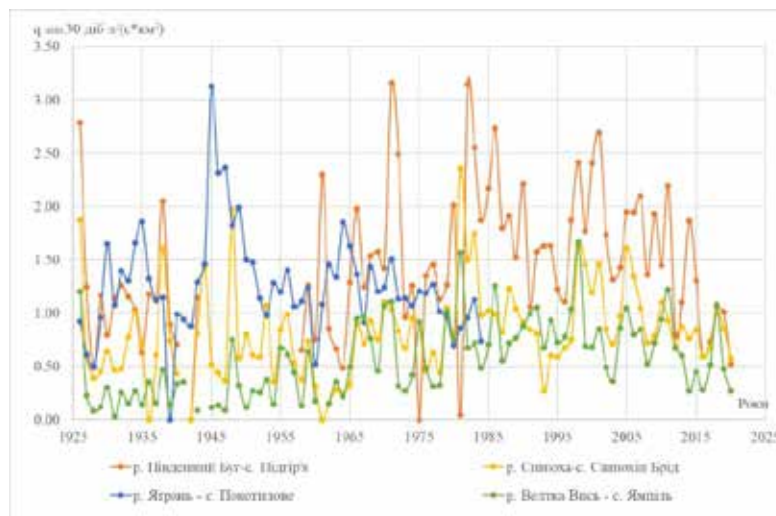
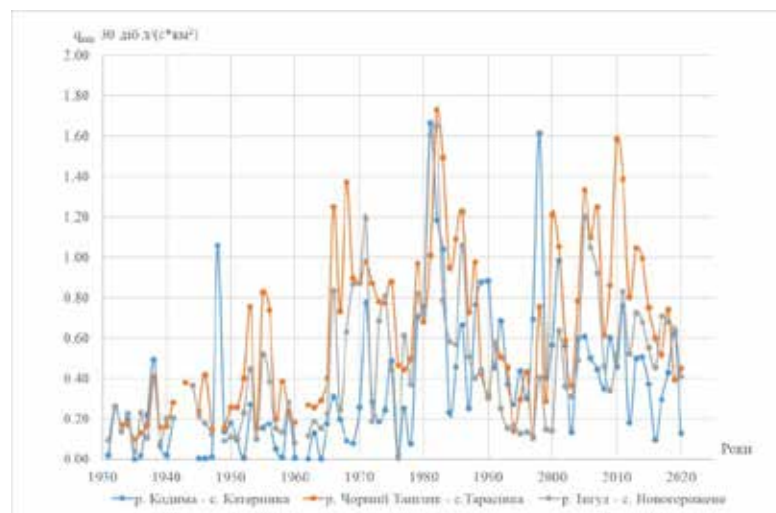


Рис. 7. Хронологічні криві мінімальних 30-ти добових витрат води річок Півдня України за період відкритого русла а) басейну Південного Бугу; б) річок Причорномор'я; в) Нижнього Дніпра

а)



б)



в)

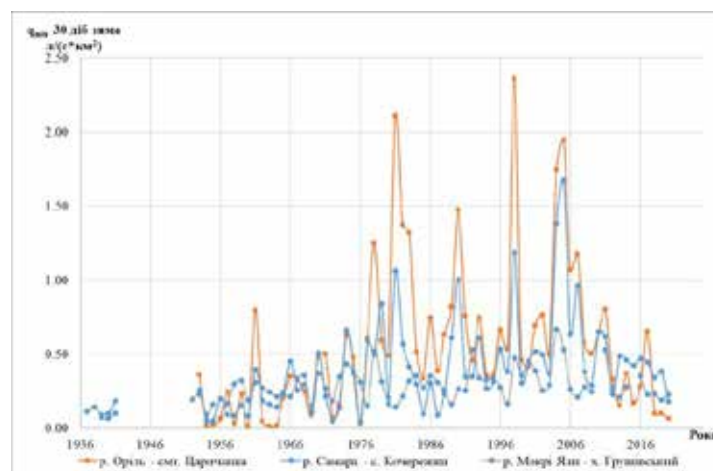


Рис. 8. Хронологічні криві мінімальних 30-ти добових витрат води річок Півдня України за зимовий період
а) басейну Південного Бугу; б) річок Причорномор'я; в) Нижнього Дніпра

щення і фази зниження циклічних коливань, з їхньою значною тривалістю. Так, циклічні коливання мінімальних середніх 30-ти добових витрат води теплого і холодного періодів року річок Півдня України є синхронними як по річках, так і сезонах року.

Для аналізу та просторово-часових тенденцій багаторічного ходу мінімальних витрат води меженного сезону року періодичність фаз водності річок узагальнено по річкових водозборах для літньо-осінньої (в табл. 1) та зимової (в табл. 2) межени.

Так, для теплого періоду літньо-осінньої межени маловодна фаза в басейні Південного Бугу триває з 1920-х років до 1970-х. Багатотоводна фаза триває до 2006-2007 року, а потім з 2007-2008 наступає знову маловодна – до 2020 року. Для річок басейну Причорномор'я маловодна фаза починається у 1930-х роках і триває до середини 1970-х. Багатотоводна фаза продовжується до 2012-2016 і майже 2020 років. В басейні річок Нижнього Дніпра спостерігається схожий характер коливань водності – маловодна фаза починається у 1930-х роках і триває до 1970-1980-х років, багатотоводна фаза продовжується до 2014-2016 року, а потім знов наступає маловодна фаза до 2020 року (табл. 1).

Різничево-інтегральні криві мінімальних 30-ти добових витрат води річок Півдня України за зимовий період (рис. 6) та дані табл. 2 показують, що для зимового періоду межени маловодну фазу в басейнах річок розглядуваної території Півдня України, що тривала до 1978-1982 років змінила багатотоводна – до 2013-2017 років, а після цього періоду (з 2016-2018 рр.) мінімальні витрати води знов почали зменшуватися до 2020 року.

Побудовані в роботі хронологічні криві мінімального меженного стоку річок Півдня України в зимо-

вий період (рис. 7) та період відкритого русла (рис. 8) (з початку гідрологічних стокових спостережень до 2020 року [26, 27]) також вказують на синхронність коливань стоку на різних річках.

Тож на графіках можна спостерігати, що ряди мають цикли коливань водності, що й обумовлює виражені тренди в часових рядах мінімального стоку. Це дозволяє застосовувати надалі статистичні методи для визначення розрахункових параметрів мінімального меженного стоку річок Півдня України.

Головні висновки. Авторами статті виконано аналіз просторово-часових узагальнень статистичних характеристик рядів мінімального меженного стоку річок Півдня України для оцінки статистичної однорідності часових рядів в сучасних умовах зміни клімату, а також визначення фаз водності річок використовуючи гідролого-генетичний аналіз при побудові сумарних, різницево-інтегральних кривих та хронологічних графіків. Дослідження сумарних кривих 30-ти добових мінімальних витрат води за період відкритого русла і зимовий період показало, що більшість рядів спостережень є неоднорідним, а різницево-інтегральні та хронологічні криві свідчать про наявність циклів коливань водності та синхронності мінімального стоку річок Півдня України.

Перспективи використання результатів дослідження. Дослідження та результати просторово-часових узагальнень багаторічних і сучасних тенденцій стокових величин в умовах несталого клімату будуть використані при розробці нових та удосконаленні існуючих методів інженерних розрахунків і гідрологічного прогнозування характеристик мінімального стоку річок в межах конкретного сезону межени посушливого регіону Півдня України.

Література

1. Guide to hydrological practices. Data acquisition and processing, analysis, forecasting and other applications. WMO-No. 168. Fifth edition. World Meteorological Organization, 1994. 770 p.
2. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices WMO-No. 168. Sixth edition. World Meteorological Organization, 2009. 302 p.
3. Manual on Low-flow Estimation and Prediction. Operational hydrology report (OHR). No. 50. WMO-No. 1029. 138 P.
4. Гребін В.В. Сучасний водний режим річок України (ланшафтно-гідрологічний аналіз): монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
5. Горбачова Л.О. Просторово-часові тенденції мінімального стоку річок Півдня України. Тези доповідей другого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду, 7-9 жовтня 2021 р., Одеса. С. 51-52.
6. Екстремальні гідрологічні явища на річках Півдня України: розрахунки прогнози : монографія / за ред. В.А. Овчарук та Ж.Р. Шакірзанової. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2024. 674 с.
7. Більбот Г. В. Оцінка багаторічних коливань мінімальних витрат води річок басейну Сіверського Дінця. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 3 (54). С. 31-33.
8. Більбот Г.В., Гребін В.В. Аналіз сучасних тенденцій у коливаннях мінімального стоку річок басейну Сіверського Дінця. «Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів». Збірник матеріалів VIII з'їзду Гідроекологічного товариства України, присвяченого 110-річчю заснування Дніпровської біологічної станції, 6-8 листопада, Київ, 2019. С. 239-241.
9. Куценко Л.В., Овчарук В.А., Прокоф'єв О.М., Гопцій М.В., Андреевська Г.М. Мінімальний та екологічний стік річок в зоні недостатньої водності України. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 2(35). С. 30-36 DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.5>
10. Valeriya Ovcharuk, Eugene Gopchenko, Nataliya Kichuk, Zhannetta Shakirzanova, Liliia Kushchenko, and Mariia Myroschnichenko. Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change //

Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences (PIAHS), 383, 229–235, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020> Scopus

11. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Вплив змін клімату на водні ресурси водозбору Куяльницького лиману у сценарних кліматичних умовах. *Укр. гідрометеорол. ж.*, 2015, № 16. С. 189-195.
12. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». – Київ: Мінрегіон України, 2013. – Затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 02.07.2014 № 185 (із змінами: Наказ № 353 від 17.12.2014, Наказ № 149 від 30.06.2015). – 52 с.
13. Положення про порядок оцінки та інформування про маловоддя (гідрологічну посуху) на водних об'єктах суші України. Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2020. 13 с.
14. Фізична географія Української РСР / за ред. А.М. Маринича. Київ : Вища школа, 1982. 208 с.
15. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 року https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (дата звернення: 18.04.2021)
16. Хільчевський В. К., Гребін В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 1(44). С. 8-20.
17. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
18. Кліматичний кадастр України (електронна версія). Державна гідрометеорологічна служба. УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ, 2006.
19. Кліматичний кадастр України (електронна версія). Державна гідрометеорологічна служба ДСНС України. Центральна Геофізична Обсерваторія імені Бориса Срезневського. Київ, 2023.
20. Загальна гідрологія: підручник / за ред. В.К. Хільчевського, О.Г. Ободовського. Київ: ІПЦ «Київ. ун-т», 2008. 399 с.
21. Горбачова Л.О. Гідрологія: навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ. НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2010. – 125 с.
22. Ющенко Ю.С. Загальна гідрологія: підручник. Чернівці: Чернівецький нац.ун-т, 2017. 591 с.
23. Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 268. С. 73-81.
24. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах: навчальний посібник. Одеса: Екологія. 2010. 184 с.
25. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеськ. державний екологічний університет. Одеса: ТЕС. 2014. 484 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/6078>
26. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 2016-2020 рр. та весь період спостережень). Ч. 1. Річки. Вип. 2. Басейн Дніпра: довідкове видання. Київ, 2023. 294 с.
27. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 2016-2020 рр. та весь період спостережень). Ч. 1. Річки. Вип. 1. Басейн Вісли, Дунаю, Дністра, Південного Бугу, річки Причорномор'я: Довідкове видання. Київ, 2023. 465 с.