

Сучасний водний стік великих річок України, які впадають у північно-західну частину Чорного моря

Валерія Овчарук

д. геогр. н., професор, завідувач кафедри гідрології суші,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, Україна,
e-mail: valeriya.ovcharuk@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-5654-3731>

У контексті сучасних кліматичних змін та зростання антропогенного навантаження прогнозування стану прибережних вод Чорного моря потребує достовірної оцінки водності великих річок України, від стоку яких залежить формування термохалінної структури та динаміки вод Північно-західної частини Чорного моря. Метою дослідження є аналіз сучасних тенденцій водного стоку в пригірлових ділянках Дніпра, Південного Бугу, Дністра й Дунаю для подальшого уточнення граничних умов числових гідротермодинамічних моделей та надання даних для системи кліматично-розумних рішень, що сприяє досягненню ЦСР-6 (чиста вода та санітарія) та ЦСР-13 (дії щодо зміни клімату), підтримуючи прийняття обґрунтованих рішень у водокористуванні та управлінні ризиками. Використано багаторічні гідрологічні ряди спостережень (1981–2021 рр.) та оперативні дані до 2024 року, що зберігаються в лабораторії гідрологічної інформації ОНУ та надаються Українським гідрометцентром. Застосовано гідролого-генетичний аналіз часових рядів, статистичні методи, побудову різницевих інтегральних кривих та визначення типових внутрішньорічних розподілів стоку для характерних за водністю років. Показано, що всі досліджувані річки перебувають у фазі тривалої маловодності, проте її початок і вираженість різняться. Для Південного Бугу після 2010 року зафіксовано різке й стійке зменшення стоку, який у 2024 р. становить лише третину середнього багаторічного значення. На Дніпрі тривала маловодна фаза спостерігається з 2010-х років, двічі (2015, 2020 рр.) досягаючи історичних мінімумів. Стік Дністра та Дунаю також характеризується циклічною мінливістю з домінуванням маловодних періодів упродовж останнього десятиліття. Для кожної річки визначено внутрішньорічний розподіл стоку для багатоводних, середньоводних і маловодних років, що є критично важливим для коректного завдання граничних умов у моделях D-Flow FM. Усі великі річки України, що впадають у Чорне море, нині перебувають у фазі стійкого маловоддя, що суттєво впливає на обсяги надходження прісної води до Північно-західної частини моря та має бути враховано під час гідродинамічного моделювання. Для сучасних умов рекомендаційно використовувати типові схеми маловодних років із урахуванням можливих відхилень у межах фактичних багатоводних сценаріїв. Результати дослідження можуть слугувати основою для розробки та впровадження ЦСР у межах ЦСР-6 і ЦСР-13, що забезпечують адаптивне управління водними ресурсами та підтримку рішень у боротьбі зі зміною клімату.

Ключові слова: водний стік, маловодна фаза, гідрологічний режим, Дніпро, Південний Буг, Дністер, Дунай, Чорне море, моделювання, ЦСР-6, ЦСР-13.

Як цитувати: Овчарук Валерія (2025). Сучасний водний стік великих річок України, які впадають у північно-західну частину Чорного моря. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (63), 312-331. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-63-24>

In cites: Ovcharuk Valeriya (2025). Modern runoff of the major rivers of Ukraine into the Northwestern part of the Black Sea. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*, (63), 312-331. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-63-24> [in Ukrainian]

Вступ. У процесі моделювання стану прибережних морських вод та оцінювання впливу річкового стоку великих річок постає завдання визначення об'ємів надходження прісної води й прогнозування їх можливих змін у майбутньому. В Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова разом з Інститутом морської біології НАН України під керівництвом проф. Тучковенко Ю.С. виконується науково-дослідна розробка «Діагноз та прогноз океанографічних умов в акваторіях Чорного та Азовського морів для забезпечення гідрометеорологічної безпеки України» (державний реєстраційний номер 0124U000771 за фінансування МОН України). В процесі дослідження обґрунтована оновлена версія автоматизованого модельного комплексу для діагнозу і прогнозу океанографічних характеристик в акваторіях північно-західній частини Чорного моря (ПнЗЧМ) у складі числової гідротермодинамічної моделі нового покоління D-Flow FM (Delft3D Flow Flexible Mesh), використання якої передба-

чає також оцінку впливу зміни водності великих річок, які значною мірою визначають просторово-часову мінливість температури і солоності, термохалінну структуру вод [1-3].

На території Північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) в межах України знаходяться гирла найбільших її річок – Дніпра, Південного Бугу, Дністра і Дунаю (рис. 1). В останні роки у зв'язку зі зміною клімату та зростанням антропогенного навантаження водний стік річок на півдні України зазнає суттєвих змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінці впливу змін клімату на водний стік річок присвячено велика кількість сучасних гідрологічних досліджень, як в Україні, так й в світі в цілому.

Перш за все необхідно відзначити серію досліджень під керівництвом проф. Блошля [5-7]. Об'єднання даних по максимальному стоку річок Європи дозволили колективу авторів виявити регіональні тенденції та виділити області з різною їх направленістю. Результати, отримані з найпов-

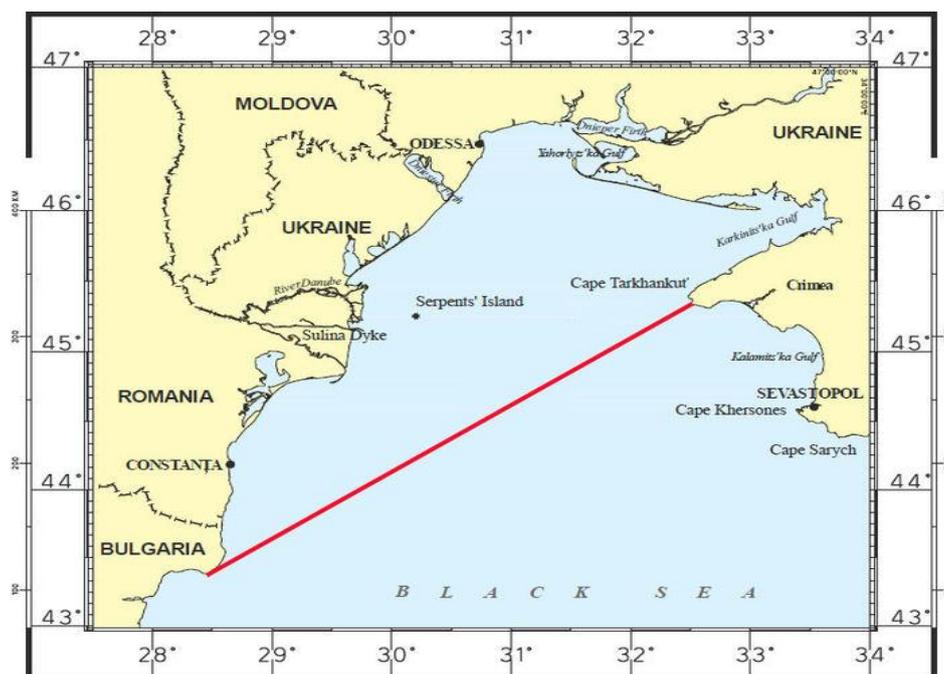


Рис. 1. Картоschema Північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) [4] /
Fig. 1. Schematic map of the north-western part of the Black Sea (NWBS) [4]

нішої на сьогодні бази даних європейських повеней, свідчать про те, що: збільшення кількості осінніх та зимових опадів призвело до збільшення кількості повеней у північно-західній Європі; зменшення кількості опадів та збільшення випаровування призвели до зменшення кількості повеней у середніх та великих водозбірних басейнах у південній Європі; а зменшення снігового покриву та танення снігу внаслідок тепліших температур призвело до зменшення кількості повеней у східній Європі. Регіональні тенденції стоку води під час повеней у Європі коливаються від збільшення приблизно на 11 відсотків за десятиліття до зменшення на 23 відсотки [5,6]. В подальшому колектив авторів [7] зосередив свою увагу на дослідженні мегаповеней та закономірностей їх виникнення.

Із сучасних робіт вітчизняних авторів щодо досліджень середнього багаторічного стоку річок України та впливу на них зміни клімату можна відмітити монографічні видання Н. С. Лободи [8], В. І. Вишневецького, О. О. Косовця [9, 10], В. В. Гребеня [11]. Зокрема Є.Д. Гопченком та Н. С. Лободою на початку 2000-х років проведено оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплогового балансу [12], в подальшому під керівництвом Н.С. Лободи із співавторами [13-15] проведено ряд досліджень щодо моделювання впливу змін клімату на водні ресурси України.

Сучасне узагальнення середнього багаторічного стоку річок України наведено у роботі [15], де представлена карта ізоліній, побудована за допомогою аналітичних функцій ГІС. Карта базу-

ється на даних 389 гідрологічних постів. Розглянутий період спостережень – від їх початку до 2015 р. включно.

У монографії [16] встановлено, що природні водні ресурси Півдня України періоду 2021-2050 рр. у кліматичних умовах сценарію RCP4.5 будуть зменшуватися на 20-30 % у Приазов'ї та на 30-40 % на території північно-західного Причорномор'я; за сценарієм RCP8.5 природні водні ресурси Півдня України зменшаться на 50-70% у межах північно-західного Причорномор'я та на 40-50 % у межах Приазов'я. Таким чином, зміни клімату на Півдні України можуть поставити під загрозу можливість відновлення водних ресурсів та приведення їх до доброго екологічного стану у відповідності із вимогами Водної Рамкової Директиви.

У роботі [17] досліджено вплив зміни клімату на доступність води по всій Україні за допомогою глобальних гідрологічних моделей. Результати показують збільшення кількості опадів до 10% за RCP 2.6 та змінні зміни від -14% до +10% за RCP 8.5 до кінця століття. Прогнози показують зменшення середньорічного річкового стоку в більшості басейнів на середній (2040–2070) та віддалений (2071–2100) періоди за обома RCP, причому зниження є сильнішим за RCP 8.5. Сезонні зміни характеризуються зменшенням літніх місяців та невеликим або помірним збільшенням зимових місяців у більшості басейнів. Найбільше зниження середньорічного стоку прогнозувалося для басейнів Прип'яті, Південного Бугу та Дністра, сягаючи до -30% до кінця століття за RCP 8.5.

Окремо слід відмітити регіональні дослідження щодо впливу змін клімату на стік річок. Так, наприклад, у [18] порівнюється режим повеней річок в Україні та Австрії за останні десятиліття, автори показують, що в Австрії спостерігається тенденція до зростання літніх повеней, пов'язаних зі збільшенням кількості опадів, натомість у низинних районах України спостерігається чітке зменшення весняних повеней, пов'язане з меншим сніговим покривом у кліматі, що потеплішає. З іншого боку, в Українських Карпатах, де повені відбуваються протягом року, збільшення частки рідких опадів у холодний період року призводить до більш ранніх повеней та збільшення ймовірності повеней взимку.

Слід відзначити й низку публікацій останніх років, в яких розглянуто характеристики середнього річного, мінімального і максимального стоку води окремих територій чи річкових басейнів України [19-27].

Таким чином, проведений короткий аналіз стану вивчення питання сучасного стоку річок України показав велику різноманітність висновків та необхідність подальшого дослідження тенденцій, зокрема у об'ємах стоку великих річок, які впадають в Чорне море, на сучасних вихідних даних.

Матеріали та методи дослідження. Для вирішення поставленої задачі використані архівні дані, які зберігаються в навчально-науковій лабораторії гідрологічної інформації та розрахунків на кафедрі гідрології суші факультету гідрометеорології і екології ОНУ. Лабораторія гідрологічної інформації та розрахунків нараховує близько 50000 примірників режимної і додаткової літератури, матеріалами гідрологічних та метеорологічних багаторічних спостережень. Починаючи з 1991 року щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші, які опубліковані в Державному водному кадастрі Гідрометеорологічної служби України, зберігаються в лабораторії гідрологічної інформації та розрахунків як у роздрукованому вигляді, так і в електронному. Такі багаторічні матеріали спостережень на даний час кафедра отримує в рамках договору між ЦГО імені Бориса Срезневського ДСНС України і Одеським національним університетом ім. І.І. Мечникова (за №4 від 09.12.2024 р., що діє до 31 грудня 2027 р.) про надання гідрометеорологічної інформації та інформації про стан довкілля.

Одержання багаторічної і поточної гідрометеорологічної інформації здійснюється також на основі гідрометеорологічних даних Українського гідрометцентру ДСНС України, що сформовані в автоматизованій програмі робочого місця інженера-гідролога (АРМгідро).

Для оцінки тенденцій водності великих річок

України використані багаторічні дані по 2020 рік включно, а також оперативна інформація по 2024 рік. В процесі дослідження використані гідролого-генетичний аналіз часових рядів стоку та статистичні методи обробки вхідної гідрологічної інформації.

Результати та дискусія.

Оцінка водності в нижній частині річки Південний Буг за останні десятиліття. В гідрологічному відношенні р. Південний Буг вивчена достатньо добре, як показано на рис.2, станом на 2020 рік в басейні ведуться регулярні гідрологічні спостереження на 24 постах гідрометеорологічної служби ДСНС України. Для оцінки водності Південного Бугу та об'єму стоку, який стікає з його басейну, використані дані по посту №147 р. Південний Буг - смт Олександрівка, а також №164 р. Інгул - с. Новогорожене. На жаль на замикальному посту № 149 р. Південний Буг - м. Миколаїв вимірюються лише рівні води [28].

У довідковій літературі [28-31] при характеристиці гідрологічного режиму та водності Південного Бугу зазвичай використовують дані саме по посту р. Південний Буг- смт Олександрівка, який має більш ніж 100-річний період спостережень і в повній мірі характеризує водність всього басейну, тем не менш для найбільш точного представлення сумарного об'єму стоку у пригірловій частині при аналізі додано також об'єм із замикального поста на р. Інгул.

На рис. 3а представлений часовий хід об'ємів річного стоку за період з 1981 по 2024 рік включно для р. Південний Буг- смт Олександрівка, а на рис.3б сумарний об'єм враховуючи стік р. Інгул - с. Новогорожено. Як добре ілюструє рис.3б вклад р. Інгул у сумарний стік не є суттєвим і коливається в різні роки від 5 до 10%, при цьому коливання і тенденції його водності абсолютно синхронні з Південним Бугом. Отже надалі водність аналізується за даними поста р. Південний Буг- смт Олександрівка.

Аналізуючи динаміку річних об'ємів стоку, які виносить у Чорне море за останні десятиліття Південний Буг, можна констатувати що з 2010 року відбувається різке і достатньо стійке його зменшення (рис.3а). Так якщо у 2010 році сумарний річний об'єм для р. Південний Буг – смт Олександрівка спостерігався на рівні середньо багаторічного (норми) і становив 2,78 км³, то станом на кінець 2024 року він складає лише 0,69 км³, тобто більше ніж в **3,5 рази менше**. Навіть з урахуванням додаткового об'єму з р.Інгул, сумарний об'єм становить лише 0,91 км³ (рис. 3б). Таким чином, можна сказати що після досягнення мінімального за багаторічний період значення у 2020 році, використовуючи поточні дані з ресурсу АРМ-гідро, показано що тенденція до суттєвого

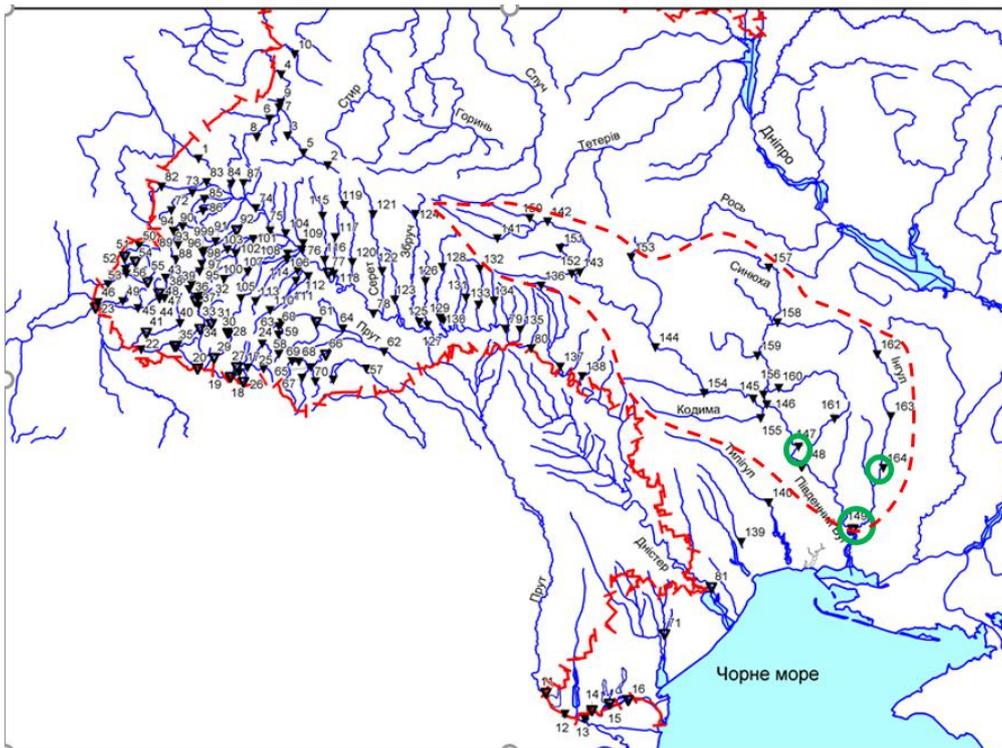


Рис. 2. Схема розташування гідрологічних постів на річках в басейні р. Південний Буг [28] /
Fig. 2. Location scheme of hydrological gauging stations on rivers in the Southern Bug River basin [28]

зменшення зберігається і натепер.

Представляє інтерес дослідити наскільки таке стійке зниження водності є характерним за багаторічний період. На рис. 4 представлений багаторічний хід об'ємів стоку, починаючи з 1914 року (за виключенням 1917 та 1941,1942,1944 рр.), тобто практично за 110 років.

Аналізуючи графік, представлений на рис.4а, можна побачити що природньо величини стоку коливались навколо середнього значення, утворюючи маловодні і багатоводні фази різної тривалості, але починаючи з 2007 року і дотепер спостерігається дуже тривала маловодна фаза, найбільша за період спостережень. Більш детально дослідити зміну фаз водності можна за допомогою побудови різницевої інтегральної кривої, яка представлена на рис. 4б. На представленому графіку видно, що від початку спостережень до середини 1960-х років цикли водності мали суттєво меншу тривалість ніж ми спостерігаємо на даний час. Так тривала багатоводна фаза почалась на досліджуваній річці з кінця 1960-х і тривала до 1988-1989рр, які вважаються роками початку впливу зміни клімату на водні ресурси України, після чого спостерігається нетривала маловодна фаза до 1995р. и знову багатоводна -до 2006 р. Починаючи з 2007 і по теперішній час триває маловодна, яка, як відмічене вище, є найбільш триваю, чітко вираженою, а спад кривої є найбільш крутим та чітко спрямованим.

Дослідження авторів монографій [16, 31-32],

щодо ситуації з водністю річок на Півдні України, показують що у найближчі роки слід очікувати подальшого зменшення їх водності, зокрема Південного Бугу. Отже при моделюванні слід використовувати типовий розподіл для маловодного року, але для завдання граничних умов необхідно також мати інформацію і о можливих багатоводних роках.

Під типовим розподілом розуміється найчастіше повторюваний для даної річки (або групи річок) у багаторічному розрізі розподіл стоку протягом року. Типові схеми особливо придатні для класифікації річок та гідрологічного районування. Зазвичай використовуються моделі так званіх фіктивних та характерних за водністю років (багатоводних, середньоводних або маловодних). Схеми фіктивного розподілу можна одержати в результаті осереднення витрат води, а потім подання їх у модульних коефіцієнтах або у відсотках від річної суми.

На рис. 5 представлений типовий внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води для р. Південний Буг - смт Олександрівка за останні десятиліття, а на рис. 6, типові розподіли у відсотках для різних за водністю роках.

Аналізуючи представлені діаграми, можна відмітити, що у середній за водністю рік практично 50% стоку припадає на весняний період, а потім протягом року стік практично рівномірно розподіляється по місяцях (рис.6а). Для багатоводного року характерним є суттєве підвищення сто-

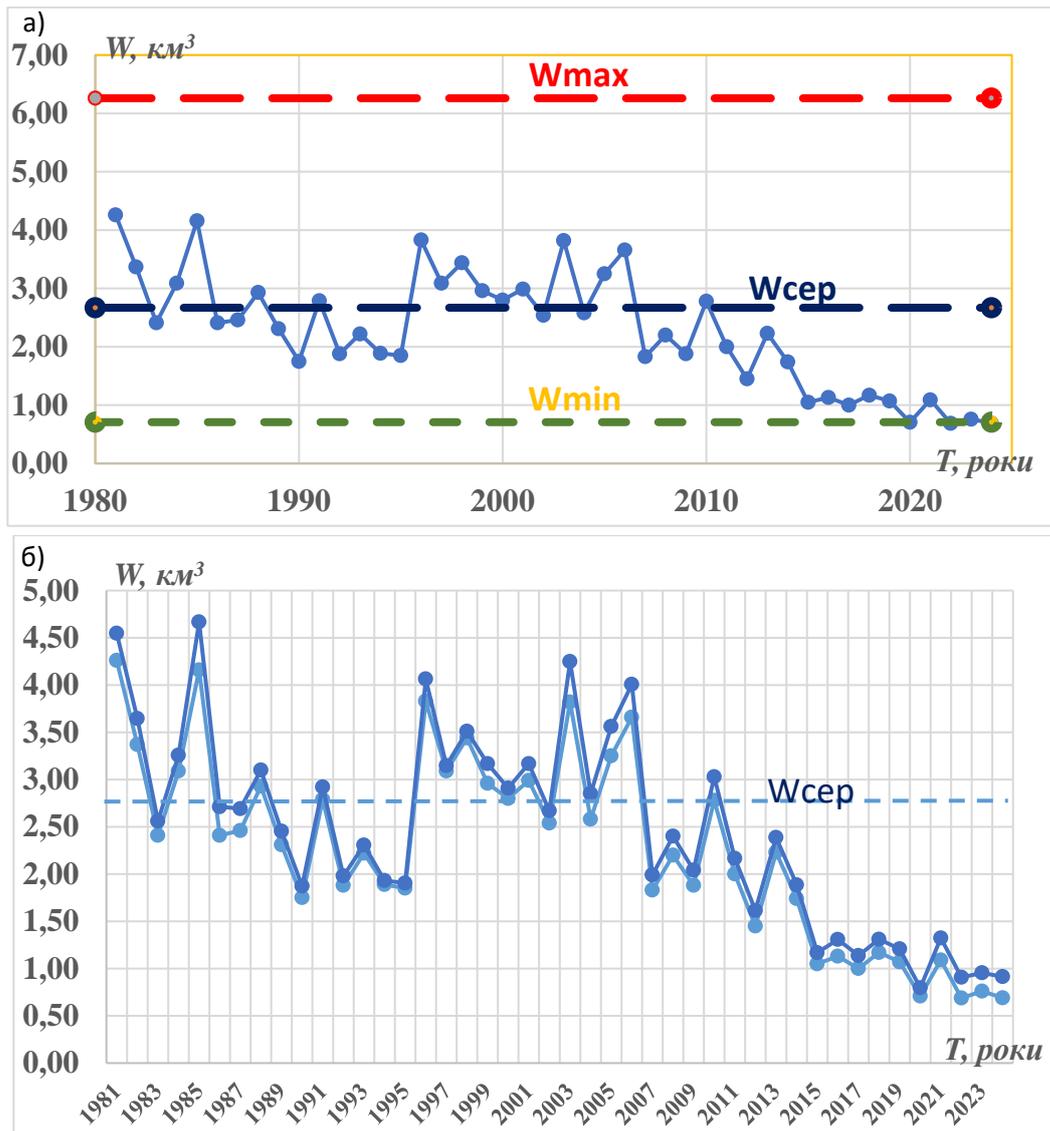


Рис. 3. Хронологічний графік ходу річних об'ємів стоку р. Південний Буг - смт Олександрівка (а) та сумарний об'єм стоку р. Південний Буг - смт Олександрівка та р. Інгул - с. Новогорожено (б) (1981-2024рр.) / Fig. 3. Chronological plot of annual runoff volumes of the Southern Bug River at Oleksandrivka settlement (a) and the cumulative runoff volume of the Southern Bug River at Oleksandrivka and the Inhul River at Novohorozhene village (b) (1981–2024)

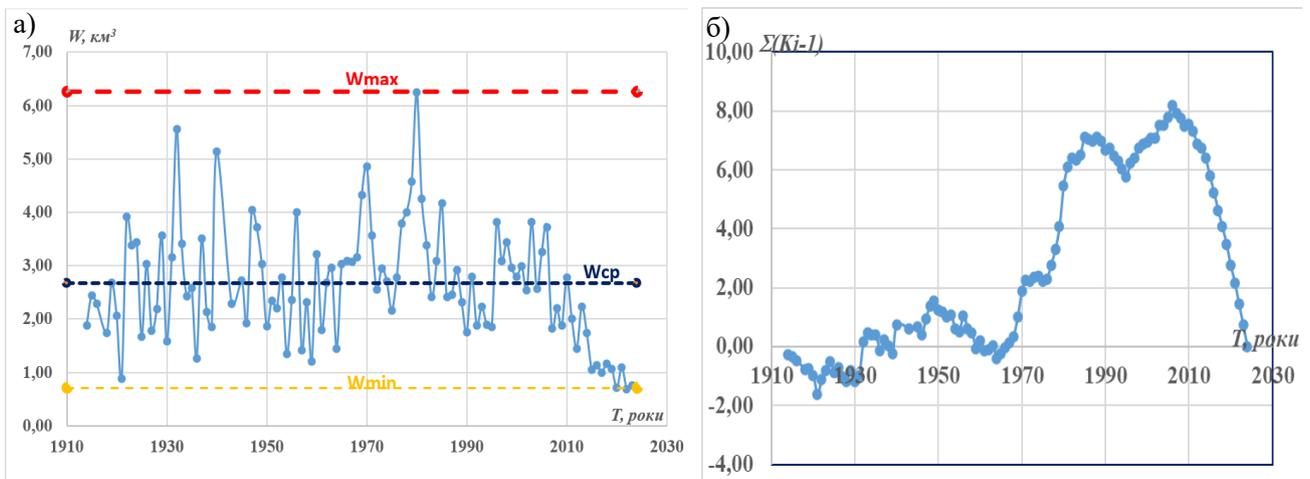


Рис. 4. Хронологічний графік ходу річних об'ємів стоку (а) та різницева інтегральна крива (б) для р. Південний Буг - смт Олександрівка (1914-2024рр.) / Fig. 4. Chronological plot of annual runoff volumes (a) and the residual mass curve (b) for the Southern Bug River at Oleksandrivka settlement (1914–2024)

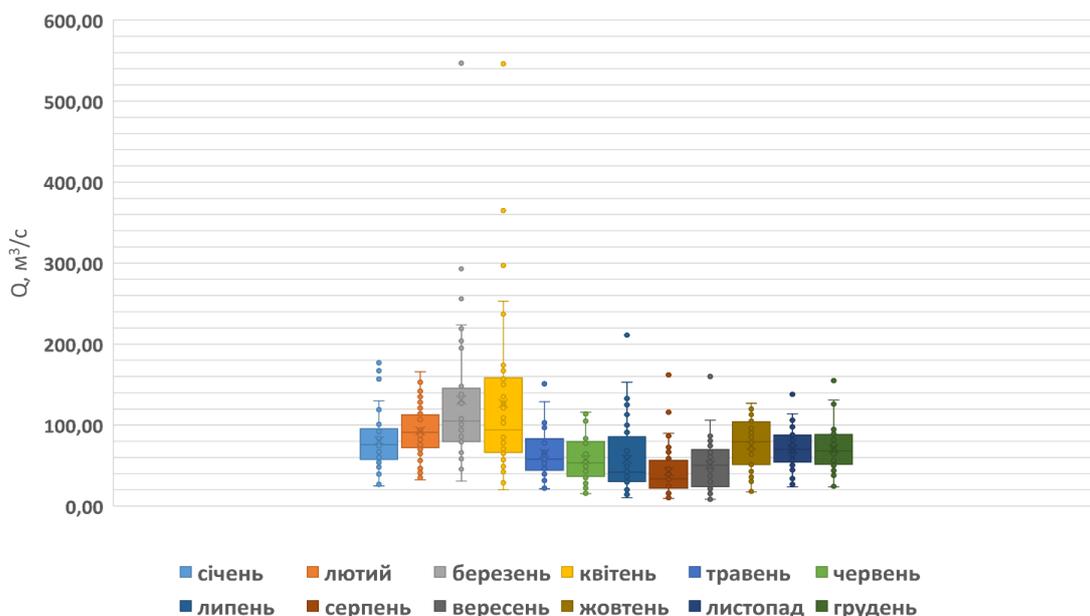


Рис. 5. Внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води р. Південний Буг - смт Олександрівка за період 1981-2020 рр. / Fig. 5. Intra-annual distribution of mean monthly water discharge of the Southern Bug River at Oleksandrivka settlement for the period 1981–2020

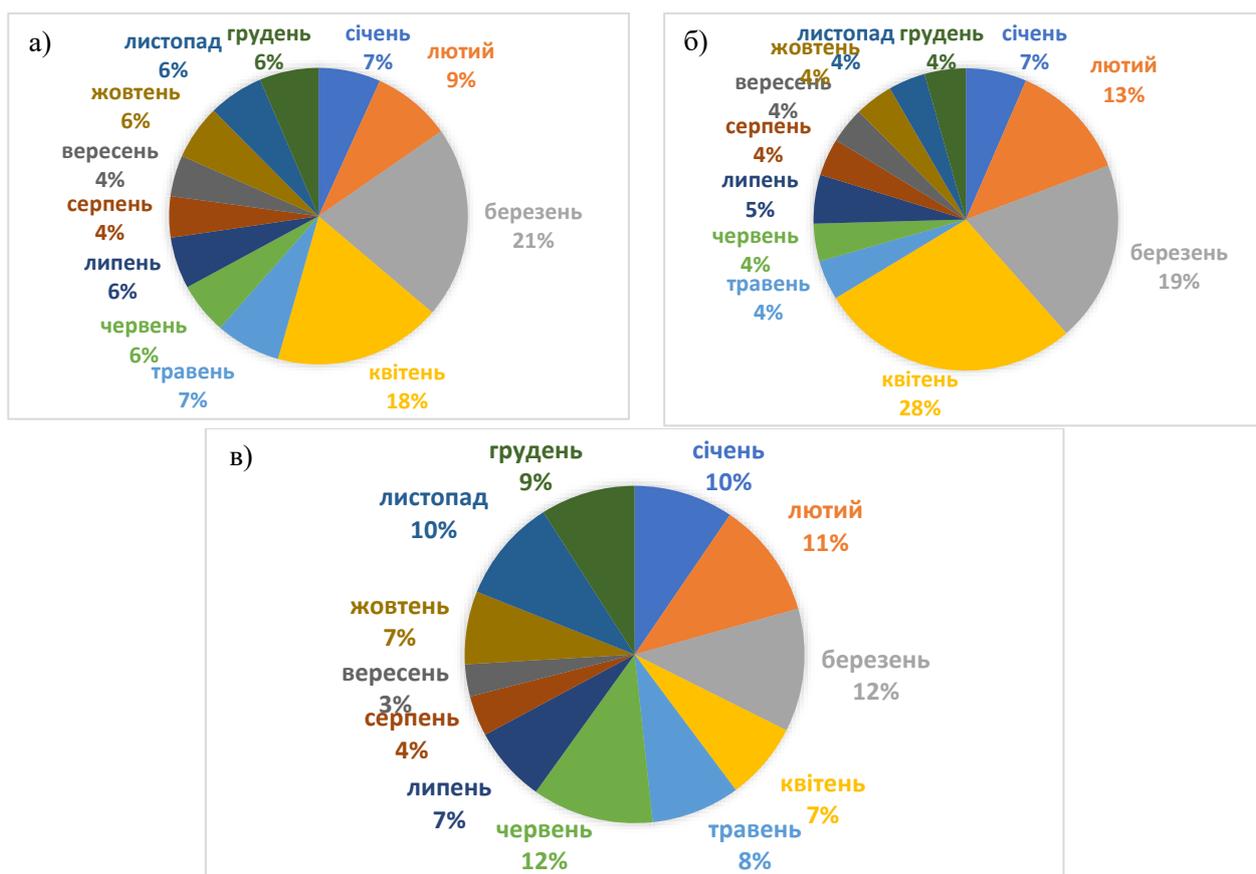


Рис. 6. Типовий розподіл об'ємів стоку (у %) р. Південний Буг - смт Олександрівка: а) середньоводний рік, б) багатоводний рік, в) маловодний рік / Fig. 6. Typical distribution of runoff volumes (%) of the Southern Bug River at Oleksandrivka settlement: (a) average-water year, (b) high-water year, and (c) low-water year

ку квітня (на 10%), а також незначний перерозподіл об'ємів між лютим і березнем (рис.6б). Характеризуючи маловодний рік (рис.6в), слід відмітити суттєвий перерозподіл стоку по місяцях; так

стік березня і квітня зменшується в середньому на 10%, при цьому стік травня і червня збільшується, а величина стоку у вересні досягає мінімальних 3%; для зимових місяців в той же час є ха-

рактерним збільшення водності в межах 5%.

Як було сказано вище, крім моделі фіктивних типових років використовується також варіант фактичних характерних за водністю років. Такий розподіл представлений у табл. 1. На підставі аналізу середньомісячних даних та року в цілому за період з 1981-2020 рік, в якості середнього за водністю року обрано 2010 рік, багатоводного – 1981 рік, а маловодний - 2020-й. Окремо представлений 1980 рік, коли спостерігались найбільші витрати, й відповідні об’єми стоку.

Мінливість водного стоку в нижній частині річки Дніпро в останні десятиліття до руйнування дамби Каховської ГЕС. Річка Дніпро є основною водною артерією України, її водні

ресурси становлять понад 60 % усіх водних ресурсів країни. В районі басейну Дніпра у зв’язку з деякими різницями у режимах річок на досліджуваній території виділені 4 суббасейни, згідно вимог ВРД [33-34]: Прип’яті, Десни, Середнього і Нижнього Дніпра. В даному дослідженні для оцінки мінливості та об’ємів водного стоку у нижній частині Дніпра використані багаторічні дані спостережень по гідрологічному посту №7 р. Дніпро - Каховська ГЕС, а також по посту №9 р. Дніпро - м. Херсон (рис.7). В нижній частині Дніпра також функціонує пост №8 р. Дніпро – м. Нова Каховка, але він має ту ж саму площу, що й пост №7, при цьому витрати води на ньому не вимірюються, отже використовувати ці дані не має сенсу.

Таблиця 1 / Table 1

Типовий внутрішньорічний розподіл стоку для р. Південний Буг – смт. Олександрівка за характерними за водністю роками / Typical intra-annual runoff distribution of the Southern Bug River at Oleksandrivka for years of different water availability

Середній місячний об’єм стоку, км ³												
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Дуже багатоводний рік (1980 р.)												
0,70	1,38	2,09	3,01	0,46	0,44	0,57	0,43	0,41	0,44	0,43	0,47	6,24
Багатоводний рік (1981р.)												
0,42	0,40	0,69	0,41	0,35	0,22	0,27	0,18	0,22	0,33	0,36	0,42	4,26
Середній за водністю рік (2010 р.)												
0,27	0,31	0,37	0,28	0,13	0,23	0,27	0,08	0,10	0,24	0,23	0,26	2,78
Маловодний рік (2020 р.)												
0,07	0,08	0,08	0,05	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,05	0,07	0,06	0,71

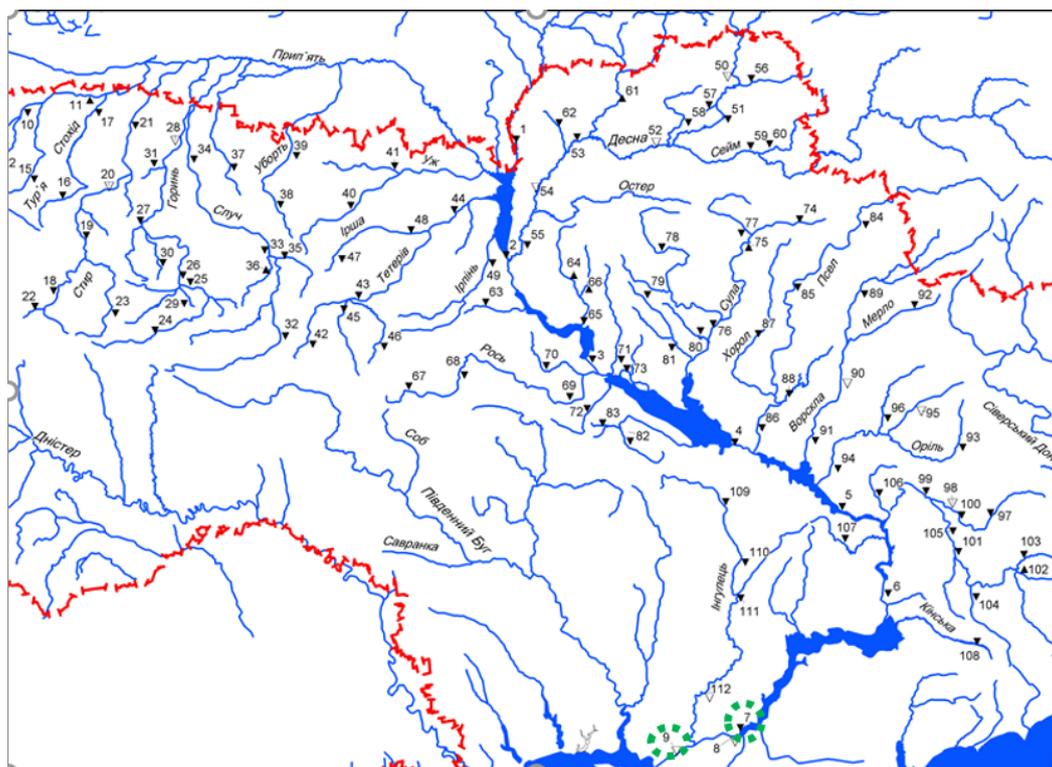


Рис. 7. Схема розташування гідрологічних постів нижній частині річки Дніпро[28] / Fig. 7. Location scheme of hydrological gauging stations in the lower reach of the Dniro River [28]

На рис. 8 представлений багаторічний хід об'ємів річного стоку на гідрологічному пості р. Дніпро - Каховська ГЕС. За період з 1981 по 2021 рр. водність Дніпра характеризується достатньо рівномірними багато- та маловодними періодами,

у порівнянні з нормою. Тем не менш, останнє десятиріччя все ж таки вирізняється більш тривалою маловодною фазою, в межах якої об'єми стоку двічі досягали мінімальних значень за весь період спостережень - у 2015 та 2020 роках (рис. 8).

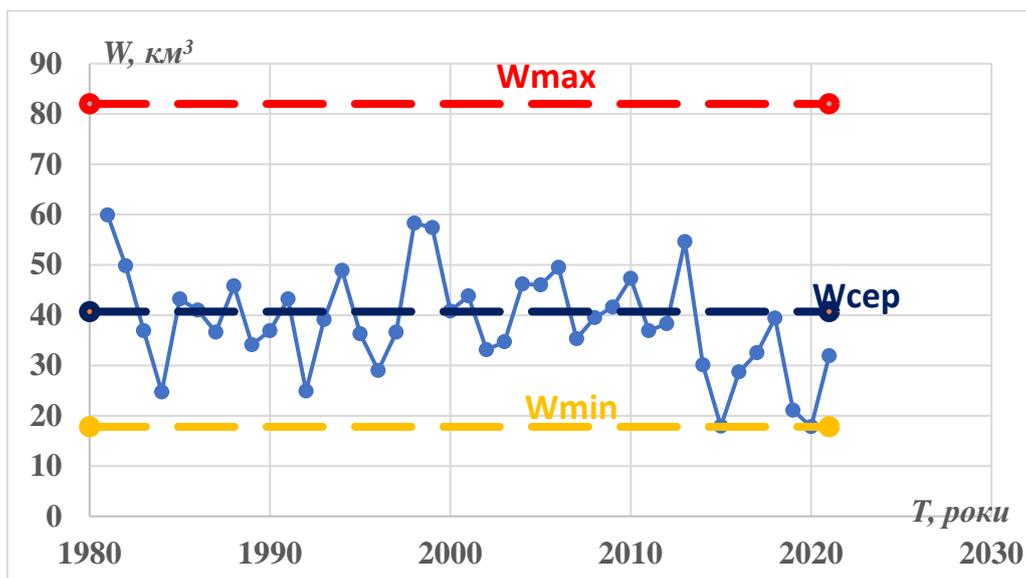


Рис. 8. Хронологічний графік ходу річних об'ємів стоку р. Дніпро - Каховська ГЕС (1981-2021 рр.) / Fig. 8. Chronological plot of annual runoff volumes of the Dnipro River at the Kakhovka Hydropower Plant (1981–2021)

На рис. 9 представлений багаторічний внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води з межами їх максимальних та мінімальних величин за розглядуваний період (1981-2020).

Найбільш багатоводними місяцями є квітень та травень, коли проходить основна хвиля весняного водопілля, а найменша водність характерна для періоду літньо-осінньої межени в серпні та вересні.

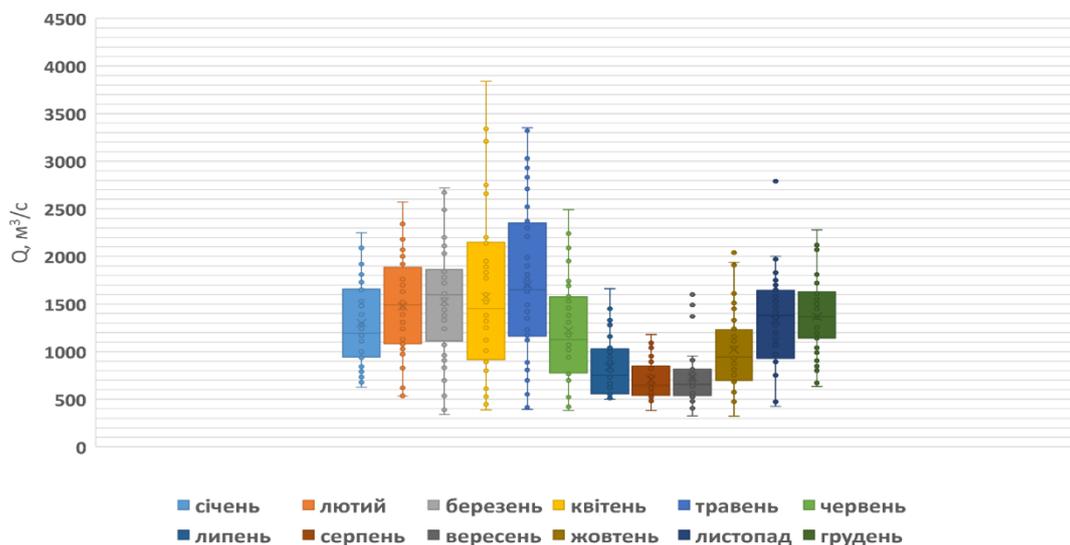


Рис. 9. Внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води р. Дніпро - Каховська ГЕС за період 1981-2020 рр. / Fig. 9. Intra-annual distribution of mean monthly water discharge of the Dnipro River at the Kakhovka Hydropower Plant for the period 1981–2020

На рис. 10 представлені варіанти типового внутрішньорічного розподілу за схемою фіктивного розподілу для середньоводного, багатоводного та маловодного років у відсотках. Для середнього за водністю року (рис. 10а) в період весняного водопілля (з лютого по червень) проходить

більше 50% річного об'єму стоку; протягом літньо-осінньої межени стік по місяцям розподілений практично рівномірно в межах 5-6%; наприкінці року в період зимової межени спостерігається незначне підвищення стоку до 8-9% у листопаді-грудні. У багатоводний рік (рис. 10б) спос-

терігається збільшення стоку у квітні і травні при невеличкому зменшенні у лютому-березні при цьому доля весняного водопілля збільшується практично до 60%, а стік період зимової межени незначно зменшується. Суттєво перерозподіляється стік у маловодний рік (рис. 10в). Стік весняної повені зменшується до 40% при цьому максимум стоку приходить на лютий, стік літньо-осінньої межени практично не змінюється, а величини стоку у період зимової межени збільшуються.

В табл. 2 представлений типовий розподіл по моделі характерних за водністю років. В межах останніх десятиріч середнім за водністю виявився 2000 рік, багатоводними 1981, а маловодним – 2020 р.

Як було відмічене вище, окрім стокового поста р. Дніпро - Каховська ГЕС в гирловій частині

Дніпра ведуться спостереження за рівнями води на посту р. Дніпро – м. Херсон. В табл. 3 представлені дані про характерні рівні води за даними останнього випуску державного водного кадастру за 2016–2020 рр. та весь період спостережень [28].

Використовуючи поточну гідрометеорологічну інформацію з ресурсу АРМ-гідро, можна проаналізувати рівневий режим на посту р. Дніпро – м. Херсон за 2021-2024рр. На рис.11 представлений хронологічний хід рівнів води з 1.01.2021 по 23.12.2024 на посту р. Дніпро – м. Херсон.

Представлений графік чітко ілюструє величезний стрибок рівня в червні 2023 року внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС, який 8.06.2023 досяг відмітки 1059 см при максимальному спостереженому у 1970 році 665 см[35]. Однак цей випадок є прикладом катастрофічної по-

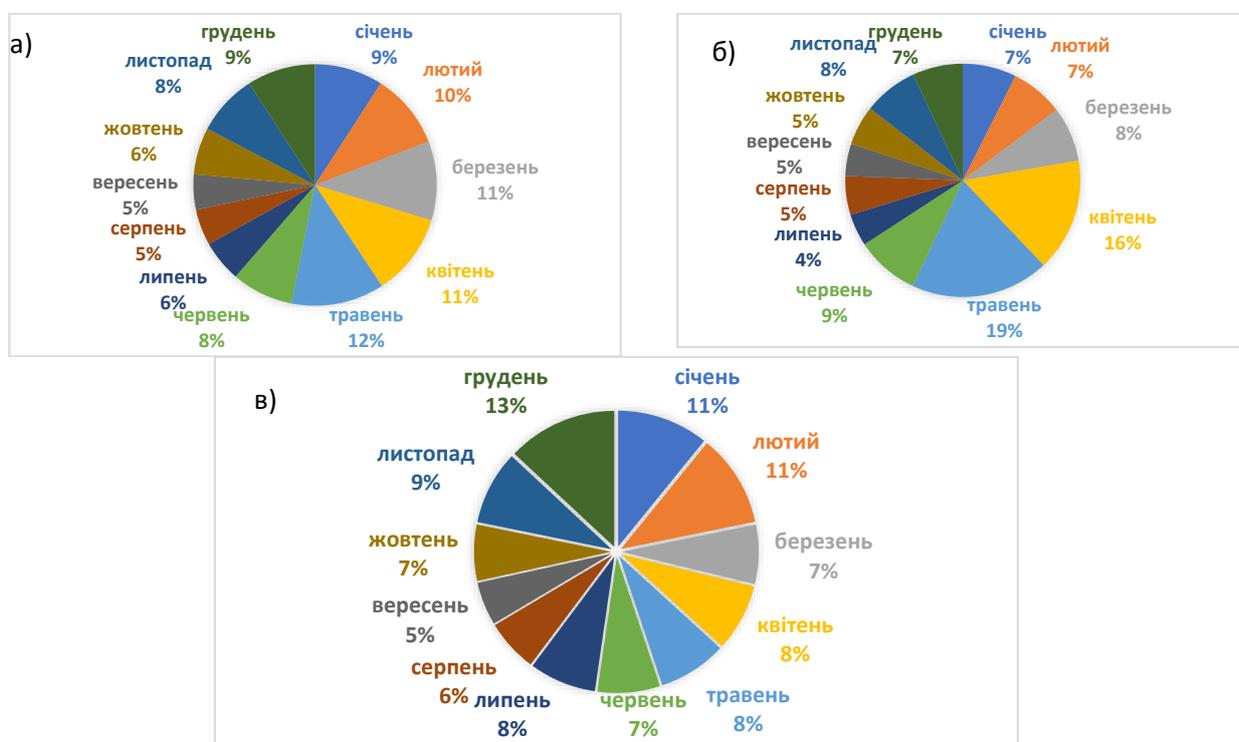


Рис. 10. Типовий розподіл об'ємів стоку (у %) р. Дніпро - Каховська ГЕС: а) середньоводний рік, б) багатоводний рік, в) маловодний рік / Fig. 10. Typical distribution of runoff volumes (%) of the Dnipro River at the Kakhovka Hydropower Plant: (a) average-water year, (b) high-water year, and (c) low-water year

Таблиця 2 / Table 2

Типовий внутрішньорічний розподіл стоку для р. Дніпро - Каховська ГЕС за характерними за водністю роками / Typical intra-annual distribution of runoff for the Dnipro River – Kakhovska HPP for years of different water availability

Середній місячний об'єм стоку, км ³												
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Багатоводний рік (1981р.)												
6,03	6,22	7,15	9,95	8,12	3,40	1,67	1,44	1,52	3,00	5,18	6,11	59,9
Середній за водністю рік (2000 р.)												
3,96	2,64	4,31	3,42	4,74	4,38	1,78	2,22	2,12	3,11	3,53	4,61	40,8
Маловодний рік (2020 р.)												
2,15	1,29	1,04	1,01	1,05	1,09	1,46	1,54	1,40	1,58	2,32	1,80	17,8

Характерні рівні води для гідрологічного посту р. Дніпро – м. Херсон [28] /
Characteristic water levels for the Dnipro River at the Kherson hydrological station [28]

Характеристика	Вищий рівень за рік		Нижчий рівень за рік		Коливання рівня за рік	
	см	дата	см	дата	см	дата
9. 80805. р. Дніпро – м. Херсон. Відмітка нуля поста – 5.00 м БС-77. 1963–2020 рр.						
Рівень середній	554		431		122	
вищий (найб.)	665	07,09.05.1970	462	06.01.2006	221	1970
нижчий (найм.)	513	02.12.1964	387	23.11.1975	82	2006

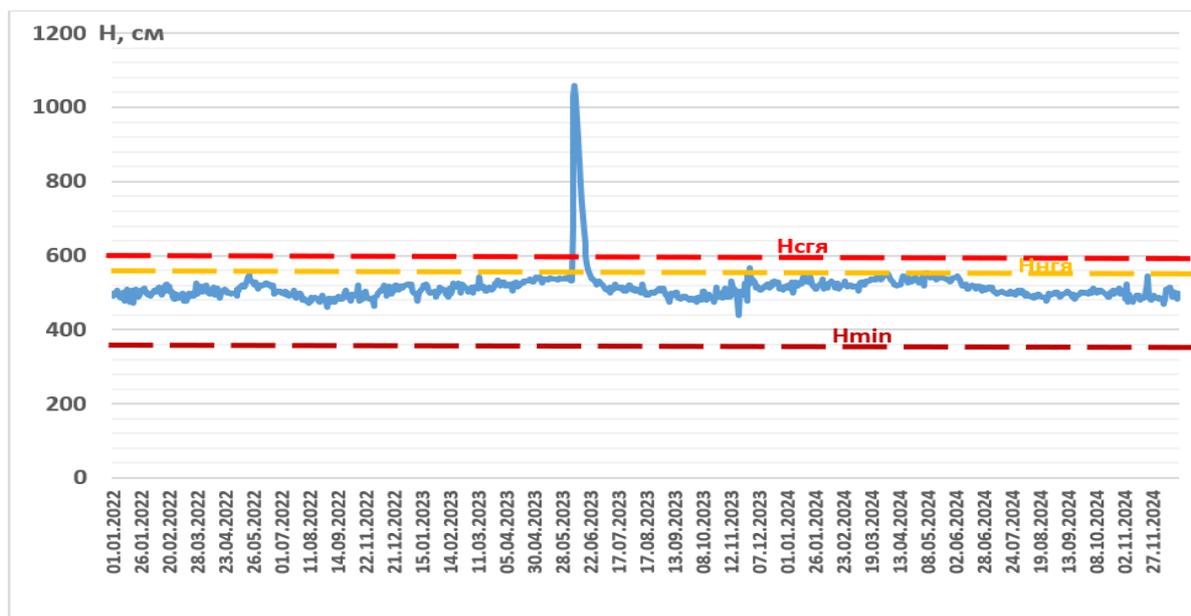


Рис. 11. Хронологічний хід рівнів на посту р. Дніпро – м. Херсон за період з 1.01.2021 по 23.12.2024.

Умовні позначки: *Hmax* – рівень стихійного гідрометеорологічного явища;

Hn – рівень небезпечного гідрометеорологічного явища; *Hmin* – мінімальний рівень /

Fig. 11. Chronological water level variations at the Dnipro River gauge in Kherson for the period 1 January 2021 to 23 December 2024

вені антропогенного походження і не характеризує природний рівневий режим нижньої частини Дніпра.

Для аналізу природного стану водності за останні 4 роки побудований хронологічний графік ходу рівнів з виключенням даних за період 6.06.2023–23.06.2023, який представлений на рис. 12. Аналізуючи природний режим рівнів за розглядуваний період, можна відмітити що коливання рівня відбуваються періодично, формуючи маловодні і багатоводні фази відповідно до типового водного режиму нижньої частини Дніпра, виключення представляють окремі випадки різкого підйому та спаду у жовтні 2023 року, які можуть бути викликані згінно-нагінними явищами у гирловій частині Дніпровсько-Бузького лиману.

Таким чином, аналіз хода рівнів після 2020 року показав відсутність суттєвих змін в його природньому режимі внаслідок руйнації греблі

Каховської ГЕС, а отже дозволяє використовувати дані по посту р. Дніпро - Каховська ГЕС для характеристики типового внутрішньорічного розподілу нижньої частини Дніпра за останні десятиріччя.

Визначення типових за водністю років в нижній частині річки Дністер. За умовами живлення, водного режиму і фізико-географічних особливостей русло Дністра можна поділити на три частини: верхню – Карпатську (від верхів'я до с. Нижне, гирло р. Тлумач, 2 км нижче гирла р. Золота Липа, довжиною 296 км), середню – Подільську (від с. Нижне до м. Дубосари, довжиною 715 км) і нижню – Причорноморську (від греблі Дубосарської ГЕС до гирла, довжиною 351 км) [36].

Як добре ілюструє рис. 13, переважна більшість гідрологічних постів у басейні Дністра розташована в його верхній Карпатській частині та середній Подільській, що ж стосується нижньої

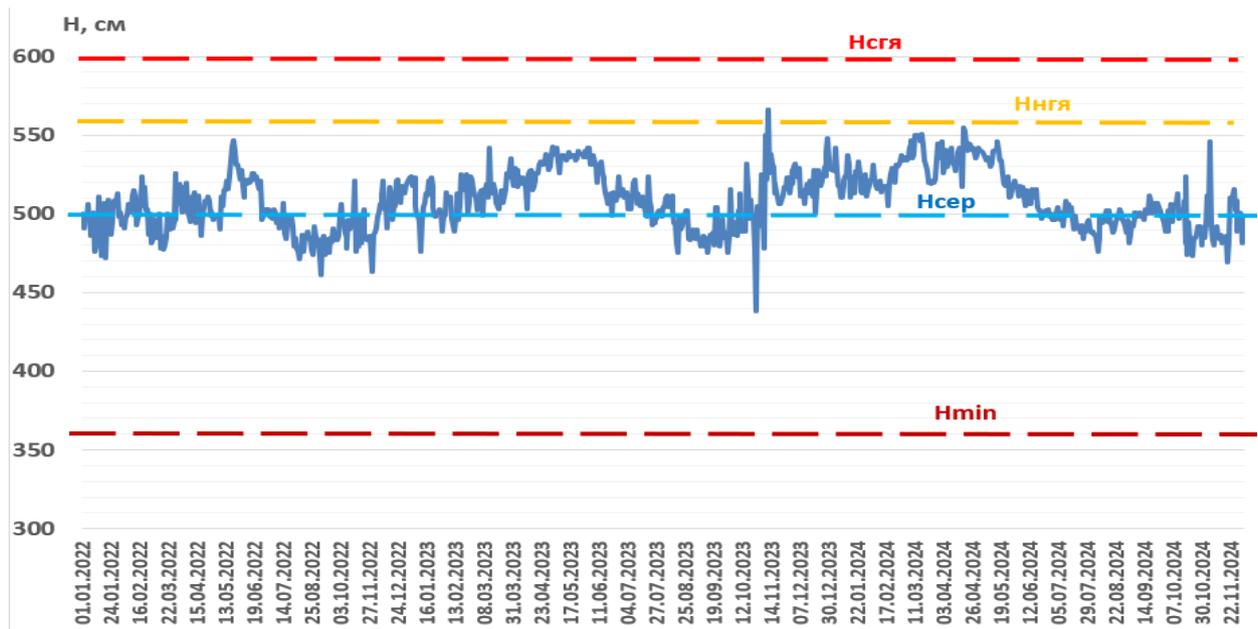


Рис. 12. Хронологічний хід рівнів на посту р. Дніпро – м. Херсон за період з 1.01.2021 по 23.12.2024 без урахування даних антропогенної повені внаслідок руйнування дамби Каховської ГЕС.
 Умовні позначки: *Hsga* – рівень стихійного гідрометеорологічного явища; *Hnsga* – рівень небезпечного гідрометеорологічного явища; *Hser* – середньобогаторічний рівень *Hmin* – мінімальний рівень /
 Fig. 12. Chronological water level variations at the Dnipro River gauge in Kherson for the period 1 January 2021 to 23 December 2024, excluding data from the anthropogenic flood caused by the Kakhovka HPP dam failure

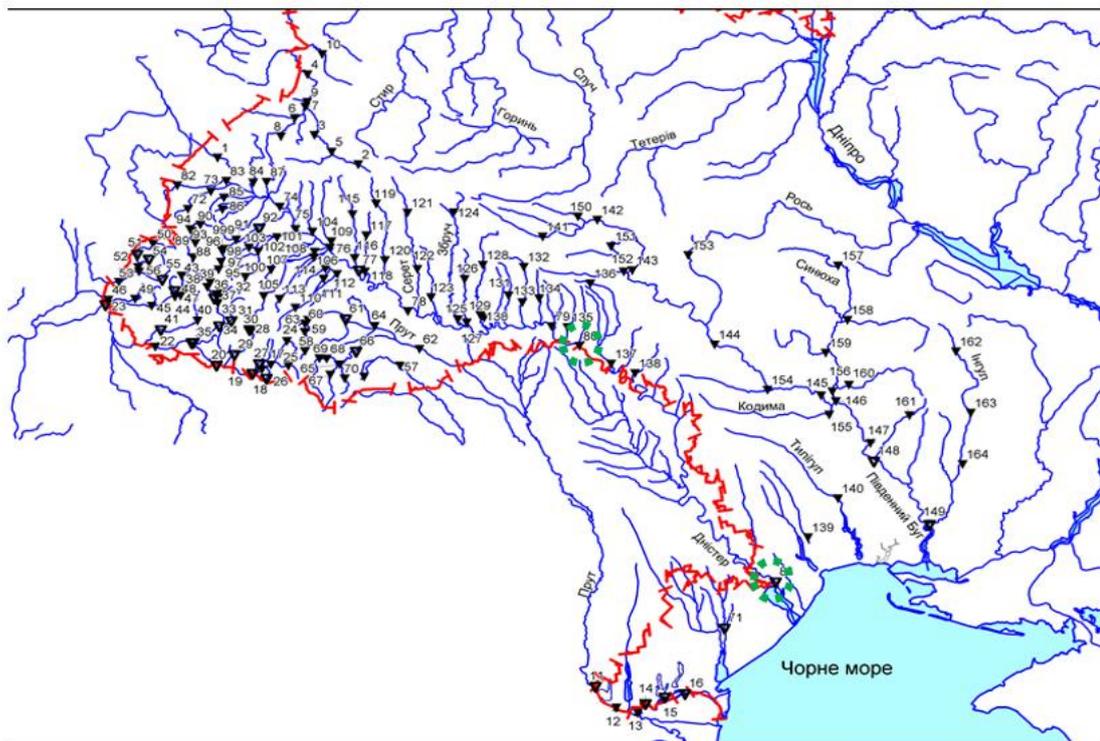


Рис. 13. Схема розташування гідрологічних постів нижній частині річки Дністер [28] /
 Fig. 13. Location scheme of hydrological gauging stations in the lower reach of the Dniester River [28]

Причорноморської частини, то на території України тут розташований лише один пост р.Дністер-с.Маяки на якому ведуться багаторічні спостереження за рівнем води; найближчий постом, де вимірюються витрати води є р.Дністер - м. Могилів-Подільський.

В останньому випуску державного водного кадастру України [28] представлені характерні рівні води для гідрологічного посту р. Дністер – с. Маяки за період спостережень 1901–1917, 1926–1941, 1945–2020 рр., які весь цей час ведуться на базі гідроекологічного польового центру ОДЕКУ

(з 2024 р. ОНУ). Представлена таблиця в цілому характеризує водний режим в гирловій частині Дністра, але для моделювання необхідні більш детальні дані про типовий внутрішньорічний розподіл нижній частині річки Дністер.

За відсутності гідрологічних спостережень можна скористатись районуванням території України по типах внутрішньорічного розподілу стоку [37,38]. Однак аналізуючи ці дані, можна відмітити що вони вочевидь характеризує стік малих та середніх річок Причорномор'я, які дійсно пересихають влітку, але безпосередньо для гирлової ділянки самого Дністра такий розподіл застосувати не буде коректним.

Ретельний аналіз ситуації стосовно визначення розрахункових характеристик у гирловій частині Дністра представлено у дослідженні [37], де зокрема відмічається, на водність нижньої

частини Дністра, починаючи з 1986р., має вплив Дністровська ГЕС, яка розташована вище м. Могилів-Подільський. Як було показано вище, р. Дністер - м. Могилів-Подільський - це найближчий гідрологічний пост, де ведуться спостереження за стоком, при цьому водність гирлової ділянки Дністра головним чином залежить від скидів з Дністровських ГЕС, яка акумулює більшу частину об'єму стоку, що формується на водозборі Дністра. Отже, як відмічається в [39], дані по стоку по цьому посту фактично відображають ті об'єми води, які скидаються через всі гідровузли Дністровської ГЕС. З метою дослідження взаємозв'язку між стоком на гідрологічному пості р. Дністер - м. Могилів-Подільський та рівнями води на р.Дністер - с.Маяки побудовані відповідні залежності, які представлені на рис. 14.

Аналіз хронологічного графіку, показує що

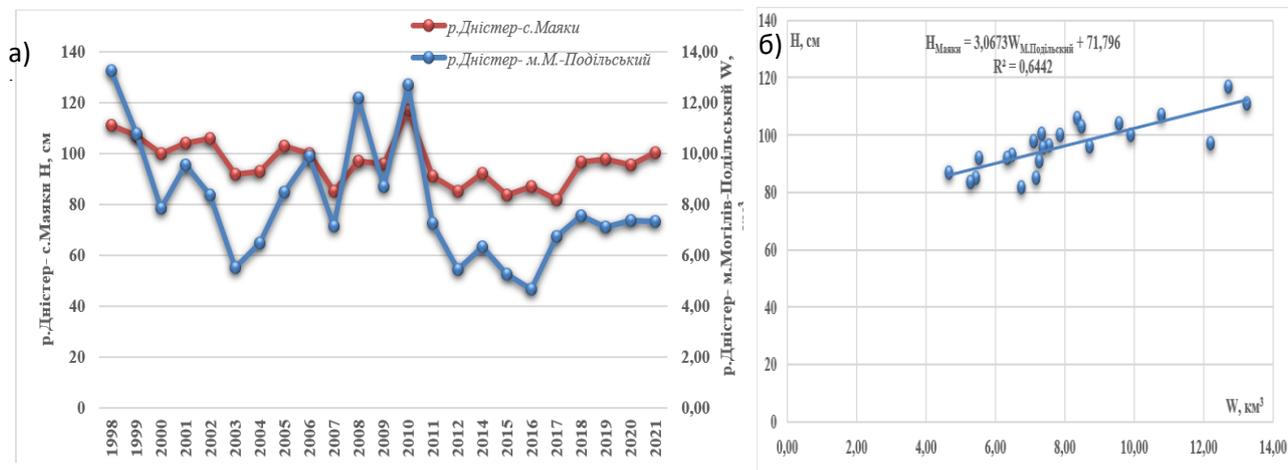


Рис. 14. Мінливість середньорічних рівнів води р. Дністер в с. Маяки та середньорічних об'ємів стоку в м. М.-Подільський (а), та зв'язок між ними (б) за період з 1998 по 2021 рр. /

Fig. 14. Variability of mean annual water levels of the Dniester River at Mayaky village and mean annual runoff volumes at Mohyliv-Podilskyi (a), and the relationship between them (b) for the period 1998–2021

коливання водності на двох досліджуваних гідрологічних постах є достатньо синхронними, а залежність представлена на рис.14б підтверджує наявність тісного зв'язку ($r=0.80$) між рівнями води р. Дністер в с. Маяки та об'ємами стоку в м. Могилів-Подільський.

Враховуючи отриману залежність та добру хронологічну збіжність, вважаємо можливим характеризувати внутрішньорічний розподіл стоку за даними гідрологічного поста р. Дністер – м. Могилів-Подільський. На рис. 15 представлений хронологічний хід річних об'ємів стоку для цього пункту спостережень за період 1981-2021 рр.

Аналізуючи представлений графік, можна відмітити, що коливання стоку р. Дністер за останні 40 років носять циклічний характер при якому багатоводні та маловодні змінюють одна одну достатньо рівномірно, однак останні 10 років стік характеризується маловодністю, що спостеріга-

ється й зі стоком рр. Дніпра та Південного Бугу.

На рис. 16 представлений типовий розподіл стоку за період 1981-2020рр. для різних за водністю роках. Для середнього за водністю року (рис. 16а) характерним є найбільша водність в теплу пору року - з березня по серпень, коли проходять хвилі весняного водопілля та дощових паводків, в холодний період водність знижується і достатньо рівномірно розподіляється восени, знижуючись до мінімальних відсотків в зимові місяці. В багатоводний рік розподіл стоку змінюється за рахунок зростання у березні та липні (рис. 16б) при цьому стік за теплий період року буде становить більше 70% від річного об'єму. Для маловодного року характерним є майже рівномірний розподіл стоку по місяцях протягом року з невеликим зростанням у квітні-травні (рис. 16в).

В табл. 4 представлений типовий внутрішньорічний розподіл стоку за характерними за во-

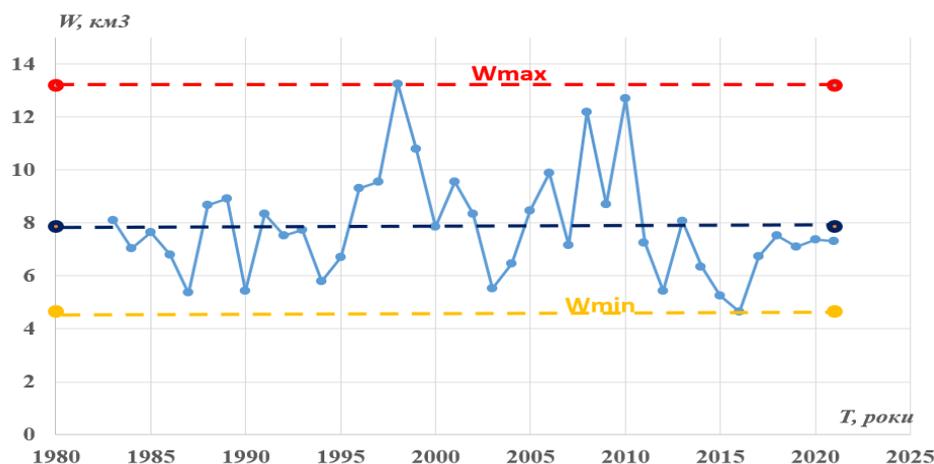


Рис. 15. Хронологічний графік ходу річних об'ємів стоку р. Дністер – м. Могилів-Подільський (1981-2021рр.) / Fig. 15. Chronological plot of annual runoff volumes of the Dniester River at Mohyliv-Podilskiy (1981–2021)

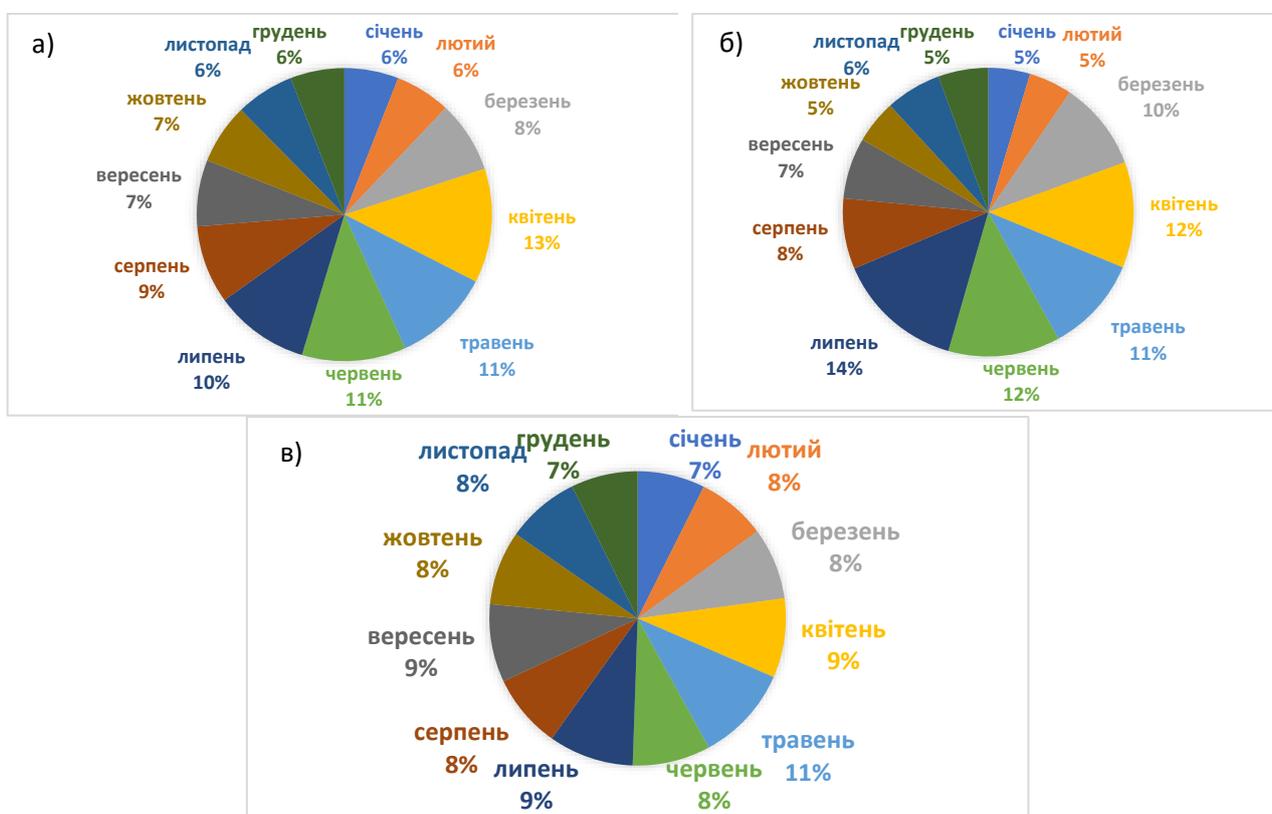


Рис. 16. Типовий розподіл об'ємів стоку (у %) р. Дністер – м. Могилів-Подільський: а) середньоводний рік, б) багатоводний рік, в) маловодний рік / Fig. 16. Typical distribution of runoff volumes (%) of the Dniester River at Mohyliv-Podilskiy: (a) average-water year, (b) high-water year, and (c) low-water year

дністю роками. Для р. Дністер – м. Могилів-Подільський за період з 1981 по 2020рр. багатоводним виявився 1998р. з об'ємом стоку за рік 13,25 км³; до категорії середньоводного можна віднести 2000р. зі об'ємом стоку 7,85 км³ за рік; маловодним виявився 2016 р. при цьому об'ємом стоку за рік склав лише 4,65 км³. В табл.3 також представлений розподіл стоку по місяцях у відсотках для кожної категорії, який в цілому співпадає з представленим на рис. 16, але в окремі місяці відмін-

ості можуть досягати до 10%.

Таким чином, при оцінці водності в замикальному посту р.Дністер – с.Маяки пропонується використовувати залежність, яка показана на рис.14 та типовий розподіл для р. Дністер – м. Могилів-Подільський. Однак, як показано в роботах [37, 39, 40], на рівневий режим гирлової частини Дністра мають також згінно-нагінні явища. Це питання буде окремо розглянуто у наступних етапах даного дослідження.

Типовий внутрішньорічний розподіл стоку для р. Дністер – м. Могилів-Подільський
за характерними за водністю роками / Typical intra-annual runoff distribution of the Dniester River
at Mohyliv-Podilskiy for years of different water availability

Середній місячний об'єм стоку, км ³ /%												
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Багатоводний рік (1998р.)												
0,68	0,60	0,61	1,30	1,37	2,24	2,23	0,83	0,58	0,95	1,30	0,57	13,25
5,1	4,6	4,6	9,8	10,3	16,9	16,8	6,3	4,3	7,2	9,8	4,3	100
Середній за водністю рік (2000 р.)												
0,55	0,75	0,71	1,74	0,84	0,46	0,59	0,49	0,38	0,46	0,43	0,42	7,85
7,0	9,6	9,1	22,1	10,7	5,9	7,5	6,2	4,9	5,8	5,4	5,4	100
Маловодний рік (2016 р.)												
0,31	0,28	0,29	0,52	0,39	0,37	0,39	0,44	0,39	0,37	0,40	0,46	4,65
6,6	5,9	6,3	11,2	8,5	8,0	8,4	9,6	8,4	8,1	8,6	9,9	100

Оцінка сучасного стану водності на українській частині нижнього Дунаю. В даний час стандартна мережа гідрологічних спостережень на українській пригірловій частині р. Дунай складається з 6 річкових постів (рис.17), на чотирьох з них вимірюються рівні води, та лише на двох - №12 р. Дунай - м. Рені (гідроствор, 54 миля) та №13 р. Дунай, Кілійське гирло - м. Ізмаїл (гідроствор, 115 км) вимірюються витрати води [28].

Для аналізу водності нижньої частини Дунаю за останні десятиріччя використані дані

державного водного кадастру України кадастру за 2016–2020 рр. та весь період спостережень [28], а також поточна гідрологічна інформація з ресурсу АРМ-гідро надана УкрГМЦ. Площа водозбору гідрологічних постів р. Дунай - м. Рені (гідроствор, 54 миля) та р. Дунай, Кілійське гирло - м. Ізмаїл (гідроствор, 115 км) відрізняється на 2000 км², але в масштабах загальної площі ця різниця не є досить суттєвою, отже доцільним буде проаналізувати стік на обох постах.

На рис. 18а представлений хронологічний

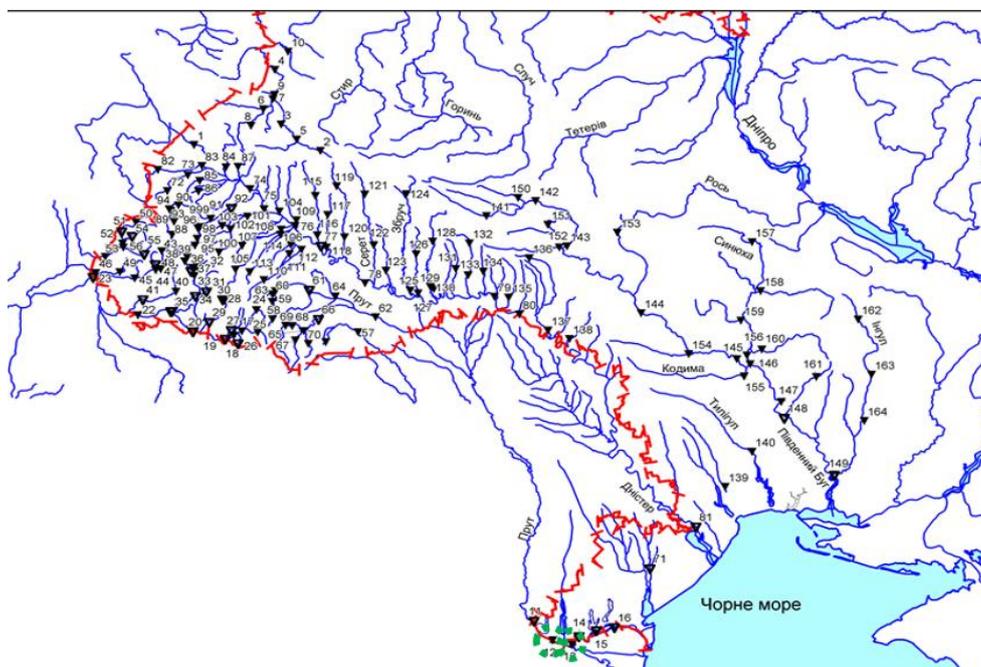


Рис. 17. Схема розташування гідрологічних постів на українській пригірловій частині р. Дунай [28] / Fig. 17. Location scheme of hydrological gauging stations in the Ukrainian delta section of the Danube River [28]

графік ходу річних об'ємів стоку для р. Дунай, Кілійське гирло - м. Ізмаїл (гідроствор, 115 км), а на рис. 18б аналогічний графік для гідрологічного поста р. Дунай - м. Рені (гідроствор, 54 миля). Аналіз динаміки водності в дельтовій частині Дунаю

на території України показує, що на обох досліджуваних постах коливання водності відбуваються синхронно; в межах досліджуваного періоду з 1983 по 1994 рр. спостерігалась маловодна фаза, далі з 1995 по 2002 багатоводна. В подальші

роки до 2015 року маловодні і багатоводні роки змінювали один одного з періодичністю 2-3 роки, після чого, починаючи з 2016 року і дотепер триває маловодна фаза.

З попередніх досліджень [41-43] гідрологічного режиму дельтової частини Дунаю відомо, що не зважаючи на меншу площу водозбору, саме стік на гідрологічному пості р. Дунай – м. Рені (гідроствор, 54 миля) характеризує об'єми стоку, які Дунай виносить у Чорне море, отже внутрішньо-

річний розподіл далі проаналізований саме за даними цього пункту спостережень.

На рис. 19 представлений внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води для р. Дунай – м. Рені (гідроствор, 54 миля) за період 1981-2020рр. з якого чітко видно, найбільш багатоводними є весняні місяці, коли проходить водопілля, а також січень коли спостерігаються зимові паводки, найменша водність характерна для періоду літньо-осінньої межені.

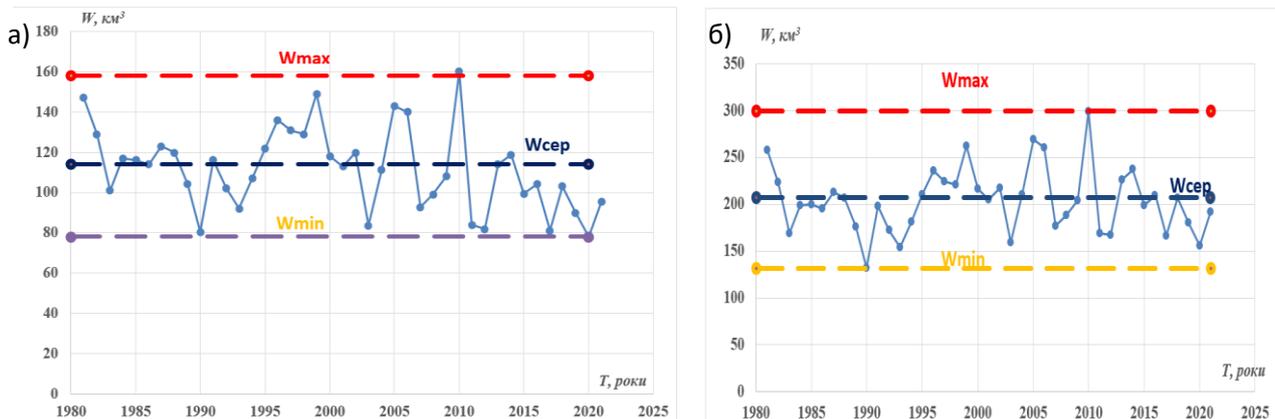


Рис. 18. Хронологічний графік ходу річних об'ємів стоку: а) р. Дунай, Кілійське гирло - м. Ізмаїл (гідроствор 115 км), б) р. Дунай – м. Рені (гідроствор, 54 миля) (1981-2021 рр.) /

Fig. 18. Chronological plot of annual runoff volumes: (a) Danube River, Kiliia Estuary at Izmail (river section 115 km), (b) Danube River at Reni (river section 54 miles) (1981–2021)

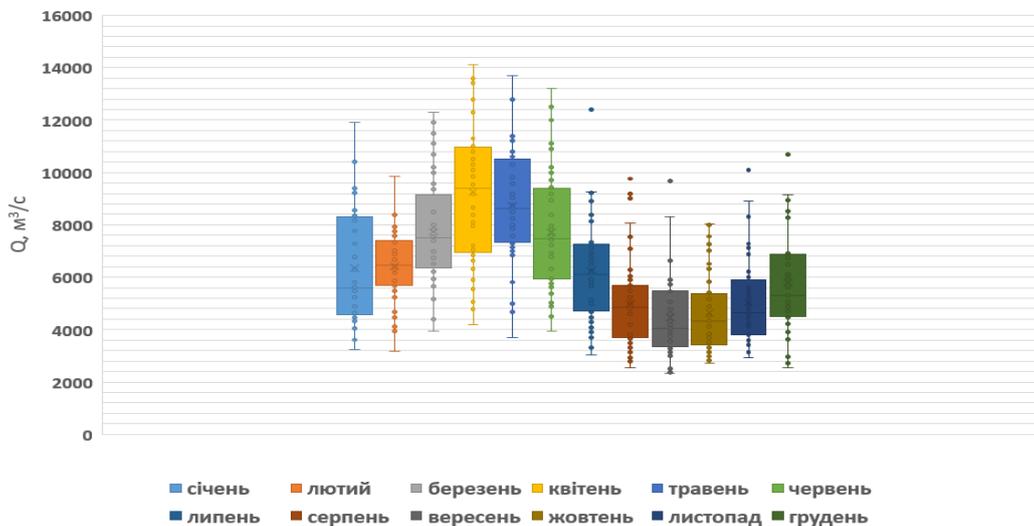


Рис. 19. Внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води р. Дунай – м. Рені (гідроствор, 54 миля) за період 1981-2020рр. / Fig. 19. Intra-annual distribution of mean monthly water discharge of the Danube River at Reni (river section 54 miles) for the period 1981–2020

На рис. 20 представлений типовий розподіл для характерних за водністю років. Для середнього за водністю року (рис. 20а) найбільший стік спостерігається в березні-червні і сумарно становить 44%, далі протягом року стік розподіляється практично рівномірно з мінімальними відсотками у вересні та жовтні. Якщо розглянути приклад типового багатоводного року (рис. 20б), то можна відмітити, що стік у квітні дещо зменшується, у

липні зростає; в результаті в період проходження весняного водопілля до якого додаються літні паводки сумарно проходить 50% річного об'єму стоку. Для типового маловодного року характерний практично рівномірний розподіл стоку протягом березня-липня (9-10% кожен місяць), після чого в період межені (серпень-жовтень) спостерігається найменший стік, а в зимовий період стік зростає, досягаючи 12% у грудні (рис. 20в).

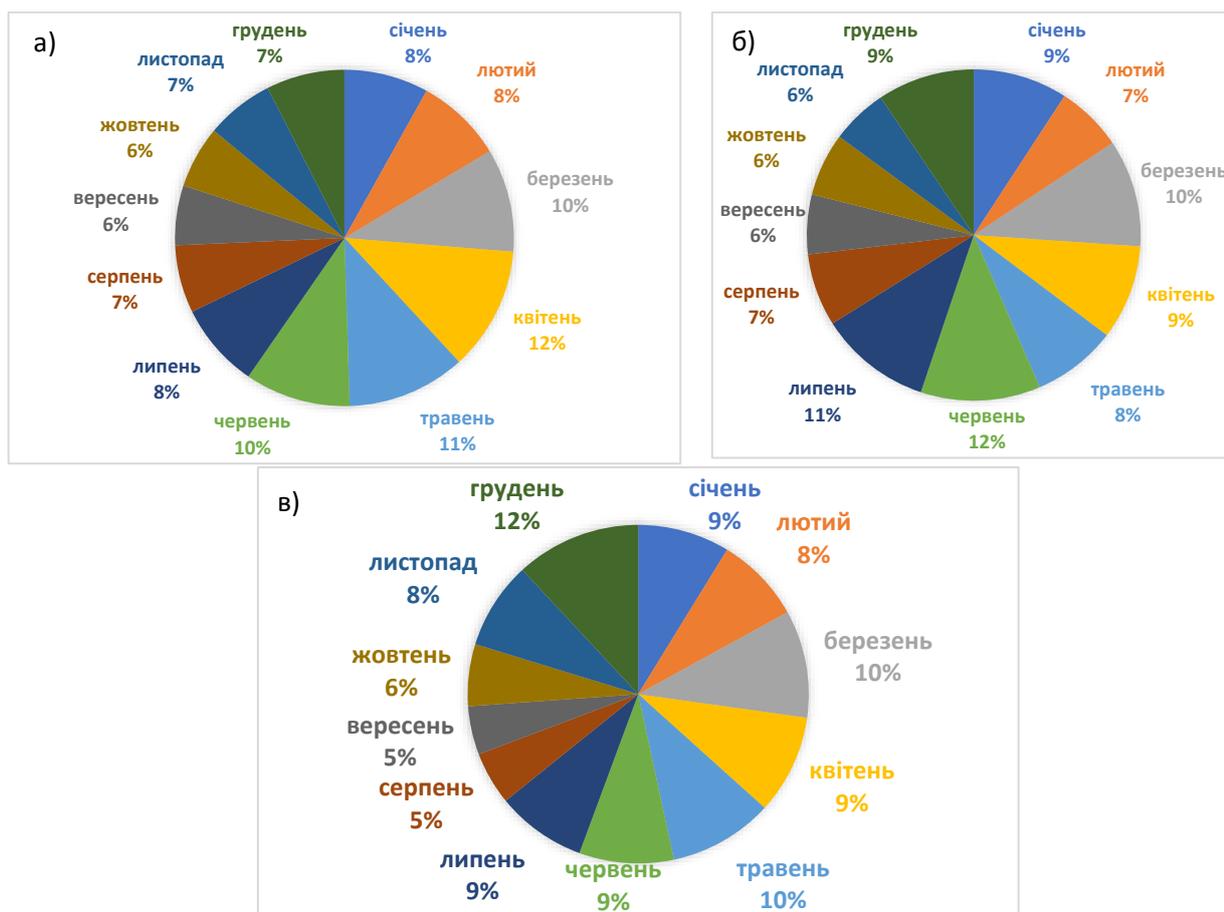


Рис. 20. Типовий розподіл об'ємів стоку (у %) р. Дунай – м. Рені (гідроствор, 54 миля): а) середньоводний рік, б) багатоводний рік, в) маловодний рік / Fig. 20. Typical distribution of runoff volumes (%) of the Danube River at Reni (river section 54 miles): (a) average-water year, (b) high-water year, and (c) low-water year

В табл. 5 представлений інший варіант внутрішньорічного розподілу – за характерними за водністю роками. Для досліджуваній частини Дунаю за останні 40 років в якості прикладу середнього за

водністю року представлений 2016 р. з річним об'ємом стоку 209 км³; багатоводним виявився 2010 рік з об'ємом стоку 299 км³; маловодний рік представлений 1990 р. з об'ємом стоку 132 км³.

Таблиця 5/ Table 5

Типовий внутрішньорічний розподіл стоку для р. Дунай – м. Рені (гідроствор, 54 миля) за характерними за водністю роками / Typical intra-annual runoff distribution of the Danube River at Reni (54th mile) for years of different water availability

Середній місячний об'єм стоку, км ³												
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Рік
Багатоводний рік (2010 р.)												
27,9	17,8	31,9	27,2	25,0	34,2	33,2	21,6	17,2	18,8	16,1	28,7	299
Середній за водністю рік (2016 р.)												
12,1	16,8	30,8	21,0	21,5	21,7	18,1	14,7	10,8	11,0	16,1	13,3	209
Маловодний рік (1990 р.)												
11,8	10,0	13,8	12,4	13,4	11,7	11,5	6,8	6,0	8,0	10,9	16,0	132

Висновки

• В дослідженні виконаний аналіз водності найбільших річок України, які виносять свої води у Чорне море, за останні десятиріччя з 1981 по 2021рр., а також проаналізована наявна поточна інформація до грудня 2024 року включно.

• Аналіз водності Південного Бугу показав, що починаючи з 2010 року відбувається різке зниження водного стоку, яке досягло мінімального за багаторічний період значення у 2020 році. Використовуючи поточні дані з ресурсу АРМ-гідро, показано що тенденція до суттєвого зменшення

зберігається і натепер.

- За період з 1981 по 2021 рр. водність Дніпра характеризується достатньо рівномірними багато- та маловодними періодами, у порівнянні з нормою. Тем не менш, останнє десятиріччя все ж таки вирізняється більш тривалою маловодною фазою, в межах якої об'єми стоку двічі досягали мінімальних значень за весь період спостережень - у 2015 та 2020 роках.

- Коливання стоку р. Дністер за останні 40 років носять циклічний характер при якому багатоводні та маловодні змінюють одна одну достатньо рівномірно, однак останні 10 років стік характеризується маловодністю, що спостерігається й зі стоком рр. Дніпра та Південного Бугу.

- Аналіз динаміки водності в дельтовій час-

тині Дунаю на території України показує, що в межах досліджуваного періоду з 1983 по 1994 рр. спостерігалась маловодна фаза, далі з 1995 по 2002 багатоводна. В подальші роки до 2015 року маловодні і багатоводні роки змінювали один одного з періодичністю 2-3 роки, після чого, починаючи з 2016 року і дотепер триває маловодна фаза.

- В цілому проведене дослідження показує, на найбільших річках України на даний момент триває маловодна фаза, початок якої і тривалість різні, але останнє десятиріччя на всіх річках є маловодним.

- Враховуючи отримані результати, при моделюванні поточного стану водності рекомендується використовувати типовий розподіл для маловодного року.

Список використаних джерел

1. Сриберко, А. В., Андріанова, О. Р., & Тучковенко, Ю. С. (2024). Термохалинна структура та методика розрахунків її просторового розподілу в діяльному шарі Чорного моря (249 с.). Одеса: ОДЕКУ. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/13054/>
2. Тучковенко, Ю. С., & Кушнір, Д. В. (2024). Моделювання поширення трансформованих вод річки Дніпро в акваторії Чорного моря в результаті штучного паводка, викликаного руйнуванням греблі Каховського водосховища. Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті локальних та глобальних наслідків ведення воєнних дій: Збірник матеріалів ІХ з'їзду Гідроекологічного товариства України (с. 174–176). Дніпро: ДНУ.
3. Тучковенко, Ю. С., & Кушнір, Д. В. (2024). Діагноз і прогноз океанографічних умов в Чорному морі. Матеріали 79-ої звітної наукової конференції ОНУ (с. 10–13). Одеса: ОНУ. http://liber.onu.edu.ua/pdf/79_Conf_2024_FH&E.pdf
4. Wikipedia. (n.d.). Північнозахідна частина Чорного моря. <https://surl.lt/puxsbi>
5. Blöschl, G., et al. (2017). Changing climate shifts timing of European floods. *Science*, 357(6351), 588–590. <https://doi.org/10.1126/science.aan2506>
6. Blöschl, G., et al. (2019). Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*, 573, 108–111. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
7. Bertola, M., Blöschl, G., Bohac, M., et al. (2023). Megafloods in Europe can be anticipated from observations in hydrologically similar catchments. *Nature Geoscience*, 16, 982–988. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01300-5>
8. Лобода, Н. С. (2015). Моделювання впливу змін клімату на характеристики стоку річок України. У Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України (с. 451–482). Одеса: ТЕС.
9. Вишневський, В. І. (2000). Річки і водойми України (376 с.). Київ.
10. Вишневський, В. І., & Косовець, О. О. (2003). Гідрологічні характеристики річок України (324 с.). Київ.
11. Гребінь, В. В. (2010). Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) (316 с.). Київ. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/03/10_n_lit_gidrol.pdf.pdf
12. Голченко, Є. Д., & Лобода, Н. С. (2001). Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплового балансу. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 249, 106–119.
13. Лобода, Н. С., & Козлов, М. О. (2020). Оцінка водних ресурсів річок України за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 на 2021–2050 роки. *Український гідрометеорологічний журнал*, 25, 93–104. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.09>
14. Loboda, N. S., Tuckovenko, Y. S., Kozlov, M. O., & Katynska, I. V. (2021). Assessment of River Water Inflow into the Sasyk Estuary-Reservoir According to RCP4.5 and RCP8.5 Climate Change Scenarios for 2021-2050. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 30(2), 315–325. <https://doi.org/10.15421/112128>
15. Лук'янець, О. І., Ободовський, О. Г., Гребінь, В. В., Почаєвець, О. О., & Корнієнко, В. О. (2021). Просторові закономірності зміни середнього річного стоку річок України. *Український географічний журнал*, 1(113), 6–14. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.006>
16. Овчарук, В. А., & Шакирзанова Ж.Р., (Ред.). (2024). Екстремальні гідрологічні явища на річках Півдня України: розрахунки і прогнози (674 с.). Одеса: ОДЕКУ. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/13144/>
17. Didovets, I., et al. (2020). Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 100761. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>
18. Snizhko, S., Bertola, M., Ovcharuk, V., Shevchenko, O., Didovets, I., & Blöschl, G. (2023). Climate impact on flood changes – an Austrian-Ukrainian comparison. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 71(3), 271–282. <https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017>
19. Ободовський, О. Г., Лук'янець, О. І., Гребінь, В. В., Почаєвець, О. О., & Корнієнко, В. О. (2019). Середній річний стік води в межах районів річкових басейнів України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 3(54), 65–66.
20. Гребінь, В. В., & Лук'янець, О. І. (2019). Середній річний стік річок басейну Дністра та його багаторічна мінливість. Матеріали конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку ХХІ сторіччя» (с. 46–48). Одеса.

21. Ободовський, О. Г., Лук'янець, О. І., Москаленко, С. О., & Корнієнко, В. О. (2020). Узагальнення середнього річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія», (51), 158-170. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11>
22. Ovcharuk, V., Gopchenko, E., Kichuk, N., Shakirzanova, Z., Kushchenko, L., & Myroschnichenko, M. (2020). Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change. *Proceedings of IAHS*, 383, 229–235. <https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020>
23. Куценко, Л. В., Овчарук, В. А., Прокоф'єв, О. М., Гонцій, М. В., & Андреевська, Г. М. (2021). Мінімальний та екологічний стік річок Півдня України. *Екологічні науки*, 2(35), 30–36. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.5>
24. Ovcharuk, V., & Gopchenko, E. (2022). Engineering substantiation of maximum river runoff characteristics... In *Ecological Significance of River Ecosystems* (351–382). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00018-2>
25. Лобода, Н. С., & Розвод, М. Р. (2025). Оцінка змін вертикальної зональності річного стоку гірського Дністра. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 3(77), 20–32.
26. Шакирзанова, Ж. Р., Овчарук, В. А., Докус, А. О., Куценко, Л. В., & Тимко, О. С. (2022). Ймовірно-прогностичний метод для визначення межених витрат води річок Південного Бугу, Причорномор'я та Нижнього Дніпра. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 57, 251–267. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-19>
27. Шакирзанова, Ж. Р., & Блага, А. О. (2025). Прогноз водності річок при дефіциті водних ресурсів на Півдні України. Матеріали конференції «Кліматичні зміни...» (97–100). Одеса. <https://www.doi.org/10.32782/19092025>
28. Державний водний кадастр. (2017). 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 (268 с.). Київ.
29. Державне агентство водних ресурсів України. (2025). План управління річковим басейном Південного Бугу (2025–2030). https://davr.gov.ua/fls18/PURB_PivdennyiBuh.pdf
30. Вишневський, В. І., & Куций, А. В. (2022). Багаторічні зміни водного режиму річок України (252 с.). Київ: Наукова думка.
31. Хільчевський, В. К., Чунар'єв, О. В., Ромась, М. І., Яцюк, М. В., & Бабич, М. Я. (2009). Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу (184 с.). Київ: Ніка-Центр. <https://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/ukr0000019109>
32. Овчарук, В. А. (2020). Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України (300 с.). Одеса: Гельветика.
33. Водна Рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. (2006). Водна Рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС (240 с.). Київ.
34. Гребінь, В. В., та ін. (2013). Методики гідрографічного районування України (55 с.). Київ: Інтерпрес.
35. Tuchkovenko, Y., Kushnir, D., & Ovcharuk, V. (2024). Modeling the distribution of transformed waters of the Dnipro River in the Black Sea following the artificial flood caused by the Kakhovka dam destruction. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку» (2–4 жовтня 2024 р., Київ, Україна) (с. 54). Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024-materials-of-the-international-scientific-and-practical-conference_min.pdf
36. Овчарук, В. А., Гопченко, С. Д., & Траскова, А. В. (2017). Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні Дністра (252 с.). Харків: ФОП Панов А. М.
37. Гопченко, Є. Д. (2013). Побудова залежностей між витратами та рівнями води р. Дністер... Звіт НДР №0114U001751. Одеса: ОДЕКУ.
38. Гопченко, Є. Д., Лобода, Н. С., & Овчарук, В. А. (2014). Гідрологічні розрахунки: підручник (484 с.). Одеса: ТЕС.
39. ОДЕКУ (2011). Оцінка водообміну в системі «русло–заплава–ліман» ... (Звіт НДР, 202 с.). Одеса.
40. Tuchkovenko, Y., Loboda, N., & Ovcharuk, V. (2024). Key aspects of seawater intrusion in the Dniester River during storm surges. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*, (61), 272–287. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-22>
41. Михайлов, В. Н. (2004). Гідрологія дельти Дуная (449 с.). ГЕОС.
42. Шакирзанова, Ж. Р., & Романова, Є. О. (2021). Водний і сольовий режим озера Катлабух (336 с.). Одеса: ОДЕКУ.
43. Romanova, Y., Shakirzanova, Z., Ovcharuk, V., Todorova, O., Medvedieva, I., & Ivanchenko, A. (2019). Temporal variation of water discharges in the lower course of the Danube River across the area from Reni to Izmail under the influence of natural and anthropogenic factors. *Energetika*, 65(2–3), 144–160.

Modern runoff of the major rivers of Ukraine into the Northwestern part of the Black Sea

Valeriya Ovcharuk

DSc (Geography), Professor, Head of the Department of Land Hydrology, Odessa National I. I. Mechnikov University, Odessa, Ukraine

ABSTRACT

Introduction. Understanding the current water discharge of major Ukrainian rivers flowing into the Black Sea is essential for modelling hydrological and oceanographic conditions in its north-western part. Freshwater inflow has a strong influence on thermohaline structure, salinity gradients, circulation, and ecosystem functioning. Under climate

change and increasing anthropogenic pressure, river runoff in southern Ukraine has undergone significant alterations, resulting in prolonged low-flow phases. This study assesses long-term and recent trends in water discharge in the lower reaches of the Dnieper, Southern Bug, Dniester, and Danube rivers - the main freshwater sources for the Black Sea coastal zone - and provides input data for a Climate-Smart Decision Support System (CSDS), contributing to SDG 6 (Clean Water and Sanitation) and SDG 13 (Climate Action).

Methods. The analysis is based on long-term hydrological records (1981–2021) and operational data up to 2024 obtained from the Hydrological Information Laboratory of Odessa I.I. Mechnikov National University and the Ukrainian Hydrometeorological Centre. Hydrological-genetic analysis of runoff time series, statistical trend evaluation, residual mass curves, and comparison of characteristic hydrological years (wet, normal, dry) were applied. For rivers with limited observations in the lower reaches, correlations between upstream discharge and downstream water levels were used to reconstruct typical intra-annual runoff patterns.

Results. All four rivers show a pronounced shift toward persistent low-flow conditions during the past decade. The Southern Bug has experienced a sharp discharge decrease since 2010, reaching less than one-third of the long-term mean by 2024. The Dnieper exhibits alternating wet and dry phases over the last 40 years; however, the 2010s–early 2020s are marked by the lowest runoff values, particularly in 2015 and 2020. The Dniester exhibits relatively regular phase alternation; however, a sustained low-flow period has persisted since 2013–2014. In the Danube delta, discharge variability remains cyclic, yet the period 2016–2024 is characterized by consistently reduced water volumes. Typical intra-annual runoff distributions for wet, normal, and dry years reveal decreased spring peaks and increased warm-season variability.

Conclusions. Major rivers supplying freshwater to the Black Sea coastal zone are currently in a prolonged low-flow phase, which must be considered in hydrodynamic and thermohaline modelling. These trends should be incorporated into numerical oceanographic models (e.g., D-Flow FM) when defining boundary conditions. Under present climatic conditions, dry-year runoff distributions are recommended, while wet-year scenarios should be applied for extreme events. The results provide a basis for CSDS development, supporting adaptive water management and informed decision-making in a climate context.

Keywords: river runoff, low-flow phase, hydrological regime, Dnieper, Southern Bug, Dniester, Danube, Black Sea, freshwater inflow, modelling, SDG 6, SDG 13.

References

1. Sryberko, A. V., Andrianova, O. R., & Tuchkovenko, Y. S. (2024). *Thermohaline structure and methods of calculating its spatial distribution in the active layer of the Black Sea* [Monograph]. Odessa State Environmental University. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/13054/> [in Ukrainian]
2. Tuchkovenko, Y. S., & Kushnir, D. V. (2024). *Modeling the distribution of transformed waters of the Dnipro River in the Black Sea as a result of an artificial flood caused by the destruction of the Kakhovka Reservoir dam. Prospects for Hydroecological Research in the Context of Local and Global Consequences of Warfare: Proceedings of the 9th Congress of the Hydroecological Society of Ukraine (174–176)*. Dnipro: DNU. [in Ukrainian]
3. Tuchkovenko, Y. S., & Kushnir, D. V. (2024). *Diagnosis and forecast of oceanographic conditions in the Black Sea. In Proceedings of the 79th Scientific Conference of ONU (10–13)*. ONU. http://liber.onu.edu.ua/pdf/79_Conf_2024_FH&E.pdf [in Ukrainian]
4. Wikipedia contributors. (n.d.). *The Northwestern part of the Black Sea*. Wikipedia. <https://surl.lt/puxsbi> [in Ukrainian]
5. Blöschl, G., et al. (2017). *Changing climate shifts timing of European floods*. *Science*, 357(6351), 588–590. <https://doi.org/10.1126/science.aan2506>
6. Blöschl, G., et al. (2019). *Changing climate both increases and decreases European river floods*. *Nature*, 573, 108–111. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
7. Bertola, M., Blöschl, G., Bohac, M., et al. (2023). *Mega-floods in Europe can be anticipated from observations in hydrologically similar catchments*. *Nature Geoscience*, 16, 982–988. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01300-5>
8. Loboda, N. S. (2015). *Modeling the impact of climate change on river runoff characteristics in Ukraine. In Climate change and its impact on the economy of Ukraine (451–482)*. TES. [in Ukrainian]
9. Vyshnevskiy, V. I. (2000). *Rivers and water bodies of Ukraine*. Kyiv. [in Ukrainian]
10. Vyshnevskiy, V. I., & Kosovets, O. O. (2003). *Hydrological characteristics of Ukrainian rivers*. Kyiv. [in Ukrainian]
11. Grebin, V. V. (2010). *Modern water regime of rivers of Ukraine*. Kyiv. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/03/10_n_lit_gidrol.pdf [in Ukrainian]
12. Gopchenko, Y. D., & Loboda, N. S. (2001). *Assessment of natural water resources of Ukraine by the water–heat balance method*. *Scientific Works of UkrNDGMI*, 249, 106–119. [in Ukrainian]
13. Loboda, N. S., & Kozlov, M. O. (2020). *Assessment of Ukraine’s river water resources under RCP4.5 and RCP8.5 scenarios for 2021–2050*. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 25, 93–104. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.09> [in Ukrainian]
14. Loboda, N. S., Tuchkovenko, Y. S., Kozlov, M. O., & Katynska, I. V. (2021). *Assessment of river water inflow into the Sasyk estuary-reservoir*. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 30(2), 315–325. <https://doi.org/10.15421/112128>
15. Lukianets, O. I., et al. (2021). *Spatial patterns of changes in mean annual runoff in Ukraine*. *Ukrainian Geographical Journal*, 1(113), 6–14. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.006> [in Ukrainian]
16. Ovcharuk, V. A., & Shakirzanova, Z. R. (Eds.). (2024). *Extreme hydrological phenomena in Southern Ukraine: Calculations and forecasts*. Odessa State Environmental University. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/13144/> [in Ukrainian]
17. Didovets, I., et al. (2020). *Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine*. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 100761. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>

18. Snizhko, S., Bertola, M., Ovcharuk, V., Shevchenko, O., Didovets, I., & Blöschl, G. (2023). Climate impact on flood changes: An Austrian–Ukrainian comparison. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 71(3), 271–282. <https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017>
19. Obodovskyi, O. H., et al. (2019). Mean annual river runoff in the river basin districts of Ukraine. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 3(54), 65–66. [in Ukrainian]
20. Grebin, V. V., & Lukianets, O. I. (2019). Mean annual runoff of the Dniester basin. In *Rivers and Estuaries of the Black Sea Region Conference* (46–48). Odesa. [in Ukrainian]
21. Obodovsky, A., Lukyanets, O., Moskalenko, S., Kornienko, V. (2020). Generalization of the average annual water runoff of the rivers according to the hydrographic zoning of Ukraine. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*, (51), 158–170. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11> [in Ukrainian]
22. Ovcharuk, V., Gopchenko, Y., Kichuk, N., Shakirzanova, Z., Kushchenko, L., & Myroschnichenko, M. (2020). Extreme hydrological phenomena in Southern Ukraine. *Proceedings of LAHS*, 383, 229–235. <https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020>
23. Kushchenko, L. V., et al. (2021). Minimum and ecological flow of rivers in Southern Ukraine. *Ecological Sciences*, 2(35), 30–36. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.5> [in Ukrainian]
24. Ovcharuk, V., & Gopchenko, Y. (2022). Engineering substantiation of hydrological calculations. In *Ecological significance of river ecosystems* (351–382). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00018-2>
25. Loboda, N. S., & Rozvod, M. R. (2025). Assessment of vertical zonality changes of annual runoff. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 3(77), 20–32. [in Ukrainian]
26. Shakirzanova, Z. R., Ovcharuk, V. A., Dokus, A. O., Kushchenko, L. V., & Tymko, O. S. (2022). Probabilistic method for determining low-flow discharge. *Visnyk of V. N. Karazin Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology, Geography, Ecology*, (57), 251–267. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-19> [in Ukrainian]
27. Shakirzanova, Z. R., & Blaha, A. O. (2025). Forecast of river water availability during water scarcity in Southern Ukraine. In *Climate Change Conference Proceedings* (97–100). <https://doi.org/10.32782/19092025> [in Ukrainian]
28. State Water Cadastre. (2017). River basin districts of the Dnipro basin: Long-term hydrological data (2016–2020). [in Ukrainian]
29. Afanasiev, S., et al. (2025). River Basin Management Plan of the Southern Bug (2025–2030). https://davr.gov.ua/fls18/PURB_PivdennyiBuh.pdf [in Ukrainian]
30. Vyshnevskiy, V. I., & Kutsyi, A. V. (2022). Long-term changes in the water regime of rivers of Ukraine. K., *Naukova Dumka*. [in Ukrainian]
31. Khilchevskiy, V. K., et al. (2009). Water resources and water quality of the Southern Bug basin. *Nika-Tsentr*. [in Ukrainian]
32. Ovcharuk, V. A. (2020). Maximum spring flood runoff of lowland rivers of Ukraine. *Helvetyka*. [in Ukrainian]
33. European Parliament. (2006). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. [in Ukrainian]
34. Grebin, V. V., et al. (2013). Hydrographic zoning methods of Ukraine. *Interpres*. [in Ukrainian]
35. Tuchkovenko, Y., Kushnir, D., & Ovcharuk, V. (2024). Modeling the distribution of transformed waters of the Dnipro River in the Black Sea following the artificial flood caused by the Kakhovka dam destruction. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Natural and Geographical Studies of Relief, Climate, and Surface Waters: Current State and Development Prospects”* (October 2–4, Kyiv, Ukraine), 54. Kyiv: Taras Shevchenko National University of Kyiv. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024-materials-of-the-international-scientific-and-practical-conference_min.pdf
36. Ovcharuk, V. A., Gopchenko, Ye. D., & Traskova, A. V. (2017). Standardization of characteristics of maximum spring flood runoff in the Dniester River basin, 252. Kharkiv: FOP Panov A. M. [in Ukrainian]
37. Gopchenko, Y. D. (2013). Dependence between water levels and discharges of the Dniester. *Research Report No. 0114U001751*. ODEKU. [in Ukrainian]
38. Gopchenko, Y. D., Loboda, N. S., & Ovcharuk, V. A. (2014). Hydrological calculations. *TES*. [in Ukrainian]
39. ODEKU. (2011). Assessment of water exchange in the channel–floodplain–liman system. *Research report*. [in Ukrainian]
40. Tuchkovenko, Y., Loboda, N., & Ovcharuk, V. (2024). Key aspects of seawater intrusion in the Dniester River during storm surges. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*, (61), 272–287. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-22>
41. Mikhaylov, V. N. (2004). *Hydrology of the Danube Delta*. M., GEOS.
42. Shakirzanova, Z. R., & Romanova, Y. O. (2021). Water and salt regime of Lake Katlabukh. ODEKU. [in Ukrainian]
43. Romanova, Y., Shakirzanova, Z., Ovcharuk, V., Todorova, O., Medvedieva, I., & Ivanchenko, A. (2019). Temporal variation of water discharges in the lower course of the Danube River across the area from Reni to Izmail under the influence of natural and anthropogenic factors. *Energetika*, 65(2–3), 144–160.

Received 10 September 2025

Accepted 28 October 2025