

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2025.1.3>

УДК 556.5

Гребінь В.В.¹, Голчак І.В.², Голцій М.В.¹, Поляков М.Г.³

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

²Державне агентство водних ресурсів України, м. Київ

³Регіональний офіс водних ресурсів річки Рось, м. Біла Церква

ВОДОГОСПОДАРСЬКИЙ БАЛАНС БАСЕЙНУ РІЧКИ РОСЬ: ПРИЧИНИ ДЕФІЦИТУ ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Здійснено розрахунок основних складових прибуткової та витратної частин водогосподарських балансів басейну Росі в цілому, водогосподарських ділянок та окремих підбасейнів в його межах. Розроблені водогосподарські баланси дозволили оцінити наявність та можливість використання водних ресурсів у межах басейну з урахуванням кількості та ступеня освоєння придатних до використання водних ресурсів за різних умов водності. У середні за водністю роки тривалість періоду дефіциту водних ресурсів становитиме від 2 до 6 місяців по 50% розрахункових створів. У маловодні роки таких створів вже 75%, а тривалість періоду дефіциту становитиме від 2 до 10 місяців. У дуже маловодні роки по 4 досліджених створах дефіцит водних ресурсів буде відчуватися протягом усього року щомісяця. По інших створах тривалість періоду дефіциту буде становити від 2 до 8 місяців.

Ключові слова: річка Рось, водогосподарський баланс, дефіцит, резерв, маловоддя.

Вступ. Водні ресурси є критично важливими для сталого розвитку будь якого регіону, і їх раціональне використання є необхідним для забезпечення економічного зростання та соціального добробуту. Дослідження водогосподарського балансу в умовах обмеженої водозабезпеченості дозволяє розробити заходи для сталого розвитку регіону (річкового басейну) та збереження стійкості його екосистеми.

Зміни клімату призводять до певних змін у гідрологічному режимі річок, включаючи збільшення частоти та інтенсивності періодів маловоддя, що створює значні ризики для водопостачання населення, сільського господарства, промисловості та екосистем, які залежать від водних ресурсів.

Робота по розробці оновленого деталізованого водогосподарського балансу річки Рось виконувалася на замовлення Регіонального офісу водних ресурсів річки Рось на виконання Розпорядження Кабінету міністрів України від 12 липня 2024 р. № 648-р «Про затвердження плану дій щодо комплексного вирішення проблем басейну річки Рось на 2024-2030 роки» та Наказу Державного агентства водних ресурсів України від 06 серпня 2024 р. №103 "Про затвердження Плану заходів Державного агентства водних ресурсів України з виконання Плану дій щодо комплексного вирішення проблем басейну річки Рось на 2024-2030 роки" [7, 10].

Водогосподарський баланс (ВГБ) є основною передумовою територіального управління використанням водних ресурсів і враховує: взаємозв'язок і взаємозалежність водних ресурсів за кількістю (об'ємом), якістю та режимом у межах району річкового басейну в цілому або якої-небудь його ділянки; мінливий характер стоку та його схильність до багаторічних та сезонних коливань; використання водних об'єктів як приймачів стічних вод, які зумовлюють зміни властивості води та необхідність забезпечення санітарних норм у річці; комплексний характер використання водних ресурсів, оптимізація розподілу яких особливо необхідна в маловодні роки. Водогосподарські баланси розробляються для оцінювання наявності та можливості використання водних ресурсів у межах водогосподарських ділянок з урахуванням кількості та ступеня освоєння придатних до використання водних ресурсів за різних умов водності водних об'єктів та є складовою елементом плану управління річковим басейном.

Відповідно до «Водного кодексу України» водогосподарська ділянка - частина річкового басейну, для якої розробляються водогосподарські баланси, встановлюються ліміти забору води із водного об'єкта та інші параметри використання водного об'єкта (водокористування) [2]. У випадку потреби деталізації розрахунок балансу здійснюється для окремих підбасейнів в межах даного річкового басейну. При цьому під підбасейном розуміють басейн річки, що впадає в головну річку річкового басейну.

Згідно «Порядку...» [8] водогосподарські баланси повинні переглядатися кожні 6 років (у прив'язці до циклів виконання «Планів управління річковими басейнами»). Попередній розрахунок ВГБ для тих ділянок, що розташовані в межах басейну р. Рось виконувався в 2018 р., тобто пройшло саме 6 років.

Матеріали та методи дослідження. Водозбір річки Рось знаходиться у межах лісостепової зони майже в центрі України і належить до найбільших правобережних приток Дніпра. Довжина річки становить 378,3 км, водозбірна площа басейну 12,749 тис. км². Басейн річки розташований на території Київської, Вінницької, Житомирської та Черкаської областей. Найбільшою є площа водозбору (дві третини загальної) у Київській області [1].

Всього у р. Рось впадає 1136 малих річок, з них довжиною менше 10 км – 1034. Основними притоками р. Рось є річки Роставиця, Роська, Росава, Кам'янка.

Рось є однією з найбільш зарегульованих річок України. На даний час в басейні р. Рось знаходиться 2676 штучних водних об'єктів (55 водосховищ та 2621 ставок) площею водного дзеркала 22685,89 га зарегульованим об'ємом 323,507 млн м³, що практично дорівнює стоку в маловодний рік 95% забезпеченості. На самій річці Рось створено 10 руслових водосховищ, сумарний об'єм яких складає 59,97 млн м³. Найбільша кількість водосховищ побудована в Київській (40) та Житомирській (11) областях. Найбільша кількість ставків побудована у Київській області – 1585 шт. У Вінницькій області побудовано – 468 шт., у Житомирській області – 312 шт., у Черкаській області – 256 шт. [11].

З метою впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом в басейні р. Рось (рис. 1) виділено 2 водогосподарські ділянки [12]:

- ВГД М5.1.2.10 - р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей;
- ВГД М5.1.2.11 - р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла.

На сьогодні стаціонарна мережа пунктів спостережень за водним режимом, підпорядкованих Українському гідрометеорологічному центру (УкрГМЦ), представлена в басейні р. Рось лише 4 гідрологічними постами (рис. 1): р. Рось – с. Крупадеринці, р. Рось – с. Фесюри, р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський і на притоці р. Росава – м. Миронівка.

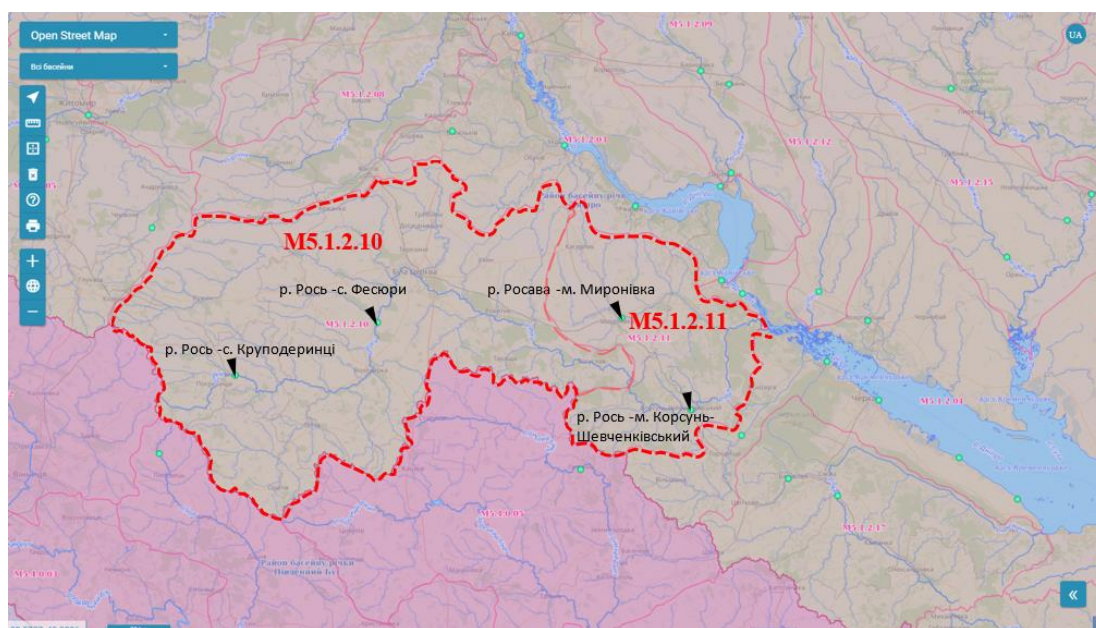


Рис. 1. Схема водогосподарських ділянок в басейні р. Рось та гідрологічні пости (станом на 2025 р.), підпорядковані Українському гідрометеорологічному центру (УкрГМЦ)

Для розрахунку деталізованого водогосподарського балансу басейну нами також було використано дані спостережень гідрологічних постів РОВР Росі, приведені до створів, що розташовані в гирлах основних приток Росі та в створі греблі Косівського водосховища. Останній, фактично, знаходиться на межі Вінницької та Київської областей та дає можливість визначити частку стоку річки Рось, що формується в межах Вінницької області. Створена база даних по середньомісячних та середньорічних витратах води за весь період інструментальних спостережень, що включає ряди спостережень стаціонарної мережі Українського гідрометеорологічного центру (УкрГМЦ) по 4 гідрологічних постах, та ряди спостережень з 2010 р. по 2023 р. по 7 гідрологічних створах за даними РОВР Рось.

Виклад основного матеріалу. Структура водогосподарського балансу [11] включає:

- прибуткову (П) частину, що включає об'єм стоку, що надходить за розрахунковий період з розташованих вище ВГД; об'єм стоку, що формується на розрахунковій ВГД (бічний приплив); об'єм водозабору із підземних водних об'єктів; об'єм зворотних вод на розрахунковій ВГД; дотаційний об'єм води на ВГД (зовнішні та внутрішньобасейнові перекидання); спрацювання (+), наповнення (-) ставків та водосховищ;

- витратну (В) частину - втрати на додаткове випаровування та льодоутворення з водосховищ (з урахуванням повернення води від розтавання льоду); фільтраційні втрати з водосховищ; зменшення стоку річки, викликане забором гідравлічно зв'язаних з нею підземних вод; перекидання частини стоку за межі розрахункової ВГД; забір поверхневих вод; мінімальний екологічний стік у замикаючому створі ВГД.

- результат водогосподарського балансу.

Результат водогосподарського балансу характеризується наявністю резервів ($P \geq B$) або дефіцитів ($P < B$) водних ресурсів.

На першому етапі досліджень виконаний аналіз однорідності даних гідрометеорологічних спостережень існуючих рядів спостережень. Для цього побудовані суміщені хронологічні графіки середньорічних модулів стоку в басейні р. Рось за сумісний період спостережень (рис. 2), які показують у більшості випадків синхронність та синфазність у коливанні стоку.

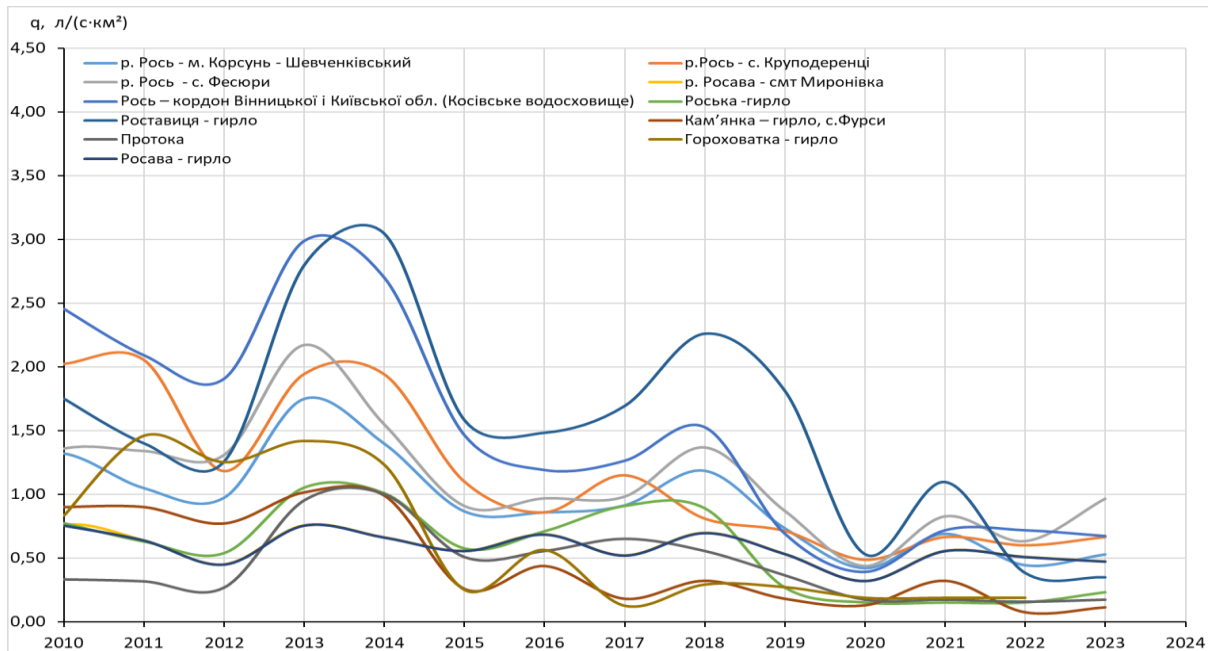


Рис. 2. Суміщені хронологічні графіки середньорічних модулів стоку річок басейну Росі за спільний період спостережень гідрологічних постів УкрГМЦ та РОВР Росі

Наступним етапом дослідження було виконано статистичний аналіз, використовуючи статистичні оцінки [3] отримані за методом моментів та максимальної правдоподібності (табл. 1). За результатами аналізу середньорічний модуль стоку за весь період спостережень на водозборах стаціонарної гідрологічної мережі змінюється від 0,88 л/(с·км²)

(р. Росава – м. Миронівка) до 2,19 л/(с·км²) (р. Рось - с. Круподеренці) та по гідрологічних створах РОВР Рось від 0,06 л/(с·км²) (р. Росава – гирло) до 2,20 л/(с·км²) (р. Роставиця – гирло); коефіцієнт варіації по постах стаціонарної мережі коливається в межах 0,46-0,60, а по гідрологічних створах, відповідно, 0,52-1,14; середнє співвідношення $C_s/C_v=1,5$ для басейну р. Рось.

Таблиця 1. Статистичні параметри рядів середньорічного стоку води на річках басейну р. Рось

Пункт спостереження	Площа водозбору, км ²	n, років	$q^{N_{ср}}$, л/(с·км ²)	Метод моментів				Метод максимальної правдоподібності		
				C_v	C_s	r(1)	C_s/C_v	C_v	C_s	C_s/C_v
р. Рось - с. Круподеренці	618	74	2,186	0,467	0,621	0,647	1,3	0,471	0,668	1,4
р. Рось - с. Фесюри	3900	77	2,095	0,454	0,701	0,556	1,5	0,458	0,753	1,6
р. Рось - м. Корсунь - Шевченківський	10300	95	1,98	0,458	0,529	0,476	1,2	0,460	0,56	1,2
р. Росава – м. Миронівка	846	62	0,883	0,586	1,485	0,501	2,5	0,603	1,748	2,9
р. Рось – Косівське в-ще	1100	14	1,61	0,562	0,489	0,77	0,9	0,619	0,705	1,1
р. Роська - гирло	1110	14	0,65	0,58	-0,069	0,663	-0,1	0,640	0,091	0,1
р. Роставиця - гирло	1430	14	2,20	0,477	0,404	0,42	0,8	0,522	0,588	1,1
р. Кам'янка – гирло, с. Фурси	779	14	0,36	0,686	0,568	0,453	0,8	0,764	0,823	1,1
р. Протока - гирло	630	14	0,30	0,63	0,847	0,578	1,3	0,698	1,296	1,9
р. Гороховатка - гирло	480	13	0,32	0,767	0,501	0,836	0,7	0,868	0,739	0,9
р. Росава - гирло	1800	14	0,06	1,036	2,39	0,296	2,3	1,137	5,237	4,6

Оскільки гідрологічні створи спостережень РОВР Росі мають досить короткі ряди спостереження, то й середньоквадратична похибка середнього значення ряду по цих постах перевищує допустиму похибку $\pm 10\%$. Тому необхідно було виконати процедуру приведення статистичних параметрів середньомісячних та середньорічних витрат води по цих створах до багаторічного періоду та виконати відновлення рядів витрат води за минулі роки.

Процедура приведення статистичних параметрів середньомісячних та середньорічних витрат води по гідрологічних створах спостережень РОВР Росі до багаторічного періоду виконувалася за допомогою річок-аналогів [3] графічним способом, в основу якого покладено графік зв'язку значень річного стоку річок за період спільних спостережень за умови, що коефіцієнт кореляції $r \geq 0,70$.

Встановлені графіки зв'язку дозволили відновити ряди спостережень в гідрологічних створах спостережень РОВР Росі по річках-аналогах та побудувати криві забезпеченості і визначити роки водності близькі до 50 %, 75 % та 95 % забезпеченості.

За наведеною у [6] послідовністю складання водогосподарського балансу для кожної водогосподарської ділянки басейну та в межах кожного виділеного підбасейну визначали об'єм та режим складових прибуткової та витратної частини водогосподарського балансу.

Середньорічний об'єм стоку води по головних водогосподарських ділянках (М5.1.2.10 - р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей, М5.1.2.11 - р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла) складає 436,867-461,118 млн м³ у роки

близькі до 50 %-ої забезпеченості, 280,741-283,246 млн м³ у роки близькі до 75 %-ої забезпеченості та 163,747-165,975 млн м³ у роки близькі до 95 %-ої забезпеченості [4].

Величина водозабору із підземних водних об'єктів ($W_{пзе}$) за 2023 рік для водогосподарських ділянок становить 4,971 млн м³ для ВГД М5.1.2.10 та 4,329 млн м³ для ВГД М5.1.2.11.

Об'єми зворотних вод $W_{зв}$ розраховувалися з врахуванням надходження стічних вод з розташованих вище ділянок та безпосередньо на даній водогосподарській ділянці або в межах підбасейну. Інформацію про скиди стічних вод на ділянці чи у підбасейні в річкову мережу за попередній період (2023 р.) отримували за даними статистичної звітності підприємств всіх форм власності за формою 2-ТП (водгосп). При визначенні величини скидів стічних вод не враховувалися стічні та інші води, що надходять на поля фільтрації та поля зрошення, безстічні западини, підземні горизонти, гідравлічно не пов'язані з поверхневими водними об'єктами. Величини об'ємів зворотних вод ($W_{зв}$) по водогосподарських ділянках басейну Росі для ВГД М5.1.2.10 складає 31,468 млн м³, а для ВГД М5.1.2.11, відповідно, 2,724 млн м³.

Втрати стоку на додаткове випаровування враховувалися при наявності на водогосподарській ділянці або підбасейні водосховищ та ставків. Оцінка втрат стоку на додаткове випаровування в безльодоставний період у витратній частині водогосподарського балансу виконується згідно «Вказівок по розрахунку випаровування з поверхні водойм». Як правило, об'єми втрат на випаровування визначалися стосовно середніх багаторічних кліматичних умов району з урахуванням щомісячних шарів опадів та випаровування з водної поверхні. Величина втрат стоку на додаткове випаровування ($W_{вип}$) по водогосподарських ділянках басейну Росі визначено як 55,892 млн м³ на рік для ВГД М5.1.2.10 та 5,582 млн м³ на рік для ВГД М5.1.2.11.

Сумарні фільтраційні втрати ($W_{ф}$) приймалися залежно від поточного наповнення водосховища та напору, що визначають інтенсивність фільтрації. При відсутності даних величину фільтраційних втрат приймають на рівні 2 % від поточного об'єму водойм на ділянці. Відповідно, річні суми фільтраційних втрат по басейну р. Рось становить 66,602 млн м³ для ВГД М5.1.2.10 та 11,038 млн м³ для ВГД М5.1.2.11.

Зменшення стоку за рахунок відбору підземних вод ($W_з$) по водогосподарських ділянках басейну Росі становить 0,497 млн м³ (ВГД М5.1.2.10) та 0,649 млн м³ (ВГД М5.1.2.10) на рік.

На ВГД М5.1.2.10 (р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей) здійснюється перекидання частини стоку за межі розрахункової водогосподарської ділянки ($W_{пер}$) загальним об'ємом 3,519 млн м³ на рік.

Розрахункові потреби у водних ресурсах поділяються на незворотне водокористування (різницю між об'ємами водокористування ($W_{вкр}$) та зворотних вод ($W_{зв}$) на ділянці) та попуски, що здійснюються для потреб водокористувачів в нижній б'єф гідровузла. Потреби, що покриваються попусками, включаються у відповідну графу витратної частини водогосподарського балансу $W_{кп}$ – комплексний попуск. Величини об'ємів водокористування ($W_{вкр}$) по водогосподарських ділянках басейну Росі за матеріалами державної статистичної звітності підприємств за формою 2-ТП (водгосп) [5] за 2023 рік оцінено як 39,598 млн м³ (ВГД М5.1.2.10) та 1,626 млн м³ (ВГД М5.1.2.11).

Ще однією важливою складовою водогосподарського балансу є *мінімальний екологічний стік у замикаючому створі ВГД* (W_e). Це мінімальний розрахунковий обсяг стоку у замикаючому створі ВГД, який визначається з урахуванням екологічних вимог, прогнозу водності та встановлених режимів роботи гідротехнічних споруд найближчих водойм.

Відповідно до методики [9] (Методичний лист-роз'яснення УкрГМЦ № 99001-1550/99024 від 18.12.2020р.) для розрахунку екологічного стоку визначена найменша середня місячна витрата води у період літньо-осінньої межени (червень-листопад) року 95 % забезпеченості та розрахована екологічна витрата води (табл. 2) для окремих водогосподарських ділянок та виділених підбасейнів в межах басейну Росі.

Розраховані об'єми мінімального екологічного стоку у замикаючому створі (W_e) по водогосподарських ділянках становлять 56,626 млн м³ (ВГД М5.1.2.10) та 76,257 млн м³ (ВГД М5.1.2.11) на рік, а для окремих підбасейнів басейну Росі: 8,294 млн м³ на рік р. Рось

- кордон Вінницької і Київської обл. - Косівське водосховище; 6,150 млн м³ на рік р. Роська-гірло; 4,257 млн м³ на рік р. Роставиця – гірло; 2,365 млн м³ на рік р. Кам'янка – гірло, с. Фурси; 1,892 млн м³ на рік р. Протока – гірло; 1,892 млн м³ на рік р. Гороховатка – гірло та 3,311 млн м³ на рік р. Росава – гірло.

Таблиця 2. Визначення мінімальної екологічної витрати води у замикаючому створі по водогосподарських ділянках (ВГД) та окремих підбасейнах басейну Росі

Код ВГД	Назва ВГД (підбасейну)	Рік 95 % забезпеченості	Місяць з найменшою середньомісячною витратою води	Q, м ³ /с	Екологічна витрата води Q _{ек} , м ³ /с
M5.1.2.10	р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей	2021	VIII	2,39	1,796
	р. Рось - кордон Вінницької і Київської обл. (Косівське в-ще)	2021	VII	0,350	0,263
	р. Роська -гірло	2023	VI-XI	0,260	0,195
	р. Роставиця - гірло	2021	VIII	0,180	0,135
	р. Кам'янка – гірло, с.Фурси	2019	X-XI	0,100	0,075
	р. Протока - гірло	2012	VII-VIII	0,080	0,060
	р. Гороховатка - гірло	2019	X	0,080	0,060
M5.1.2.11	(р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гірла)	2021	VIII	3,22	2,418
	р. Росава - гірло	2003	VI	0,140	0,105
	р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до створу Корсунь-Шевченківської ГЕС	2021	VIII	3,22	1,946
	р. Рось від створу Корсунь-Шевченківської ГЕС до гірла	2021	VIII	3,22	2,418
	р. Рось від створу Корсунь-Шевченківської ГЕС до гірла, без р. Росава	2021	VIII	3,22	2,418

Визначивши на кожній водогосподарській ділянці басейну та в межах кожного виділеного підбасейну об'єм та режим незворотного водоспоживання, що в сумі з об'ємом мінімального екологічного стоку (транзитним стоком) порівнюється з об'ємом та режимом водних ресурсів у замикаючому створі. Внаслідок цього визначався приток до нижче розташованої водогосподарської ділянки.

Ресурси нижче розташованої водогосподарської ділянки визначалися додаванням притоку зверху зі стоком, що формується на даній водогосподарській ділянці. Стік, що формується на ділянці, (бічний притік) визначався як різниця об'ємів природного стоку в замикаючому та вхідному створах за прийняті інтервали часу (місяці).

Отже, визначивши усі складові прибуткової та витратної частини водогосподарського балансу надалі визначаємо обсяги дефіциту або резерву водних ресурсів для років певної забезпеченості (50, 75 та 95 %) методом компонування рівно забезпечених середньомісячних витрат води.

Для ВГД M5.1.2.10 (р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей) за побудованими графіками (рис. 3а) маємо, що у роки близькі до 50 % забезпеченості у липні і серпні буде наявний дефіцит стоку загальним об'ємом 2,465 млн м³ (з них 2,354 млн м³ у серпні), подолати який можна буде шляхом проведення заходів щодо регулювання стоку розташованими в межах зазначеної ВГД водосховищами для забезпечення мінімального екологічного стоку у липні і серпні.

При забезпеченості стоку 75 % (рис. 3б) тривалість періоду дефіциту та його об'єм суттєво зростають. Буде наявний дефіцит стоку з травня по вересень загальним об'ємом 28,968 млн. м³, а тому слід буде вжити заходи щодо регулювання стоку для забезпечення мінімального екологічного стоку протягом цих чотирьох місяців.

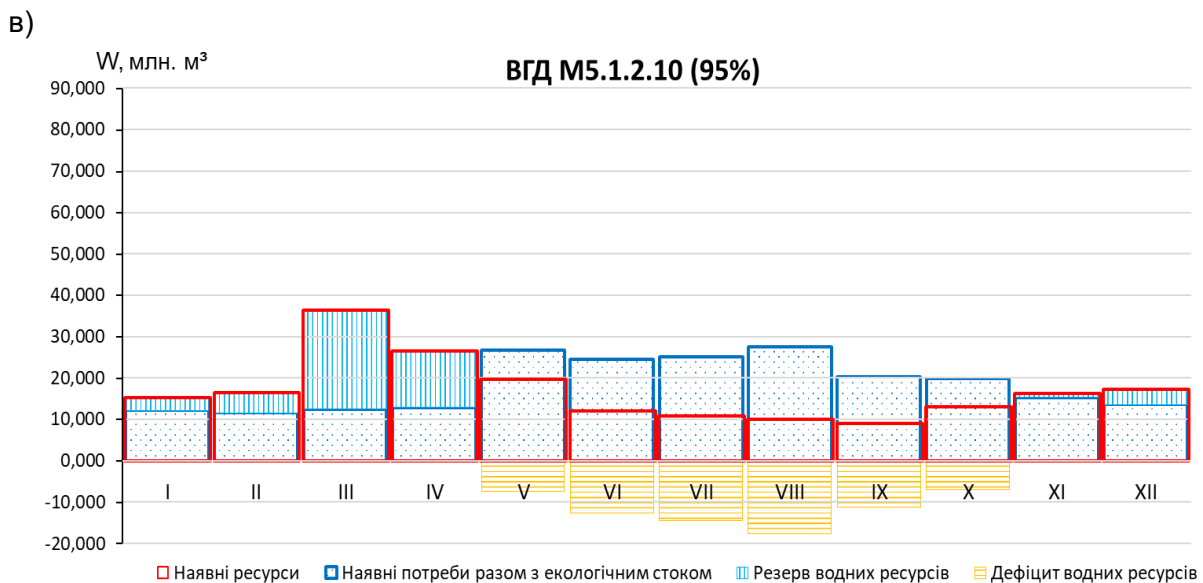
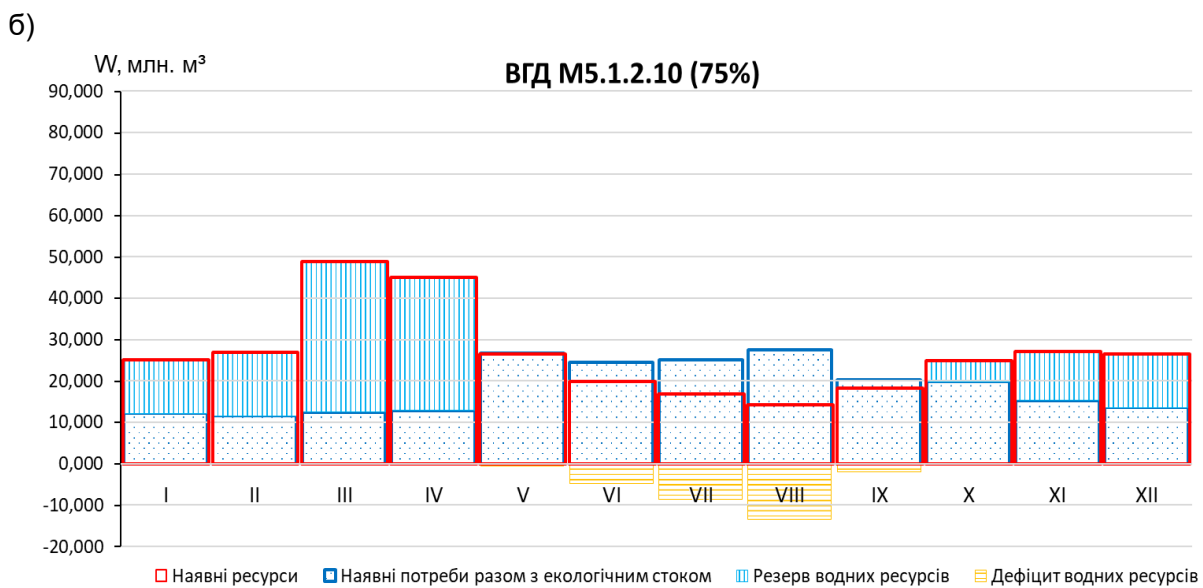
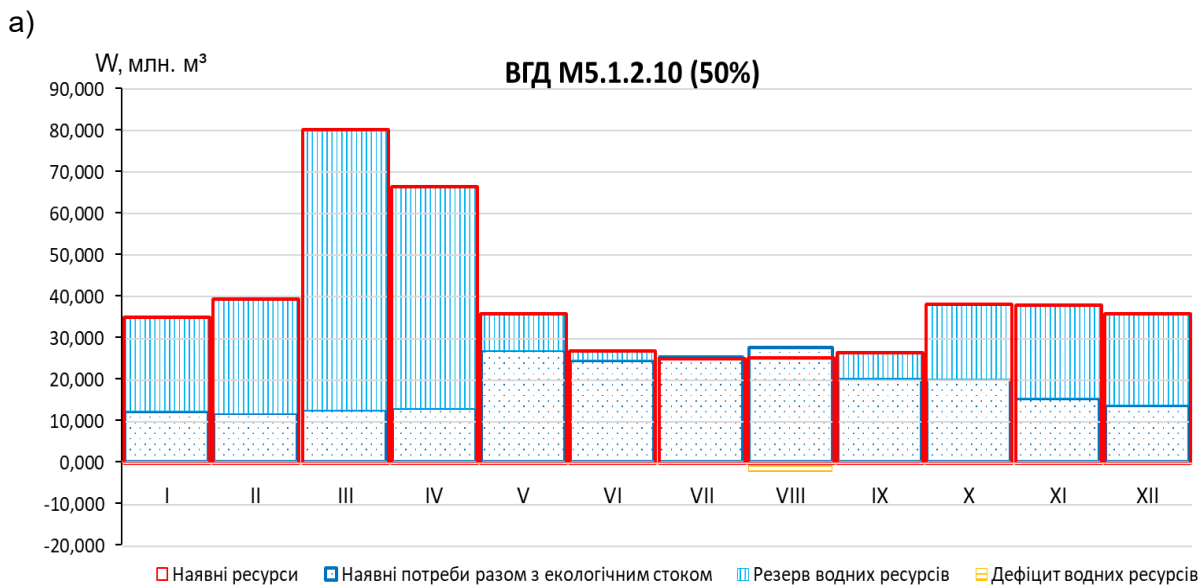


Рис. 3. Водогосподарський баланс для ВГД М5.1.2.10 (р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей) за роки різної забезпеченості стоку води

У роки забезпеченості стоку 95 % (рис. 3в) для ВГД М5.1.2.10 (р. Рось від витоку до кордону Київської та Черкаської областей) дефіцит водних ресурсів буде спостерігатися з травня по жовтень (6 місяців), загальним об'ємом 69,9 млн. м³. При цьому резерву стоку, що сформується у листопаді-квітні, загальним об'ємом 49,58 млн. м³, не вистачить для забезпечення мінімального екологічного стоку з травня по жовтень. Різниця між резервом і дефіцитом складатиме -20,321 млн. м³. Це створює загрозу щодо дотримання мінімальної екологічної витрати води в створах гребель водосховищ.

Для ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла) за побудованими графіками (рис. 4 а,б) маємо, що у роки близькі до 50 % і 75 % забезпеченості не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. Тоді як у роки забезпеченості стоку 95 % (рис. 4 в) дефіцит водних ресурсів буде спостерігатися з червня по вересень (4 місяці), загальним об'ємом 2,576 млн. м³. При цьому резерву стоку, що сформується у жовтні-травні, загальним об'ємом 78,223 млн. м³, вистачить для забезпечення мінімального екологічного стоку з червня по вересень. Різниця між резервом і дефіцитом складатиме +75,647 млн. м³.

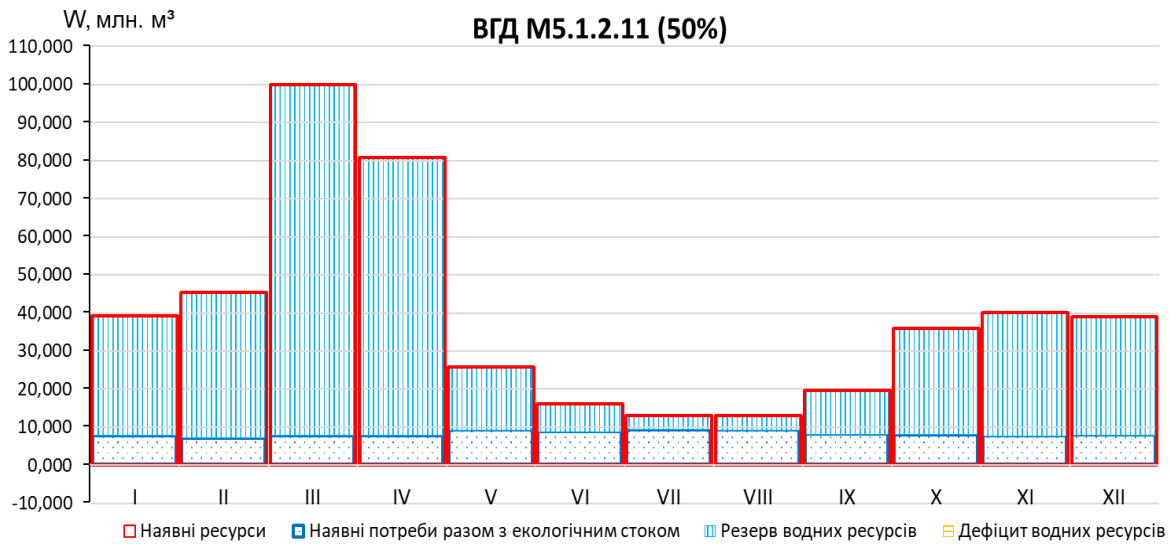
За результатами розроблених водогосподарських балансів можна зазначити наступне:

- у роки 50 % забезпеченості стоку води по 6 з 12 досліджених створах (ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла), ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла), ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла, без р. Росава), р. Рось - кордон Вінницької і Київської обл. (Косівське водосховище), р. Роставиця – гирло та р. Росава – гирло) не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. По інших ділянках дефіцит водних ресурсів буде з травня по серпень для р. Кам'янка – гирло, с. Фурси; з травня по вересень для р. Роська - гирло та р. Гороховатка – гирло; з травня по листопад для р. Протока – гирло та у липні-серпні для ВГД М5.1.2.10 (р. Рось від витоку до кордону Київської та Черкаської областей) і ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до створу Корсунь – Шевченківської ГЕС);

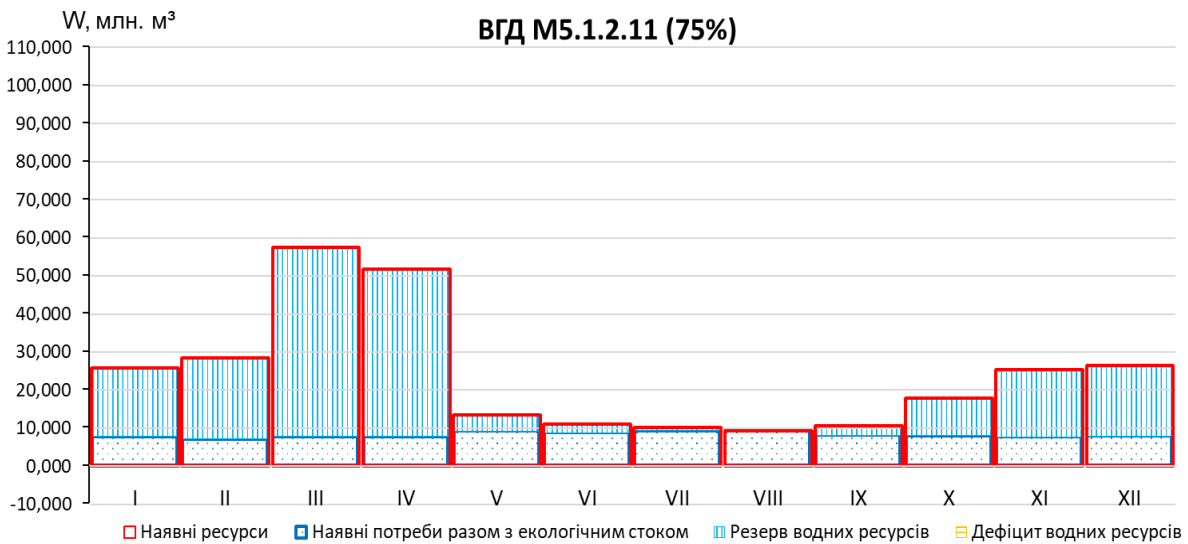
- у роки 75 % забезпеченості стоку води лише по 3 досліджених ділянках (ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла), ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла) та ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла, без р. Росава)) не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. По інших ділянках дефіцит водних ресурсів буде у серпні для р. Рось - кордон Вінницької і Київської обл. (Косівське водосховище); у липні і серпні для р. Росава – гирло; з червня по серпень для ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до створу Корсунь – Шевченківської ГЕС); з липня по вересень для р. Роставиця – гирло; з травня по вересень для ВГД М5.1.2.10 (р. Рось від витоку до кордону Київської та Черкаської областей) і р. Роська – гирло; з травня по листопад для р. Кам'янка – гирло, с. Фурси і р. Гороховатка – гирло; з травня по лютий для р. Протока – гирло;

- у роки 95 % забезпеченості стоку води по 1 дослідженій ділянці ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла, без р. Росава) не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. Тоді як по 4 досліджених ділянках (р. Роська - гирло, р. Кам'янка – гирло, с. Фурси, р. Протока – гирло та р. Гороховатка – гирло) дефіцит водних ресурсів буде відчуватися протягом усього року щомісяця. По інших ділянках дефіцит водних ресурсів буде з травня по серпень для р. Рось - кордон Вінницької і Київської обл. (Косівське водосховище); з травня по вересень для р. Росава – гирло; з травня по жовтень для ВГД М5.1.2.10 (р. Рось від витоку до кордону Київської та Черкаської областей), р. Роставиця – гирло та ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до створу Корсунь – Шевченківської ГЕС); з червня по вересень для ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла), а для ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла) у серпні і вересні.

а)



б)



в)

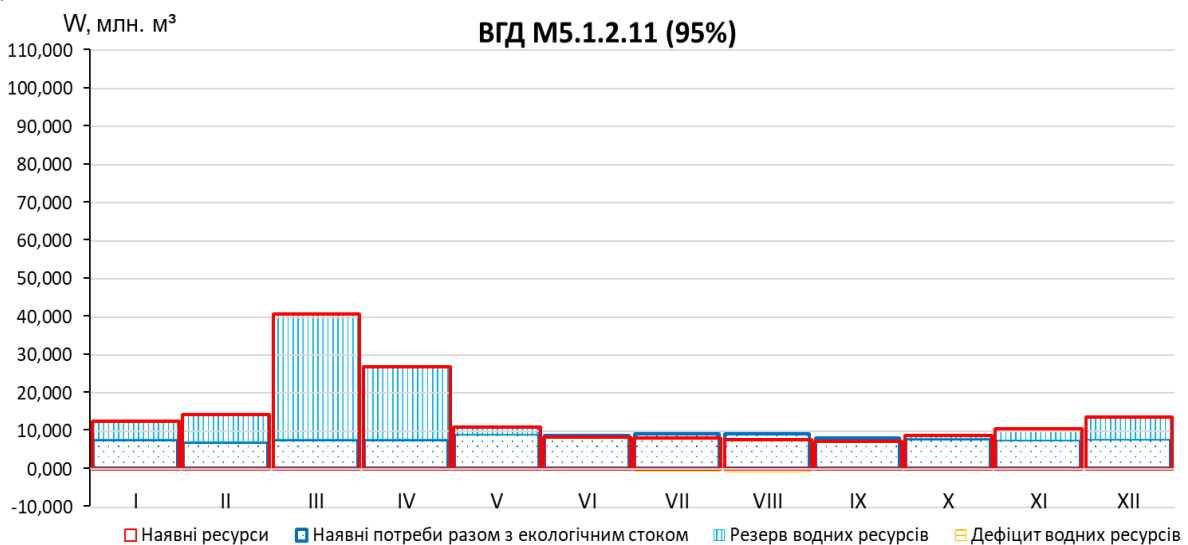


Рис. 4. Водогосподарський баланс ВГД М5.1.2.11 (р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла) за роки різної забезпеченості стоку води

Висновки. Проведений розрахунок водогосподарського балансу басейну річки Рось (з деталізацією для окремих водогосподарських ділянок та виділених підбасейнів) дозволив зробити наступні висновки та надати рекомендації відносно оптимізації розрахунку балансу:

1) у роки 50 % забезпеченості стоку води по 6 з 12 досліджених створах (верхня частина басейну до кордону Вінницької і Київської обл. (Косівське водосховище) та нижня його частина (від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла), а також в басейнах приток: рр. Роставиця та Росава не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. По інших ділянках тривалість періоду дефіциту буде становити від двох до шести місяців;

2) у роки 75 % забезпеченості стоку води лише по 3 досліджених ділянках (нижня частина басейну р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла) не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. По інших ділянках тривалість періоду дефіциту буде становити від двох до десяти місяців;

3) у роки 95 % забезпеченості стоку води по 1 дослідженій ділянці (р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла, без р. Росава) не буде відмічатися дефіцит водних ресурсів. Тоді як в басейнах приток Роська, Кам'янка, Протока та Гороховатка дефіцит водних ресурсів буде відчуватися протягом усього року щомісяця. Найменш тривалий період дефіциту (два місяць) буде для р. Рось від створу Корсунь – Шевченківської ГЕС до гирла, а по інших ділянках тривалість періоду дефіциту буде становити від двох до восьми місяців.

Отриманий досвід дозволяє загострити увагу на кількох проблемних питаннях, пов'язаних, передусім із розрахунком основних складових прибуткової та витратної частин водогосподарського балансу та надати певні рекомендації, що, на нашу думку, дозволять оптимізувати процес розрахунків у майбутньому як для басейну річки Рось, так і для інших річкових басейнів України:

1) проблемним є питання визначення основного елемента прибуткової частини балансу - поверхневого припливу. Зі 132 водогосподарських ділянок, виділених у межах районів річкових басейнів України, лише 18 обмежені створами гідрологічних постів, або – греблями, у створах яких ведеться облік стоку. Для більшості ВГД доводиться виконувати додаткові розрахунки, здійснюючи перехід від величини стоку в створі певного гідрологічного поста до розрахункової величини стоку в замикаючому створі водогосподарської ділянки або в гирловій частині підбасейну;

2) суттєвою проблемою, на нашу думку, є відсутність автоматизованих засобів збору даних, необхідних для проведення розрахунку водогосподарського балансу. Для річкових басейнів, що мають високі показники зарегулювання стоку, отримані протягом доби 1-2 виміри рівня та, відповідно, витрати води в створі певної гідроспоруди не завжди відповідають середньодобовому значенню цих характеристик, оскільки режим роботи гідроспоруди впродовж доби не є постійним;

3) виникають проблеми при визначенні такої складової балансу, як зменшення стоку річки, викликане забором гідравлічно зв'язаних з нею підземних вод. Для цього потрібно знати частку підземного живлення у величині стоку певної річки, що потребує додаткових інженерно-гідрологічних розрахунків;

4) проблемним є визначення такої складової балансу, як щомісячний об'єм спрацювання/наповнення водосховищ і ставків. Якщо інформацією щодо наповнення основних водосховищ басейну на початок та закінчення поточного місяця водогосподарські організації володіють, то регулювання наповнення ставків часто здійснюється орендарями без надання відповідної інформації;

5) існують різні підходи до визначення такої величини ВГБ як мінімальний екологічний стік у замикаючому створі ВГД. Зокрема, існуюча з 2020 р. «Методика...» є відомчою (в структурі ДСНС України) і застосована нами через відсутність загальноприйнятої національної методики, яку якнайшвидше потрібно розробити;

6) крім того, складання перспективного водогосподарського балансу басейну вимагає врахування у розрахунках кліматичних змін, що відбуваються та будуть продовжуватися у

майбутньому. Врахування впливу цих змін на величини стоку в розрахункових створах є обов'язковим при проведенні інженерно-гідрологічних розрахунків. Досвід такого оцінювання в Україні є, зокрема при виконанні розрахунків перспективного водогосподарського балансу району річкового басейну Дністра.

Список літератури

1. Бабій В.П., Вишневський В.І., Шевчук С.А. Річка Рось та її використання. Київ : «Інтерпрес ЛТД», 2016. 128 с.
2. Водний кодекс України. Введений в дію Постановою ВР № 214/95-ВР від 06.06.95, ВВР, 1995, № 24, ст.190. Зі змінами внесеними протягом 2000-2024 рр. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Голченко Є.Д., Лобода Н. С., Овчарук В. А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.
4. Гребінь В.В., Гопчак І.В., Гопцій М.В., Поляков М.Г. Водогосподарський баланс басейну річки Рось: проблеми оптимізації. XIII Міжнародна науково-практична конференція «Вода для майбутнього: управління, збереження, інновації», м. Київ 25-26 березня 2025 року. С.32-36
5. Державний облік водокористування в Україні. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://davr.gov.ua/derzhavnij-oblik-vodokoristuvannya>
6. Мокін В.Б., Гребінь В.В., Крижановський Є.М. Методи оцінювання та засоби автоматизації розрахунку складових водогосподарського балансу районів річкових басейнів України : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2023. 159 с.
7. Наказ Держводагентства України від 06 серпня 2024 р. №103 «Про затвердження Плану заходів Державного агентства водних ресурсів України з виконання Плану дій щодо комплексного вирішення проблем басейну річки Рось на 2024-2030 роки». URL: https://rovtrrosi.gov.ua/images/user/files/ilovepdf_merged%281%29.pdf
8. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 26 «Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17#Text>
9. Положення про порядок оцінки та інформування про маловоддя (гідрологічну посуху) на водних об'єктах суші України. Розробники: В.Бойко, Л.Петренко, І.Перевозчиков. Затверджено та надано чинності наказом Укргідрометцентра від 14.12.2020 р. № 123.
10. Розпорядження Кабінету міністрів України від 12 липня 2024 р. № 648-р «Про затвердження плану дій щодо комплексного вирішення проблем басейну річки Рось на 2024-2030 роки». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/648-2024-%D1%80#Text>
11. Сайт Регіонального офісу водних ресурсів річки Рось Держводагентства України. URL: <https://rovtrrosi.gov.ua/>
12. Grebin V., Mokin V., Kryzhanivskiy E., Afanasyev S. Optimization of Hydrographic and Water-management Regionalization of Ukraine according to World Approaches and Principles of the EU Water Framework Directive. *Hydrobiological Journal*, 2016. V 52.i5. P. 81 – 92.

References

1. Babii V.P., Vyshnevskiy V.I., Shevchuk S.A. Richka Ros ta yii vykorystannia [The Ros River and its uses]. Kyiv : «Interpres LTD», 2016. 128 s.
2. Vodnyi kodeks Ukrainy [Water Code of Ukraine]. Vvedenyi v diiu Postanovoiu VR № 214/95-VR vid 06.06.95, VVR, 1995, № 24, st.190. Zi zminamy vnesenymy protiahom 2000-2024 rr. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Hophchenko Ye.D. Loboda N. S., Ovcharuk V. A. Hidrolohichni rozrakhunky : pidruchnyk [Hydrological calculations: textbook]. Odesa : TES, 2014. 484 s.
4. Hrebin V.V., Hophchak I.V., Hoptsiy M.V., Poliakov M.H. Vodohospodarskyi balans baseinu richky Ros: problemy optymizatsii [Water management balance of the Ros River basin: optimization problems]. XIII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Voda dlia maibutnoho: upravlinnia, zberezhenia, innovatsii», m. Kyiv 25-26 bereznia 2025 roku. S.32-36
5. Derzhavnyi oblik vodokorystuvannya v Ukraini [State accounting of water use in Ukraine]. Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy. URL: <https://davr.gov.ua/derzhavnij-oblik-vodokoristuvannya>
6. Mokin V.B., Hrebin V.V., Kryzhanovskiy Ye.M. Metody otsiniuvannya ta zasoby avtomatyzatsii rozrakhunku skladovykh vodohospodarskoho balansu raioniv richkovykh baseiniv Ukrainy : monohrafiia [Methods of evaluation and means of automating the calculation of components of the water management balance of river basin districts of Ukraine: monograph]. Vinnytsia : VNTU, 2023. 159 s.
7. Nakaz Derzhvodahentstva Ukrainy vid 06 serpnia 2024 r. №103 «Pro zatverdzhennia Planu zakhodiv Derzhavnoho ahentstva vodnykh resursiv Ukrainy z vykonannia Planu dii shchodo kompleksnoho

vyrishennia problem baseinu richky Ros na 2024-2030 roky» [Order of the State Water Agency of Ukraine dated August 6, 2024 No. 103 "On approval of the Action Plan of the State Water Resources Agency of Ukraine for the implementation of the Action Plan for the comprehensive solution of the problems of the Ros River Basin for 2024-2030"]. URL: https://rovrosi.gov.ua/images/user/files/ilovepdf_merged%281%29.pdf

8. Nakaz Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 26.01.2017 № 26 «Pro zatverdzhennia Poriadku rozroblennia vodohospodarskykh balansiv» [Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine dated January 26, 2017 No. 26 "On Approval of the Procedure for Developing Water Management Balances"]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17#Text>

9. Polozhennia pro poriadok otsinky ta informuvannia pro malovoddia (hidrolohichnu posukhu) na vodnykh ob'ektakh sushi Ukrainy [Regulations on the procedure for assessing and informing about low water levels (hydrological drought) in water bodies of Ukraine]. Rozrobnyky: V.Boiko, L.Petrenko, I.Perevozchikov. Zatverdzheno ta nadano chynnosti nakazom Ukrhidromettsentra vid 14.12.2020 r. № 123.

10. Rozporiadzhennia Kabinetu ministriv Ukrainy vid 12 lypnia 2024 r. № 648-r «Pro zatverdzhennia planu dii shchodo kompleksnoho vyrishennia problem baseinu richky Ros na 2024-2030 roky» [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 12, 2024 No. 648-r "On approval of the action plan for a comprehensive solution to the problems of the Ros River basin for 2024-2030."]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/648-2024-%D1%80#Text>

11. Sait Rehionalnoho ofisu vodnykh resursiv richky Ros Derzhvodahentstva Ukrainy Website of the Regional Office of Water Resources of the Ros River of the State Water Agency of Ukraine]. URL: <https://rovrosi.gov.ua/>

12. Grebin V., Mokin V., Kryzhanivskiy E., Afanasyev S. Optimization of Hydrographic and Water-management Regionalization of Ukraine according to World Approaches and Principles of the EU Water Framework Directive. *Hydrobiological Journal*, 2016. V 52.i5. P. 81 – 92.

Water management balance of the Ros River basin: optimization problems and water use conditions during low water periods

Grebin V.V., Gopchak I.V., Goptsiy M.V., Polyakov M.G.

The main components of the water balances for the Rosi River basin as a whole, its water management areas (WMAs), and individual sub-basins were analyzed. This included determining the volumes of surface runoff from the main river and lateral tributaries, groundwater withdrawal, and return water. Calculations were also performed for water losses due to increased evaporation from water bodies and filtration from them. Furthermore, water use volumes and minimum ecological flow requirements within each WMA and sub-basin were quantified.

The developed water management balances allowed for an assessment of water resource availability and usability within the basin, considering their quantity and development level under various hydrological conditions. To perform a detailed water management balance, observation series from 4 hydrological stations of the Ukrainian Hydrometeorological Center's stationary network were utilized. Additionally, data from 7 hydrological stations of the Regional Office of Water Resources of the Ros River (ROWR of the Ros River) were used, referred to gauges located at the mouths of the main tributaries of the Ros River and at the Kosiv Reservoir Dam.

Since the hydrological observation series from the ROWR of the Ros River were rather short, a procedure was undertaken to extend the statistical parameters of the average monthly and annual water flows to a multi-year period using analog rivers. The established correlation relationships facilitated the restoration of observation series for the Ros River Regional Water Resources Monitoring Center's hydrological cross-sections, allowing for the construction of flow duration curves and the identification of years with exceedance probabilities close to 50%, 75%, and 95%.

Results from the developed water management balances indicate that in years of average flow (50% exceedance probability), the water resource deficit period will last from 2 to 6 months for 50% of the analyzed sections. In low-flow years (75% exceedance probability), this applies to 75% of the sections, with a deficit duration of 2 to 10 months. During severe low-flow years (95% exceedance probability), a water resource deficit will be experienced throughout the year for 4 studied sections, while for others, the deficit period will range from 2 to 8 months.

These findings are valuable for optimizing the water resources management process. Calculating the water management balance of the Ros River basin (with details for individual WMAs and selected sub-basins) for specified exceedance probabilities (50%, 75%, and 95%) on a monthly basis, considering current water use levels, will enhance the information resources of the State Water Agency of Ukraine and the Regional Office of Water Resources of the Ros River. This will ultimately contribute to saving specialists' working time when making decisions on issuing special water use permits, regulating water consumption and discharge, and assessing water quality indicators.

Keywords: Ros River, water management balance, deficit, reserve, low water.

Надійшла до редколегії 20.01.2025