

11. Flood Frequency Analysis: International Edition. DL Course in Hydrology - RA-II /RA-VI- 2021/ WMO and University Corporation for Atmospheric Research. URL: https://www.meted.ucar.edu/hydro/basic_int/flood_frequency_ru/ navmenu.php

12. International Glossary of Hydrology. World Meteorological Organization (WMO); United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). WMO-No.385, 2012. 471 p. URL: <https://library.wmo.int/idurl/4/35589>

13. Olga Lukianets and Iurii Obodovskyi. Spatial, Temporal and Forecast Evaluation of Rivers' Streamflow of the Drainage Basin of the Upper Tisa under the Conditions of Climate Change. Scientific Journal: Environmental Research, Engineering and Management, 2015. No. 71(1). Kaunas, KTU. P. 36-46. URL: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.71.1.10286>.

14. Stanislav Moskalenko, Liudmyla Malyska Estimation of the limiting intensities of processes forming maximum water runoff in the Tisza and Prut river basins within Ukraine. Hydrological Processes, Ecosystems and Climate Change. E-Book, IH SAS, Bratislava, 2024. 121-129. URL: https://1778df732d.clvaw-cdnwnd.com/464163c6c58a7760d10c2dc0e217449b/200000721-6edad6edb0/E-Book%20of%20Papers%20UH%20SAV_2024_11.11..pdf?ph=1778df732d

Modern changes in the frequency and recurrence periods of snow-rain floods on rivers in the Tisza River Basin

Moskalenko S. O.

The article is devoted to the study of modern changes in the frequency and recurrence periods of snow-rain floods of a certain magnitude on rivers in the Tisza River basin (within Ukraine). Flood frequency statistics in the Tisza River basin were based on the use of historical data on maximum discharges for the observation period from 1948 to 2019 (i.e., series with a duration of 72 years). In this case, data from the following the following gauging stations were used: Tisza River – Rakhiv city (catchment area $F = 1070 \text{ km}^2$); Rika River – Mizhhyrya village ($F = 550 \text{ km}^2$); Latorytsia River – Mukacheve city (1360 km^2). Due to the peculiarities of physical and geographical conditions (mountainous terrain, significant amounts of precipitation, etc.), floods on rivers in the Tisza River basin are formed several times during the year (both in the warm and cold periods of the year). Therefore, to comply with the conditions of statistical independence and homogeneity of the initial information, partial duration series of maximum average daily water flows were formed separately for snow-rain floods. Unlike the series of annual flood maxima, which include only one highest discharge each year, the partial duration series contain the maxima of all floods exceeding a certain threshold value, which corresponds to the smallest value from the series of annual maximum annual discharges. To assess modern changes in the frequency and recurrence of snow-rain floods of a certain magnitude, the series of partial duration maxima for two equal periods (36 years) were considered - 1948-1983 and 1984-2019. To determine the periods (intervals) of recurrence of floods of a certain magnitude, a formula was used that is the inverse of the Weibull formula, which is designed to calculate the probabilities of exceeding the members of the series. Based on this, combined graphs of the recurrence periods of the maxima of snow-rain floods for the two studied periods were constructed, which made it possible to analyze changes in the frequency and recurrence periods of snow-rain floods of a certain magnitude on rivers in the Tisza River basin that occurred in the modern period. The conducted research is practically focused on the hydrological support of various industries, since the results obtained provide information about the probabilistic potential of the occurrence of rain and snow-rain floods of a certain magnitude on the rivers within the studied territory.

Key words: Tisza River basin within Ukraine; snow-rain floods; maximum water discharge; series of partial duration; recurrence periods.

Надійшла до редколегії 28.09.2025

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2025.3.5>

УДК 556.531.1 (477)

Холоденко В.С.¹, Басюк Т.О.¹, Холоденко А.О.², Гопцій М.В.³

¹Національний університет водного господарства та природокористування

²Київський університет права НАН України Рівненський інститут

³Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ СКЛАДОВИХ ВОДНОГО БАЛАНСУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ГОРИНЬ (ДО ВПАДІННЯ Р.СЛУЧ)

В Україні здійснюється поступовий процес реформування системи управління водними ресурсами, метою якого є досягнення її відповідності розробкам сучасної системи управління виконаним у Європейському Союзі. Основні принципи яких висвітлені в Водній Рамковій Директиві ЄС і Водній стратегії України на період до 2050 року. Важливим об'єктом в них виступають водні ресурси, зокрема, характеристики водного балансу річкового басейну, однією із них є річковий стік. Річковий стік внаслідок впливу різноманітних факторів (кліматичних, антропогенних) піддається змінам. Досліджено взаємозв'язки річкового стоку, шару стоку та опадів як водно-балансових складових. Методика дослідження включає

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2025. № 3 (77)

застосування гідролого-генетичного та статистичного методу, також використано агро-гідрологічну модель річкових басейнів України. Сформовано таблиці вихідних даних рядів спостереження за середньорічними витратами води, шаром стоку і опадами на річці Горинь (без р. Случ); вибрано підхід та проведено розрахункову основу щодо дослідження динаміки змін річкового стоку, шару стоку та опадів; побудовано графіки поверхонь; розраховано коефіцієнт нерівномірності випадіння опадів; досліджено водно-балансові складові в басейні річки Горинь (без р. Случ). Встановлено, що річковий стік, шар стоку та опади в динаміці зменшуються. Водно-балансові складові басейну річки Горинь (без р. Случ) показують тенденцію до накопичення вологи на 324 мм, за рахунок прихідної частини, а саме опадів. Витратна складова водного балансу складає 756 мм, що не перевищує прихідної частини (1080 мм), в основному здійснюється за рахунок випаровування та транспірації з водних поверхонь та рослин. Графіки поверхонь показують тісну взаємозалежність річкового стоку, шару стоку і опадів. Середній показник нерівномірності випадіння опадів коливається у невеликих межах.

Ключові слова: річка Горинь; річковий стік; шар стоку; опади; водний баланс.

Вступ, актуальність теми дослідження. В Україні здійснюється поступовий процес реформування системи управління водними ресурсами, метою якого є досягнення її відповідності розробкам сучасної системи управління виконаним у Європейському Союзі. Прийняття Закону від 18.03.2004 №1629-IV «Про державну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» свідчить про те, що Україна взяла зобов'язання слідувати принципам викладеним у Водній Рамковій Директиві ЄС [1]. І в 2019 році в Україні запроваджуються європейські підходи щодо здійснення моніторингу вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви. В спільному тексті директиви п.36 [1] вказано, що «необхідно здійснювати аналіз характеристик річкового басейну...», тобто проводити оцінювання поверхневих вод за басейновим принципом. Басейновий принцип передбачає дослідження характеристик річкового стоку та інших її складових у межах річкового басейну. У Водній стратегії України на період до 2050 року відмічається, що «Зменшення обсягів доступних до використання водних ресурсів, обміління чи вичерпання водних об'єктів, зникнення водойм з поверхні землі, насамперед, проявляється у зниженні середнього річного стоку більшості річок внаслідок зміни клімату;...» [2], що також показує актуальність вивчення даного питання.

Важливими чинниками, які впливають на зміну річкового стоку є антропогенний вплив діяльності в басейнах річок, кліматичні зміни, зокрема опади, стан водно-балансових складових в басейні річки тощо. Зосередимо далі свої дослідження саме на динаміці змін річкового стоку, шару стоку та опадів у взаємозв'язку із водно-балансовою складовою.

Аналіз виконаних досліджень за означеною темою. Річковий стік, шар стоку та опади – це гідрометеорологічні характеристики на зміну яких впливають як природні, так і антропогенні фактори, головним чином клімат. На сьогодні це є однією з найважливіших проблем у світі [3]. Із другої половини минулого століття почалося різке потепління клімату, яке призвело до зниження рівнів та витрат води на річках України. Але, антропогенне навантаження на басейни річок дещо вирівняло величину стоку та швидкості течії потоку, рівні води [4]. В 2021-2023 роки використання із поверхневих вод Рівненщини дещо зросло [5]: в 2021 р. – 90,19 млн.м³, в 2022 р. – 80,262 млн.м³, в 2023 р. – 86,967 млн.м³, така ж сама тенденція зберігається і для забору води з природних джерел - в 2021 р. – 116,624 млн.м³, в 2022 р. – 104,484 млн.м³, в 2023 р. – 116,136 млн.м³.

Розглядом даного питання займалися багато авторів як в Україні (Войцехович В.О., Вишневський В.І., Хільчевський В.К., Ромась М.І., Гребінь В.В., Сніжко С.І., Струтинська В.М, Горбачова Л.О., Василенко Є.В., Дутко О.В., Галік О.І., Холоденко В.С., Косяк Д.С. та інші) [6-13], так і за кордоном, використовуючи різні методологічні підходи до дослідження змін річкового стоку, шару стоку, оцінок гідрометеорологічних характеристик.

Метою дослідження є дослідити, проаналізувати динаміку змін річкового стоку, шару стоку, опадів у взаємозв'язку із водно-балансовою складовою.

Методи дослідження. Методика дослідження побудована в таких напрямках: застосовано гідролого-генетичний та статистичний метод. Визначено регресія даних спостережень на час; наявність зв'язків між сусідніми членами ряду; побудова інтегральних сумарних кривих річкового стоку, шару стоку та опадів; розрахунок коефіцієнта нерівномірності випадіння опадів; досліджено водно-балансові складові в басейні річки Горинь.

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети виконано наступні роботи:

- сформовано таблиці вихідних даних рядів спостереження по середньорічних витратах води, шарах стоку і опадами на річці Горинь (без р. Случ);
- вибрано підхід та проведено розрахункову основу щодо дослідження динаміки змін річкового стоку, шару стоку та опадів;
- розраховано коефіцієнт нерівномірності випадіння опадів;
- досліджено водно-балансові складові в басейні річки Горинь (без р. Случ).

Виклад основного матеріалу.

1. Під час формування таблиць вихідних даних рядів спостереження виконано наступні дії: проаналізовано багаторічні дані за агро-гідрологічною моделлю річкових басейнів України (<https://landwater.uhmi.org.ua/> [14]), зокрема, це середньорічні витрати води, визначений шар стоку та опади у басейні річки Горинь (без р. Случ). Дослідження проведено по 11 підбасейнах Горині (від витoku до гирла – 3511, 941, 3493, 3487, 935, 934, 3451, 3447, 932, 3419, 3398). Період дослідження взято з 01.01.1980 року по 31.12.2020 року.

Також для порівняння були використані багаторічні дані спостережень за водним режимом стаціонарних пунктів (матеріали Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського та матеріали Державного водного кадастру України).

2. Необхідно відмітити, що комплексні дослідження в басейні р. Горинь, в попередні роки, були проведені авторами [12], які детально проаналізували якість поверхневих, ґрунтових, підземних вод, хімічний склад донних відкладів із оцінкою впливу Хмельницької АЕС на водні ресурси р. Горинь (ряд спостереження складав 50 років до 2007 р.). Автори [12] зазначають, що зміна природнього середнього багаторічного стоку в басейні р. Горинь під впливом господарської діяльності незначна і коливається від 0,2 % до 2 %. В окремі роки ця величина досягає 6,5 %. Величини середнього багаторічного стоку, за даними авторів роботи [12], складають в створі гідропоста Ямпіль 6,09 м³/с, у створі гідропоста Оженин 25,0 м³/с, і у створі гідропоста Деражне – 38,6 м³/с. За аналогією з даними гідрологічних постів, стік в створі Хмельницької АЕС в роки різної забезпеченості становлять 13,1 м³/с (р=75%), 9,69 м³/с (р=95%) та 8,95 м³/с (р=97%). Щодо внутрішньорічного розподілу стоку, то відзначається, що він став більш рівномірнішим. Частка підземного стоку близько 34%. В підземному живленні важливу роль відіграють водоносні комплекси четвертинних відкладів.

Сучасні дослідження в басейні р. Горинь представлено вихідними даними підбасейнів за період 1980-2020 рр. Схема підбасейнів р. Горинь за агро-гідрологічною моделлю річкових басейнів України SWAT (Soil and Water Assessment Tool), яка налаштована для відтворення гідрологічних процесів річкових басейнів України [14] представлено на рис. 1.

Як можемо бачити на рис. 1а вся територія України поділена на малі водозбори із середньою площею приблизно 200 км². Для кожного водозбору визначено аналітичні одиниці, що поєднують схожі властивості ґрунтів, рослинного покриву та рельєфу. Для кожної аналітичної одиниці із щоденним кроком моделюються компоненти водного балансу: водний стік, випаровування, запаси вологи ґрунту, інфільтрація, живлення рослин, живлення водоносного горизонту та інші показники [14].

Вхідними даними моделі [14] є рельєф, річкова мережа, властивості ґрунтів, рослинний покрив та метеорологічні параметри. Також враховано сівозміни та календар сільськогосподарських практик. Для калібрування моделі розробниками були використані дані по витратах води та висота снігового покриву на гідрологічних і метеорологічних постах України.

На рис. 1б наведені досліджувані підбасейни для аналізу витрат води м³/с, які розраховувались розробниками [14] за рівнянням Маннінга, а площі підбасейнів вже мають більшу площу по мірі переміщення по річці.

На рис. 2 за даними агро-гідрологічної моделі [14] наведені гідрографи річкового стоку за розглянутий період 1980-2020 рр. по двох підбасейнах р. Горинь, з яких 3511 площею водозбору 2626 км², а 3398, відповідно, 11986 км². Гідрографи демонструють величину наростання середньодобових витрат води по мірі переміщення по річці. Коливання гідрографів синхронне і має зміщення у піках 5-8 діб.

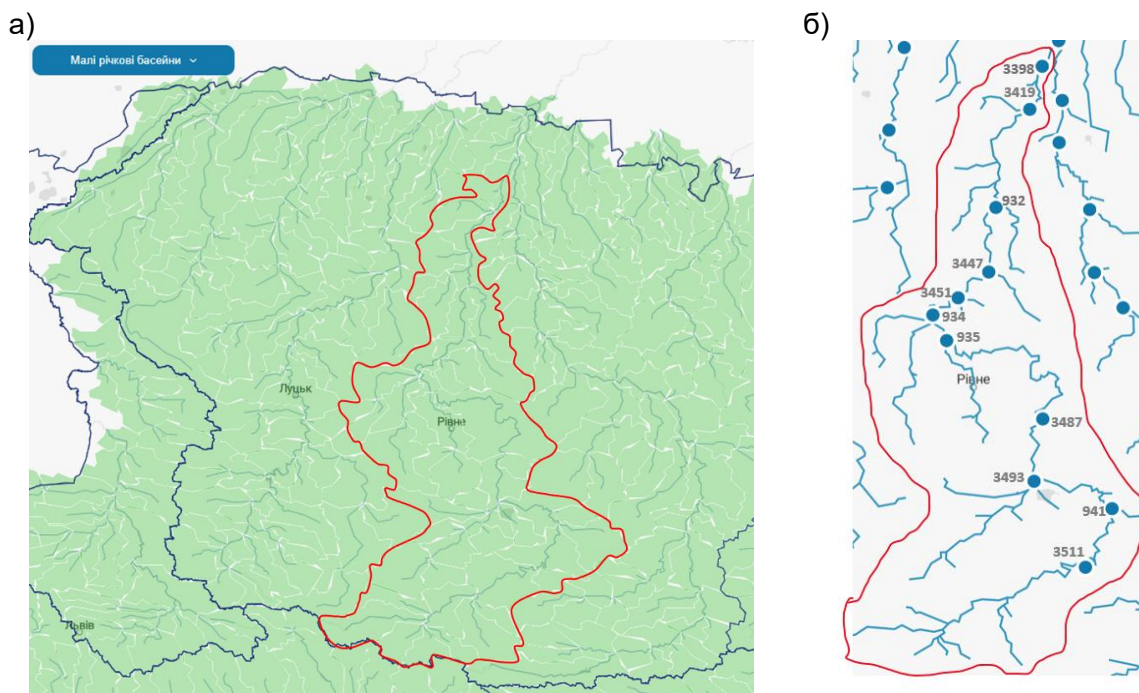


Рис. 1. Схема досліджуваних підбасейнів р. Горинь (без р. Случ) за агро-гідрологічною моделлю річкових басейнів України (<https://landwater.uhmi.org.ua/>)

Проаналізувавши гідрографи стоку (рис. 2), нами було досліджено та оцінена тенденція середньорічних витрат води по підбасейнах р. Горинь. На рис. 3 показаний хронологічний графік ходу середньорічних витрат води для підбасейну 3398 р. Горинь, на якому чітко прослідковується тенденція до зменшення середньорічного стоку. Ця тенденція є значимою, а тому відповідно у наступні роки так само будемо відмічати зменшення загальної водності на річках регіону.

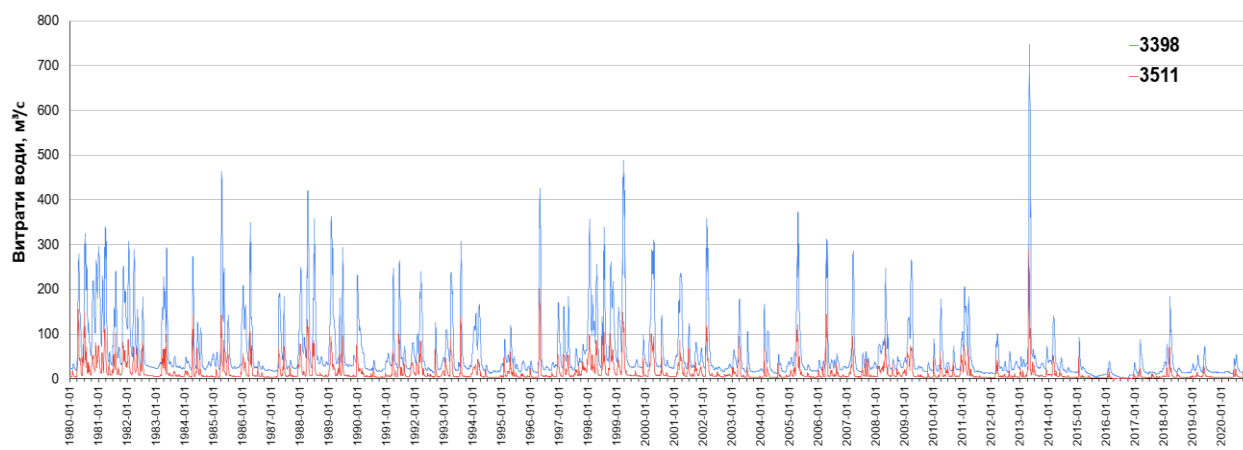


Рис. 2. Гідрографи річкового стоку у створах підбасейнів 3511 (верхів'я) та 3398 (замикаючий створ) р. Горинь за 1980-2020 рр.

Аналізуючи хронологічний графіки побудовані по всіх підбасейнах р. Горинь (приклад на рис. 3), представляє інтерес дослідити циклічність у коливаннях стоку та визначити фази водності за розглянутий період. Для цього були розраховані ординати різницево-інтегральних кривих та побудовані відповідні графіки. На рис. 4 показана різницево-інтегральна крива середньорічних витрат води в підбасейні 3398 р. Горинь, де можемо бачити, що з 1980 р. по 2001 р. спостерігалась відносно багатоводна фаза, у яку 1984, 1987, 1990, 1992, 1994-1997рр. мали водність меншу або близьку до середньої. Починаючи з 2002 року бачимо напрямок кривої донизу, що свідчить про панування маловодної фази на

річках. І за цей період 2005 рік був близький по водності до середнього року, а 2013 оцінюється багатководний, а всі інші роки оцінюються як маловодні.

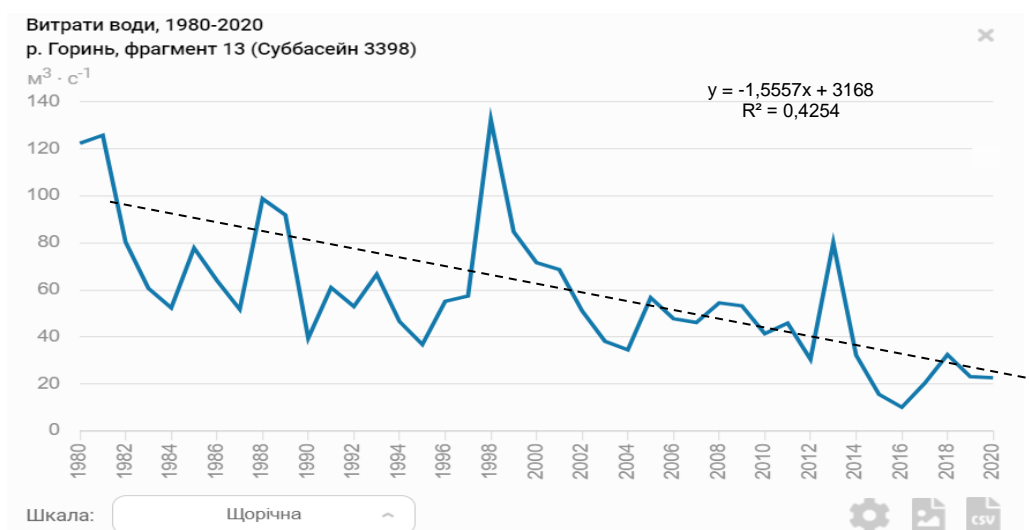


Рис. 3. Хронологічний графік ходу середньорічних витрат води в басейні р. Горинь на прикладі підбасейну 3398 [14]

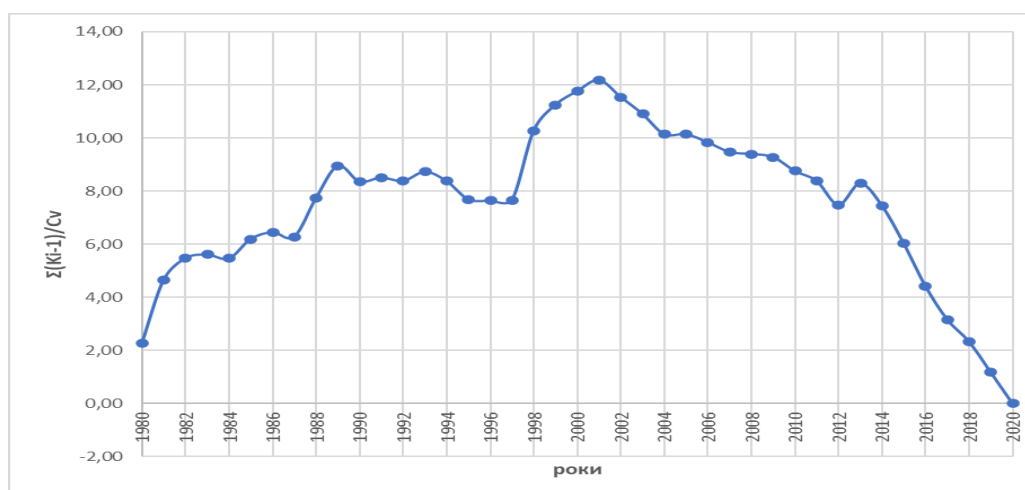


Рис. 4. Різницево-інтегральна крива середньорічних витрат води в підбасейні 3398 р. Горинь

Оцінивши розподіл середньорічного стоку за досліджений період (1980-2020 рр.) нами також було проаналізовано розподіл стоку по місяцях. На рис. 5 показано внутрішньорічний розподіл стоку осереднених середньомісячних витрат води на прикладі підбасейнів 3511 і 3398 р. Горинь за розглянутий період.

Представлені внутрішньорічні розподіли стоку для двох підбасейнів, які характеризують верхів'я (підбасейн 3511) та весь розглянутий водозбір (підбасейн 3398) Найбільша середньомісячна витрата води спостерігаються у квітні місяці, відповідно, 32,3 м³/с (підбасейн 3511) і 118 м³/с (підбасейн 3398), коли формується до 17,2-17,3 % стоку від річного, а найменша частка стоку, формується у вересні 4,2-4,3 % (середньомісячна витрата води, відповідно, 8,0 м³/с і 28,6 м³/с). У весняний сезон маємо середньомісячні витрати води 13,0-32,3 м³/с (підбасейн 3511) і 55,4-118 м³/с (підбасейн 3398), при цьому весняна повінь проходить у березні-квітні, а у травні відмічаємо суттєве зменшення стоку. Далі у літньо-осінній період фіксуються середньомісячні витрати 8,0-15,1 м³/с (підбасейн 3511) і 28,6-50,0 м³/с (підбасейн 3398), які оцінюються як 4,2-8,1 % річного стоку. У зимовий період маємо середньомісячні витрати води 13,2-18,3 м³/с у підбасейні 3511 та 47,8-73,0 м³/с у підбасейні 3398 (7,0-10,7 % від річного стоку кожен).

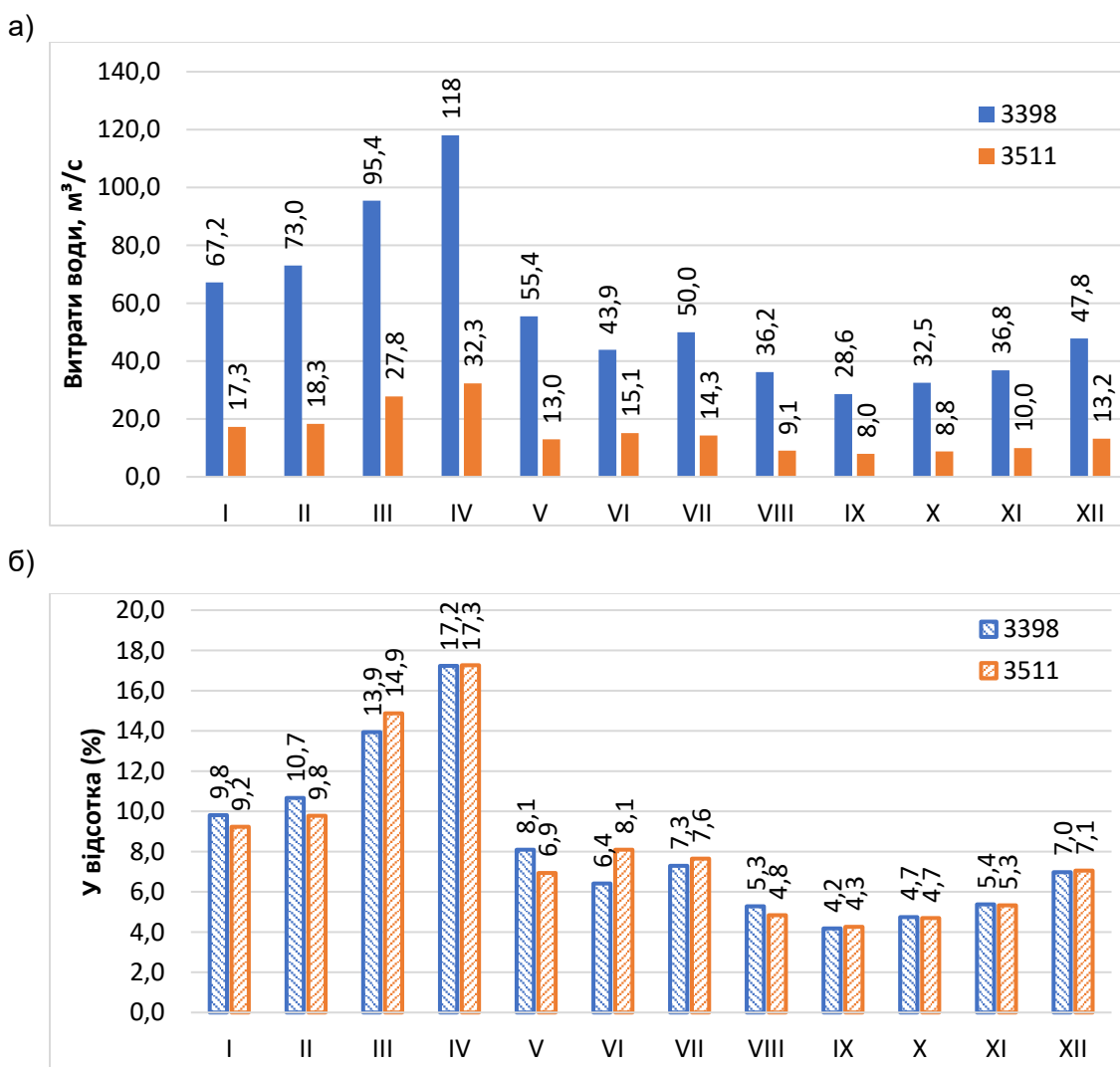


Рис. 5. Внутрішньорічний розподіл середньомісячних витрат води для підбасейнів 3511 і 3398 р. Горинь за період з 1980-2020 рр.: а – у м³/с, б – у %

В табл. 1 зведені середньорічні та характерні середньомісячні витрати води за розглянутий період по підбасейнах р. Горинь.

Таблиця 1. Середньорічні та характерні середньомісячні витрати води в басейні р. Горинь (без р. Случ) за період з 1980-2020 рр. за даними Онлайн платформи Land&Water [14]

Суббасейни	Площа водозбору, км²	Осереднена середньорічна витрата води, м³/с	Осереднена найбільша місячна витрата води, м³/с	Осереднена найменша місячна витрата води, м³/с
3511	2626	15,55	32,281	7,969
941	3153	18,76	38,984	9,456
3493	3943	23,56	49,043	11,834
3487	6011	34,93	71,738	17,585
935	7043	38,66	80,844	18,907
934	7869	42,26	87,38	20,822
3451	9376	48,51	98,982	24,317
3447	9768	49,84	101,664	25,017
932	10280	51,62	105,585	25,909
3419	11564	55,70	114,846	27,991
3398	11986	56,63	118,027	28,611

По мірі збільшення площ водозборів осереднена середньорічна витрата води змінюється від 15,55 м³/с (підбасейн 3511, площа водозбору 2626 км²) до 56,63 м³/с (підбасейн 3398, площа водозбору 11986 км²). При цьому, осереднені найбільші середньомісячні витрати води по басейну змінюються в діапазоні 32,281-118,027 м³/с, а найменші – відповідно, від 7,969 м³/с до 28,611 м³/с.

Для порівняння річкового стоку з елементами водного балансу – опадами, випаровуванням, вологозапасами, він має бути виражений у вигляді шару стоку.

1. Аналізуючи хронологічний графік середньорічних шарів стоку в басейні р. Горинь (рис. 6) теж спостерігається спадна тенденція.

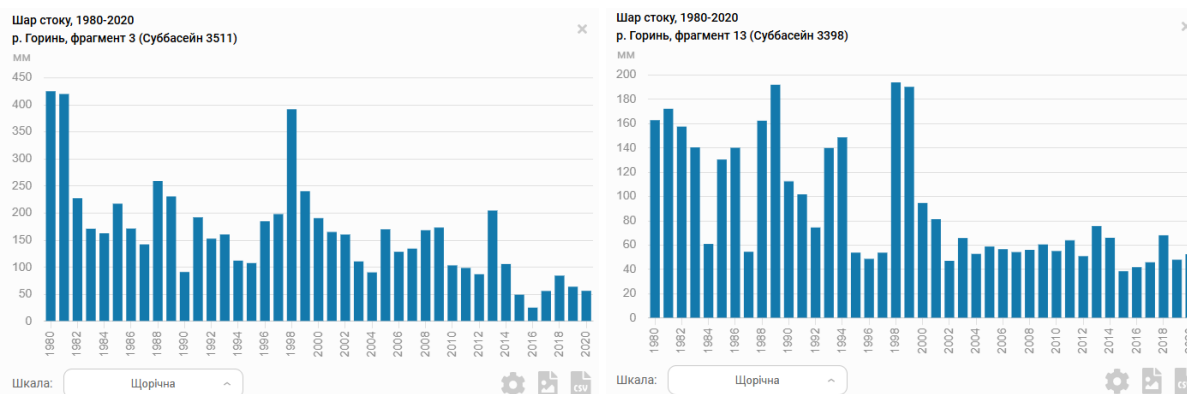


Рис. 6. Хронологічні графіки ходу середньорічних шарів стоку підбасейнів 3511 і 3398 р. Горинь за період 1980-2020 рр.

Як видно, з рис. 6, шар стоку для басейну р. Горинь у верхів'ї (підбасейн 3511) коливається в широких межах від 25 мм до 425 мм, а в пригірловій ділянці (підбасейн 3398) – від 38 мм до 193 мм. Середньобагаторічний шар стоку за розглянутий період по підбасейнах р. Горинь змінюється від 163 мм (підбасейн 3511) до 91 мм (підбасейн 3398).

Різницево-інтегральні криві середньорічних шарів стоку і витрат води на прикладі підбасейну 3398 р. Горинь показано на рис. 7, демонструють майже повну синхронність.

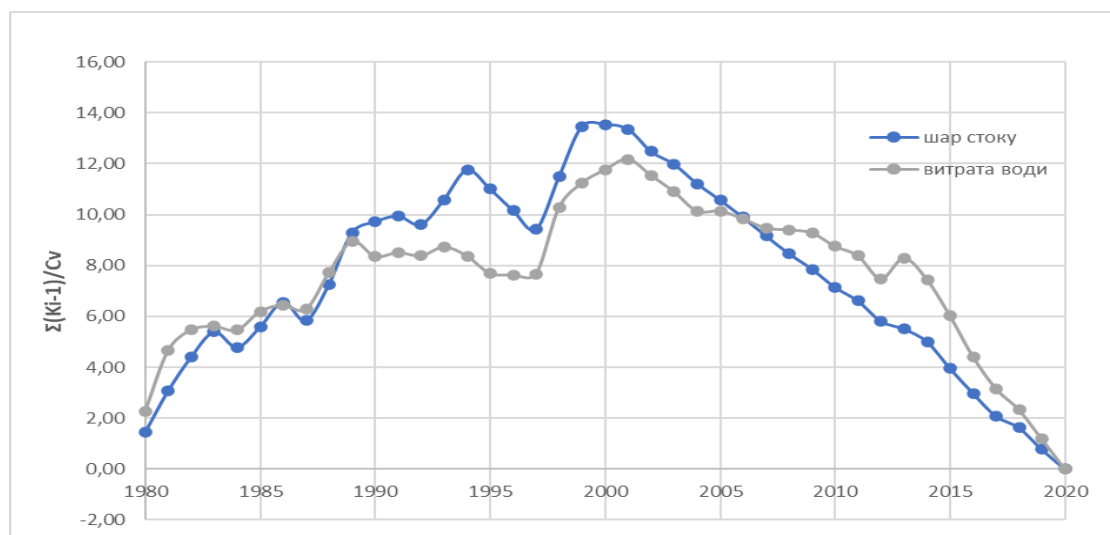


Рис. 7. Різницево-інтегральні криві середньорічних шарів стоку і витрат води підбасейну 3398 р. Горинь

При аналіз внутрішньорічного розподілу стоку (рис. 8) для підбасейну 3511 за місяць формується від 6,0 мм до 29 мм, а для підбасейну 3398 від 4,6 мм до 15 мм.

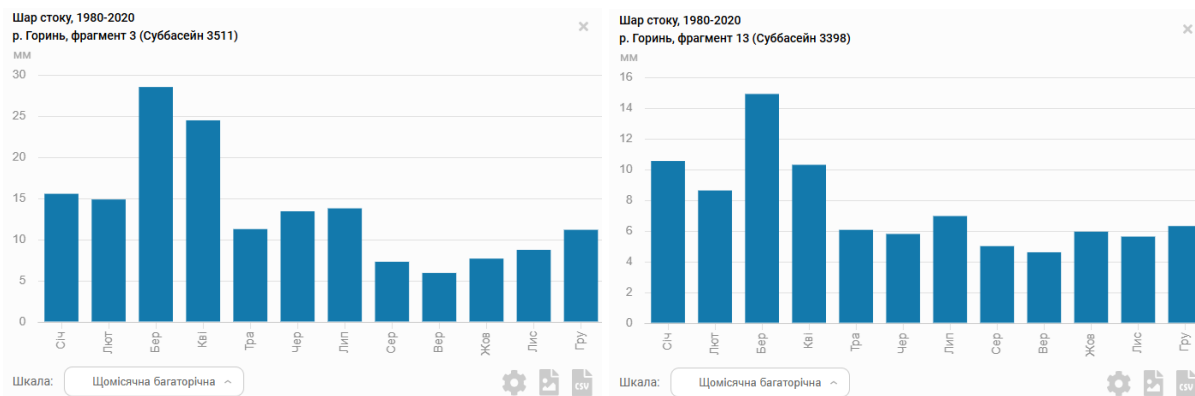


Рис. 8. Внутрішньорічний розподіл шарів стоку для підбасейнів 3511 і 3398 р. Горинь за період з 1980-2020 рр.

2. Середня за розглянутий період сума опадів на рік для підбасейну 3511 р. Горинь оцінюється як 758 мм, а для підбасейну 3398 – 743 мм (рис. 9). В середньому за місяць формувалось від 39-41 мм до 107 мм по підбасейнах р. Горинь. При цьому по хронологічних графіках середньорічних сум опадів також прослідковується значима тенденція до зменшення.

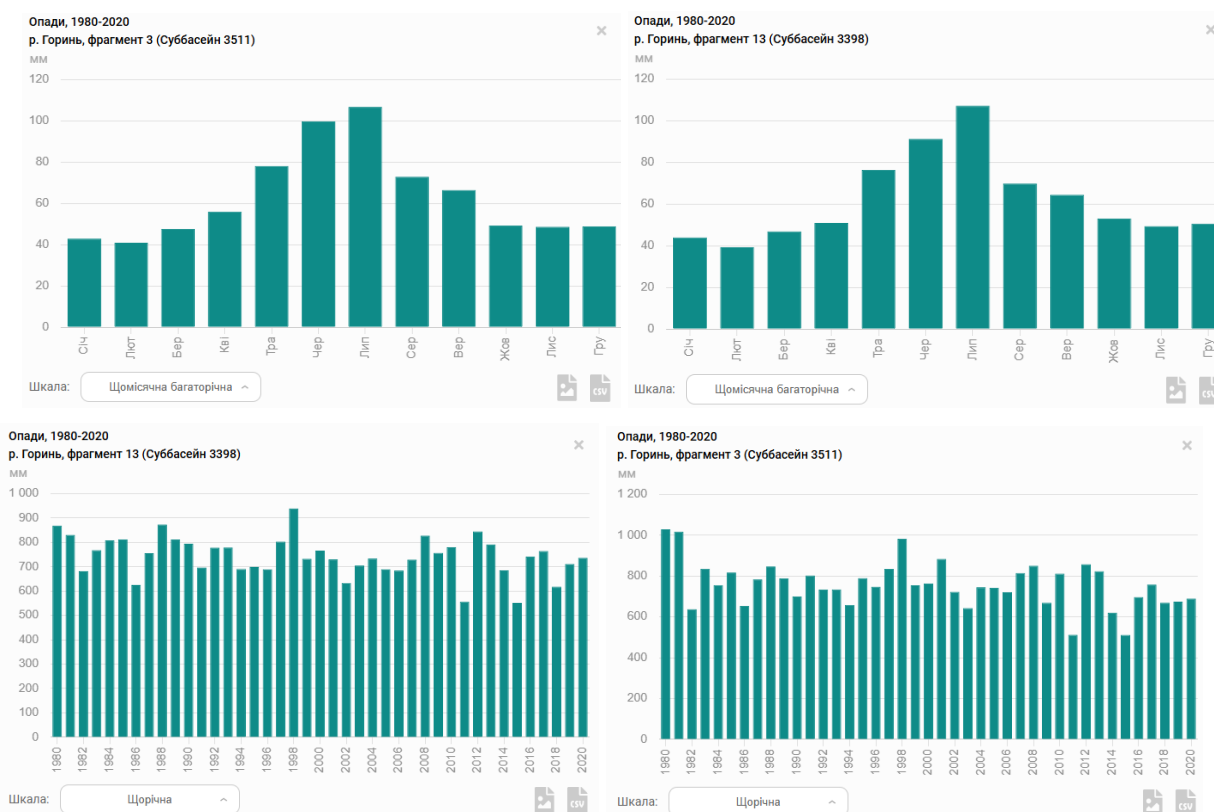


Рис. 9. Графіки щомісячних багаторічних (верхні) та річних сум опадів (нижні) для підбасейнів 3511 і 3398 басейну р. Горинь

3. Сумарне випаровування на розглянутих підбасейнах змінюється в межах 650-662 мм за рік, а по місяцях від 5,14-5,45 мм до 115-117 мм за місяць (рис. 10).

4. Важливим параметром, який показує як опади поширюються по водозбору річки і їх нерівномірність в річному розподілі є показник періодичності опадів. Його розглянуто авторами в статті [10]. Згідно з проведеними дослідженнями коефіцієнт нерівномірності випадіння опадів на території змінюється у невеликих межах. Так, для р. Горинь біля верхів'я (підбасейн 3511), середній показник нерівномірності випадіння опадів знаходиться у межах 3,49% і для підбасейну 3398 у пригірловій частині, він складає 3,38%. Це вказує

на те, що в басейні р. Горинь відбувається майже рівномірний розподіл опадів за весь період дослідження. Якщо ж показник нерівномірності випадіння опадів буде збільшуватися, то опади будуть випадати по території басейну річки нерівномірно.

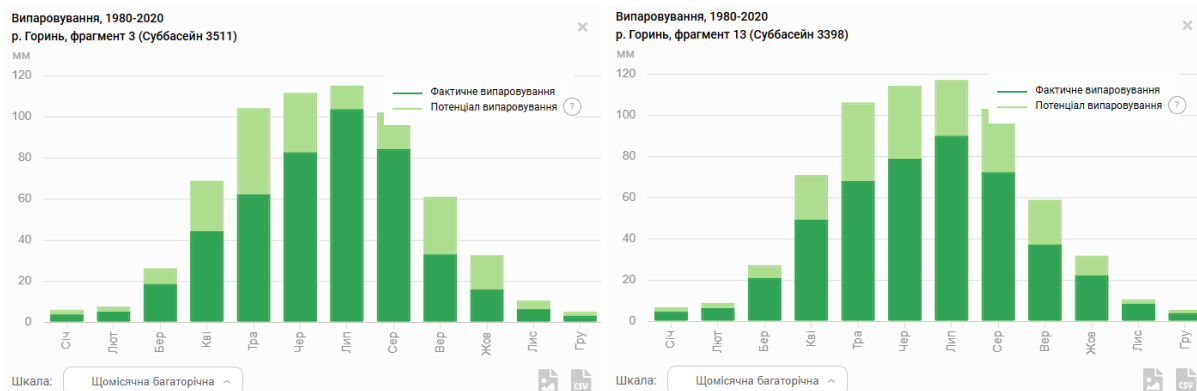


Рис. 10. Графіки щомісячних багаторічних величин випаровування для підбасейнів 3511 і 3398 басейну р. Горинь

5. Водний баланс у дослідженні річкового стоку може відіграти важливу роль, так як дозволяє виявити складові його, які впливають на збільшення або зменшення стоку. Дослідження водно-балансові проведено в басейні річки Горинь без її притоки р. Случ. Результати дослідження представлено в табл. 2.

Таблиця 2. Водно-балансові складові басейну р. Горинь у період з 1980-2020 рр., мм/рік

Складові водного балансу (ВБ), мм/рік	Річковий підбасейн Горині										
	3511	941	3493	3487	935	934	3451	3447	932	3419	3398
Прихідна частина ВБ:											
Опади	758	761	759	761	755	757	756	756	756	742	743
Інфільтрація, живлення рослин, просочування у неглибокий водоносний горизонт	251	300	289	255	227	238	294	290	297	280	273
Живлення глибоководного горизонту	49	59	57	50	45	48	58	57	58	55	54
Разом	1058	1120	1105	1066	1027	1043	1108	1103	1111	1077	1070
Прихідна частина ВБ р. Горинь	1080										
Витратна частина ВБ:											
Випаровування та транспірація	463	428	454	485	495	487	443	450	452	452	462
Поверхневий стік	42	28	12	18	32	31	15	13	3	8	6
Внутрішньогрунтовий стік	3	6	5	3	1	0	3	3	4	3	2
Випаровування з неглибокого водоносного горизонту	133	135	136	134	133	178	190	190	194	191	190
Грунтовий стік неглибокого водоносного горизонту	68	105	96	71	51	15	46	43	44	33	29
Грунтовий стік глибокого водоносного горизонту	50	60	58	51	46	48	59	58	59	56	55
Разом	759	762	761	762	758	759	756	757	756	743	744
Витратна частина ВБ р. Горинь	756										
Різниця	+324										

Як видно з табл. 2, водно-балансові складові басейну річки Горинь складають +324 мм, у яких прихідна частина 1080 мм, а витратна – 756 мм. Додатний водний баланс басейну річки Горинь і його прихідної частини складають опади (середньобагаторічна

величина) по розглянутих підбасейнах, а інфільтрація, живлення рослин, просочування у неглибокий і глибокий водоносний горизонт не великі за своїми значеннями. У витратній частині водного балансу переважає випаровування та транспірація, а внутрішньогрунтовий стік найменший. Поверхневий стік у басейні річки Горинь у верхів'ї (підбасейн 3511) до гирла (підбасейн 3398) зменшується від 42 мм до 6 мм, а випаровування з неглибокого водоносного горизонту навпаки зростає, відповідно, від 133 мм до 190 мм. Дослідження водно-балансових складових підтверджують вище розглянуті зміни по річковому стоку і опадах в басейні річки.

У дослідженнях показано, що позитивна динаміка прихідної частини по опадах у водному балансі і більш прямолінійна тенденція до спаду опадів на інтегральних сумарних кривих може не співпадати, так як відбуваються різні впливи факторів на опади: 1) на зменшення кількості опадів впливають найбільше кліматичні зміни; 2) на збільшення опадів у водному балансі можуть впливати: наявність щільної сітки меліоративних каналів та їх стан, водно-болотні землі та значна водна рослинність, лісистість в басейні р. Горинь, зміна клімату.

Випаровування та транспірація – це складові, які найбільше відіграли роль у витратній частині водного балансу басейну Горині. В басейні Горині є велика кількість ставків і водосховищ, а також рослинність (трави, кущі, ліси, водно-болотна рослинність). Як показано в дослідженнях авторів [12] для басейну Горині витрати на випаровування з площі дзеркала ставків і водосховищ в зоні Хмельницької АЕС складають в рік 75% ймовірності 7,55 млн.м³, в роки 95% і 97% ймовірності, відповідно, 13,33 млн.м³ і 14,86 млн.м³. Найбільші втрати на випаровування спостерігаються влітку, з червня по серпень – 54 % від річних, а найменші втрати – з листопада по березень – всього 17,2 % річних за 5 місяців. У підземному живленні річок мають водоносні комплекси четвертинних відкладів. Грунтові води без запізнення в часі реагують на величину атмосферних опадів [12].

Найкраще та доцільно проводити водно-балансові дослідження для басейнів річок, поділивши їх на однакові підбасейни, тобто невеликі ділянки, які дозволяють більш детально та точно визначати основні його складові.

Висновки. Результати дослідження динаміки змін річкового стоку, шару стоку і опадів в басейні річки Горинь (по 11 підбасейнах) показують стійку тенденцію до зниження. Водно-балансові складові басейну річки Горинь (без р. Случ) показують тенденцію до накопичення вологи на 324 мм, за рахунок прихідної частини, а саме опадів. Витратна складова водного балансу складає 756 мм, що не перевищує прихідної частини (1080 мм), в основному здійснюється за рахунок випаровування та транспірації з водних поверхонь та рослин. Побудовані графіки поверхонь показують, що середньорічна витрата, шар стоку та опади прямо залежні один від одного і в майбутньому при збереженні таких же самих факторів впливу на них, будуть мати таку ж саму тенденцію до спаду або зростання. Для р. Горинь біля верхів'я (підбасейн 3511), середній показник нерівномірності випадіння опадів знаходиться у межах 3,49% і для підбасейну 3398 у пригирловій частині, він складає 3,38%. Результати дослідження можна використовувати для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі використання, охорони вод та відтворення водних ресурсів.

Список літератури

1. Директива Європейського парламенту і ради 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок заходів Співтовариства в галузі водної політики. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text
2. Водна стратегія України на період до 2050 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>
3. *Израэль Ю.А., Семёнов С.М., Анисимов О.А. и др.* Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата : вклад рабочей группы II. Метеорология и гидрология. 2007. №9. С. 5–13.
4. Водні ресурси : використання, охорона, відтворення, управління : підручник для студентів вищих навч. закладів / Яцик А. В., Грищенко Ю. М., Волкова Л. А., Пашенюк І. А. Київ : Генеза, 2007. 360 с.
5. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Екологічні паспорти. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/ekologichni-pasporty/>

6. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т.1(32). С. 22–31.
7. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
8. Холоденко В.С., Косяк Д.С. Часова структура річних сум, теплого та холодного періодів атмосферних опадів в межах Прип'ятсько-Волинської моренно-зандрової рівнини та Волинської денудаційної височини // Географія та туризм. 2015. Вип.32. С. 209–220.
9. Галік О.І., Будз О.П., Косяк Д.С., Холоденко В.С. Застосування гідролого-генетичних методів для характеристики змін атмосферних опадів в контексті оцінки ресурсів річкового стоку // Тези доповідей першого Всеукраїнського гідрометеорологічно-го з'їзду (з міжнародною участю), м. Одеса, 22-23 берез. 2017 р. Одеса, 2017. С. 114–115.
10. Холоденко В.С., Басюк Т.О., Будз О.П., Гопчак І.В., Холоденко А.О. Оцінка однорідності рядів спостережень за кількістю атмосферних опадів та рівнями води на водних об'єктах зони впливу Хмельницької АЕС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2023. Вип. 1(67). С. 42-51.
11. Холоденко В.С., Холоденко А.О. Оцінка змін метеорологічних параметрів на метеостанції Рівне. Географія та туризм. 2022. Вип.69. С. 64–72.
12. В.К. Хільчевський, М.І. Ромась, О.В. Чунар'юв, В.В. Гребінь, І.О. Шевчук. Гідроекологічний стан басейну Горині в районі Хмельницької АЕС / За ред. В.К. Хільчевського. Київ : Ніка-Центр, 2011. 176 с. URL: <https://ev.vue.gov.ua/wp-content/uploads/2023/11/Гидрокол.-стан-Горыни-в-р-ни-KHAES-2011.pdf>
13. Лук'янець О.І., Гребінь В.В. Часова динаміка водно-балансових складових в басейні р. Псел. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. Вип. 1(59) С. 28-36.
14. Онлайн платформа "Land & Water" Агро-гідрологічна модель річкових басейнів України. Лабораторія моделювання річкових систем. Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України URL: <https://landwater.uhmi.org.ua/>

References

1. Dyrektyva Yevropeiskoho parlamentu i Rady 2000/60/leS vid 23 zhovtnia 2000 roku pro vstanovlennia ramok zakhodiv Spivtovarystva v haluzi vodnoi polityky [Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text
2. Vodna stratehiia Ukrainy na period do 2050 roku [Water Strategy of Ukraine for the period until 2050]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>
3. Izrael Yu.A., Semenov S.M., Anisimov O.A. et al. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: contribution of Working Group II [The fourth assessment report of the Intergovernmental Group of Experts on Climate Change: contribution of the working group II]. Meteorology and Hydrology. 2007. No. 9. pp. 5–13.
4. Vodni resursy : vykorystannia, okhорona, vidtvorennia, upravlinnia [Water resources: use, protection, reproduction, management] : pidruchnyk dlia studentiv vyshchych navch. zakladiv / Yatsyk A. V., Hryshchenko Yu. M., Volkova L. A., Pasheniuk I. A.. Kyiv : Heneza, 2007. 360 s.
5. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. Ekolohichni pasporty. [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Ecological passports]. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyi-monitoryng/ekologichni-pasporty/>
6. Horbachova L.O. Metodychni pidkhody shchodo otsinky odnorodnosti i stacionarnosti hidrolohichnykh riadiv sposterezhen [Methodological approaches to assessing the homogeneity and stationarity of hydrological observation series] // Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2014. Т.1(32). С. 22–31.
7. Hrebin V.V. Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichnyi analiz) [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis)]. Kyiv : Nika-Tsentr, 2010. 316 s.
8. Kholodenko V.S., Kosiak D.S. Chasova struktura richnykh sum, teploho ta kholodnoho periodiv atmosferynykh opadiv v mezhakh Prypiatsko-Volynskoi morenno-zandrovoi rivnyny ta Volynskoi denudatsiinoi vysochyny [Temporal structure of annual amounts, warm and cold periods of precipitation within the Pripjat-Volyn moraine-sand plain and the Volyn denudation upland] // Heohrafiia ta turyzm. 2015. Vyp.32. S. 209–220.
9. Halik O.I., Budz O.P., Kosiak D.S., Kholodenko V.S. Zastosuvannia hidroloho-henetychnykh metodiv dlia kharakterystyky zmin atmosferynykh opadiv v konteksti otsinky resursiv richkovoho stoku [Application of hydrological-genetic methods to characterize changes in atmospheric precipitation in the context of river runoff resource assessment] // Tezy dopovidei pershoho Vseukrainskoho hidrometeorolohichno-ho zizdu (z mizhnarodnoiu uchastiu), m. Odesa, 22-23 berez. 2017 r. Odesa, 2017. S. 114–115.
10. Kholodenko V.S., Basiuk T.O., Budz O.P., Hopchak I.V., Kholodenko A.O. Otsinka odnorodnosti riadiv sposterezhen za kilkistiu atmosferynykh opadiv ta rivniamy vody na vodnykh obiektakh zony vplyvu

Khmelnyskoi AES [Assessment of the homogeneity of observation series on the amount of atmospheric precipitation and water levels in water bodies in the zone of influence of the Khmelnytskyi NPP] / Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia: Period. nauk. zbirnyk/ Hol. redaktor V.K. Khilchevskiy. Kyiv : 2023. № 1(67) S. 42-51.

11. *Kholodenko V.S., Kholodenko A.O.* Otsinka zmin meteorolohichnykh parametriv na meteostantsii Rivne [Assessment of changes in meteorological parameters at the Rivne weather station] // Heohrafiia ta turizm. 2022. Vyp.69. S. 64–72.

12. *V.K. Khilchevskiy, M.I. Romas, O.V. Chunarov, V.V. Hrebin, I.O. Shevchuk.* Hidroekolohichnyi stan baseinu Horyni v raioni Khmelnytskoi AES [Hydroecological state of the Horyn basin in the area of the Khmelnytskyi NPP] / Za red. V.K. Khilchevskoho. Kyiv : Nika-Tsentr, 2011. 176 s. URL: <https://ev.vue.gov.ua/wp-content/uploads/2023/11/Hidroekol.-stan-Horyni-v-r-ni-KHAES-2011.pdf>

13. *Lukianets O.I., Hrebin V.V.* Chasova dynamika vodno-balansovykh skladovykh v baseini r. Psel [Temporal dynamics of water balance components in the Psel River basin] / Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2021. № 1(59). S. 28-36.

14. Onlain platforma "Land & Water" Ahro-hidrolohiichna model richkovykh baseiniv Ukrainy [Agro-hydrological model of river basins of Ukraine]. Laboratoriia modeliuвання richkovykh system. Ukrainyskyy hidrometeorolohichnyi instytut DSNS Ukrainy ta NAN Ukrainy URL: <https://landwater.uhmi.org.ua/>

Research on the long-term dynamics of the water balance components of the Horyn River basin (before the confluence of the Sluch River)

Kholodenko V.S., Basiuk T.O., Kholodenko A.O., Goptsiy M.V.

In Ukraine, a gradual process of reforming the water resources management system is underway, the purpose of which is to achieve its compliance with the developments of the modern management system implemented in the European Union. The main principles of which are highlighted in the EU Water Framework Directive and the Water Strategy of Ukraine for the period up to 2050. An important object in them is water resources, in particular, the characteristics of the river basin, one of which is the river runoff. River runoff is subject to change due to the influence of various factors (climatic, anthropogenic). The relationship between river runoff, runoff layer and precipitation with the water balance component has been studied. The research methodology is built in the direction of applying the hydrological-genetic and statistical method, the agro-hydrological model of river basins of Ukraine has been used. Tables of initial data of observation series of average annual water discharge, runoff layer and precipitation on the Horyn River (excluding the Sluch River) have been formed; an approach was chosen and a calculation basis was carried out for studying the dynamics of changes in river runoff, runoff layer and precipitation; surface graphs were constructed; the coefficient of uneven precipitation was calculated; water balance components in the Horyn River basin (excluding the Sluch River) were studied. It was established that the river runoff, runoff layer and precipitation are decreasing in dynamics. The water balance components of the Horyn River basin (excluding the Sluch River) show a tendency to accumulate moisture by 324 mm, due to the incoming part, namely precipitation. The expenditure component of the water balance is 756 mm, which does not exceed the incoming part (1080 mm), and is mainly carried out due to evaporation and transpiration from water surfaces and plants. Surface graphs show a close interdependence of river runoff, runoff layer and precipitation. The average indicator of uneven precipitation fluctuates within small limits.

Key words: Horyn River; river runoff; runoff layer; precipitation; water balance.

Надійшла до редколегії 22.08.2025