

Features of maximum snowmelt and rainfall runoff formation in the rivers of the Ukrainian Polissya under conditions of seasonal redistribution and climate change

Sivaiev D., Shakirzanova Zh.

The study analyzes the findings of both international and Ukrainian researchers concerning the impact of climate change on river hydrological regimes. Particular attention is given to current trends in the seasonal redistribution of water resources, including the reduction of the spring runoff share, the shift in its timing, and the increasing frequency of snowmelt-rain floods during the winter period. At the same time, the probability of extreme flooding events remains significant, which necessitates a detailed analysis of the formation of maximum river discharge in the Ukrainian Polissya under conditions of seasonal water redistribution and a changing climate.

In the intra-annual distribution of river runoff in the Ukrainian Polissya over the past decades, a decrease in the share of snowmelt contribution and an increase in groundwater contribution have been observed. Consequently, there has been a reduction in runoff volumes during the spring period and an increase during the summer-autumn and winter low-flow periods. A clear trend toward a higher frequency of thaws has developed, resulting in more frequent winter floods and, therefore, an increased proportion of runoff during the cold season. Under these conditions, the formation of maximum snowmelt-rain runoff in the winter-spring period has become typical for rivers, in contrast to the previously dominant phase of their hydrological regime - the spring high-water period.

The study examines the impact of climate change on the maximum snowmelt-rain flood runoff of rivers in the Ukrainian Polissya, focusing on the transformation of spring floods and the occurrence of snow droughts - phenomena associated with a deficit of snow water storage during winter, which subsequently lead to the development of spring-summer hydrological droughts. At the same time, under conditions of climate warming, the probability of intensive snowmelt-rain or rainfall floods remains high, particularly when these events occur sequentially during the winter-spring period, as opposed to the traditionally dominant spring high-water season of rivers.

The consideration of climate change in hydrological computation and forecasting methods is proposed to be implemented through the application of regional adjustment coefficients to the long-term mean runoff values. These coefficients are derived from the comparison of present-day meteorological data with climate model projections or from the assessment of changes in river flow phases. Such an approach allows accounting for variations in both the design and projected maximum and annual river discharge in the future, which is essential for the socio-economic development of society.

The identified current patterns and hydro-meteorological factors influencing the formation of maximum snowmelt-rain runoff in the rivers of the Ukrainian Polissya will be applied to improve mathematical methods of hydrological computations and forecasts under climate change conditions and seasonal redistribution of river runoff.

Key words: seasonal redistribution of runoff; maximum snowmelt-rain runoff; mixed-origin floods.

Надійшла до редколегії 30.09.2025

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2025.3.4>

УДК 556.162+556.166

Москаленко С.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

СУЧАСНІ ЗМІНИ ЧАСТОТИ ТА ПЕРІОДІВ ПОВТОРЮВАНОСТІ СНІГО-ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ В БАСЕЙНІ ТИСИ

Стаття присвячена дослідженню сучасних змін частоти та періодів повторюваності сніго-дощових паводків певної величини на річках в басейні Тиси (в межах України). Для цього використано дані спостережень за стоком води з гідрологічних постів: р. Тиса – м. Рахів, р. Ріка – смт Міжгір'я, р. Латориця – м. Мукачеве за період з 1948-2019 рр. Оскільки паводки на річках в басейні Тиси формуються декілька разів протягом року, для дослідження сформовано ряди максимальних середньодобових витрат води часткової тривалості сніго-дощових паводків. На відміну від рядів щорічних максимумів паводків, які включають лише одну найвищу витрату кожного року, ряди часткової тривалості містять максимуми усіх паводків, що перевищують певне порогове значення, яке відповідає найменшому значенню з ряду щорічних максимальних річних витрат. Для оцінки сучасних змін частоти та повторюваності сніго-дощових паводків певної величини розглядалися ряди максимумів часткової тривалості за два рівних періоди (36 років) – 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. Для визначення періодів (інтервалів) повторюваності паводків певної величини використана формула, що є зворотною до формули Вейбула, яка призначена для обчислення ймовірностей перевищення членів ряду. На основі цього побудовано суміщені графіки періодів повторюваності максимумів сніго-дощових паводків за два досліджувані періоди, що дозволило проаналізувати зміни частоти та періодів повторюваності сніго-дощових паводків на річках в басейні Тиси, що відбулися в сучасний період. Проведене дослідження є практично орієнтованим для гідрологічного забезпечення різних галузей виробництва, оскільки отримані результати дають можливість отримати інформацію про імовірнісний потенціал виникнення сніго-дощових паводків на річках в межах досліджуваної території.

Ключові слова: р. Тиса в межах України; сніго-дощові паводки; максимальні витрати води; ряди часткової тривалості; періоди повторюваності.

ISSN:2306-5680 Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2025. № 3 (77)

Вступ. Серед фаз водного режиму передгірних та гірських річок паводкам належить особлива роль, оскільки саме з ними пов'язані різні прояви катастрофічних ситуацій (підтоплення чи затоплення населених пунктів, сільськогосподарських угідь, ушкодження чи руйнування промислових підприємств, інженерних комунікацій тощо).

Басейн р. Тиси відноситься до паводконебезпечних, він є найбільш багатоводним в Україні [4, 5]. Фізико-географічні умови сприяють цьому. В рельєфі досліджувана територія представлена горами, передгір'ями Карпат та Закарпатською низовиною. Гори перешкоджають проникненню сюди холодних повітряних мас з півночі. Натомість протягом усього року надходять теплі атлантичні та середземноморські повітряні маси. Загалом, басейн р. Тиси в межах України відноситься до області надлишкової зволоженості. На низовинах та у передгір'ях Українських Карпат річна кількість опадів змінюється від 650 до 950 мм, а у горах з висотою вона переважно збільшується до 1200-1400 мм, іноді досягаючи 1400-1800 мм [3, 6, 10].

Паводки в регіоні виникають як через сильні та тривалі дощі різної інтенсивності, так і через бурхливе танення снігу під час відлиг у холодну пору року, до яких додаються рідкі опади. Води від атмосферних опадів швидко скидаються по гірських схилах у річки з формуванням великого діапазону паводкових піків (максимальних витрат води). Тобто паводки на річках басейну. Тиси формуються протягом усього року і, залежно від пори року, вони бувають дощовими та сніго-дощовими [1, 2, 5, 7, 9].

Мета дослідження – аналіз сучасних змін частоти та виявлення змін в часових інтервалах (періодах) повторюваності сніго-дощових паводків певної величини на річках басейну Тиси в межах України.

Методи дослідження та вихідні дані. Частоту паводків певної величини можна охарактеризувати через період їх повторюваності. Період повторюваності – це середньостатистична тривалість періоду між паводками певної величини [11, 12]. Ймовірність перевищення – це величина, що зворотна періоду повторюваності. Наприклад, ймовірність перевищення паводку 1% матиме повторюваність 1 раз на період у 100 років. В гідрологічному сенсі, чим більший період повторюваності, тим значніший паводок. Якщо взяти формулу Вейбула $P_{\%} = m/(n+1)$, яка використовується для розрахунку ймовірностей перевищення для ряду випадкових величин, то період повторюваності T_{II} (рік) можна визначити за формулою, яка є зворотною до неї:

$$T_{II} = \frac{(n+1)}{m}, \quad (1)$$

де n – загальна довжина ряду випадкових величин, m – ранг (або порядковий номер) членів ранжованого в спадному порядку ряду випадкових величин.

Через те, що паводки різної інтенсивності на річках басейну р. Тиса відбуваються по кілька разів протягом усього року, для формування вихідних даних для розрахунків використано дані за середніми добовими витратами води, з яких виділялися самі паводки і вибиралися їх максимуми, а саме, максимальні середньодобові витрати. Відомо, що крім максимальних середньодобових витрат фіксуються й максимальні строкові витрати, які для гірських річок за своєю величиною, зазвичай, вищі максимальних середньодобових, але отримати такі строкові значення для всіх паводків важко і, деякою мірою, неможливо [1, 2, 8, 14]. Тому при виконанні роботи використано саме максимальні середньодобові витрати під час паводків. Вибірки формувалися за період спостережень з 1948 по 2019 рр. з наступних гідрологічних постів: р. Тиса – м. Рахів (площа водозбору $F = 1070 \text{ км}^2$, середня висота водозбору $H = 1100 \text{ м Бс}$), р. Ріка – смт Міжгір'я ($F = 550 \text{ км}^2$, $H = 800 \text{ м Бс}$), р. Латориця – м. Мукачево ($F = 1360 \text{ км}^2$, $H = 570 \text{ м Бс}$).

Для правильної інтерпретації результатів дослідження та отримання надійних висновків при формуванні рядів вихідних даних важливо придержуватися умов статистичної однорідності та незалежності. Однорідність означає однакові умови формування паводків, а незалежність полягає у тому, що послідовні паводки повинні бути індивідуальні і не впливати один на одного. Для дотримання цих умов до статистичних рядів

паводкових максимальних витрат води досліджувалися лише сніго-дощові паводки за холодний період року (листопад-квітень), тобто без дощових паводків, які відбуваються в теплий період року (травень-жовтень). Деякі паводки, що спостерігалися на межі періодів, ретельно аналізувалися щодо їх відповідності [1, 2].

Отже, враховуючи сказане вище, сформовано так звані ряди часткової тривалості максимальних середньодобових витрат води сніго-дощових паводків (рис. 1). Ряд часткової тривалості – це часовий ряд статистично незалежних та однорідних величин (явищ), що перевищують певну базову (порогову) величину, незалежно від кількості величин (явищ), які сталися за аналізований період [11, 12]. Тобто, на відміну від рядів щорічних максимумів паводків, які включають лише одну найвищу паводкову витрату води за кожний рік ряду, ряди часткової тривалості містять максимуми усіх паводків, що перевищують деяке порогове значення, яке, у нашому випадку, відповідає найменшому значенню з ряду щорічних максимальних річних води.

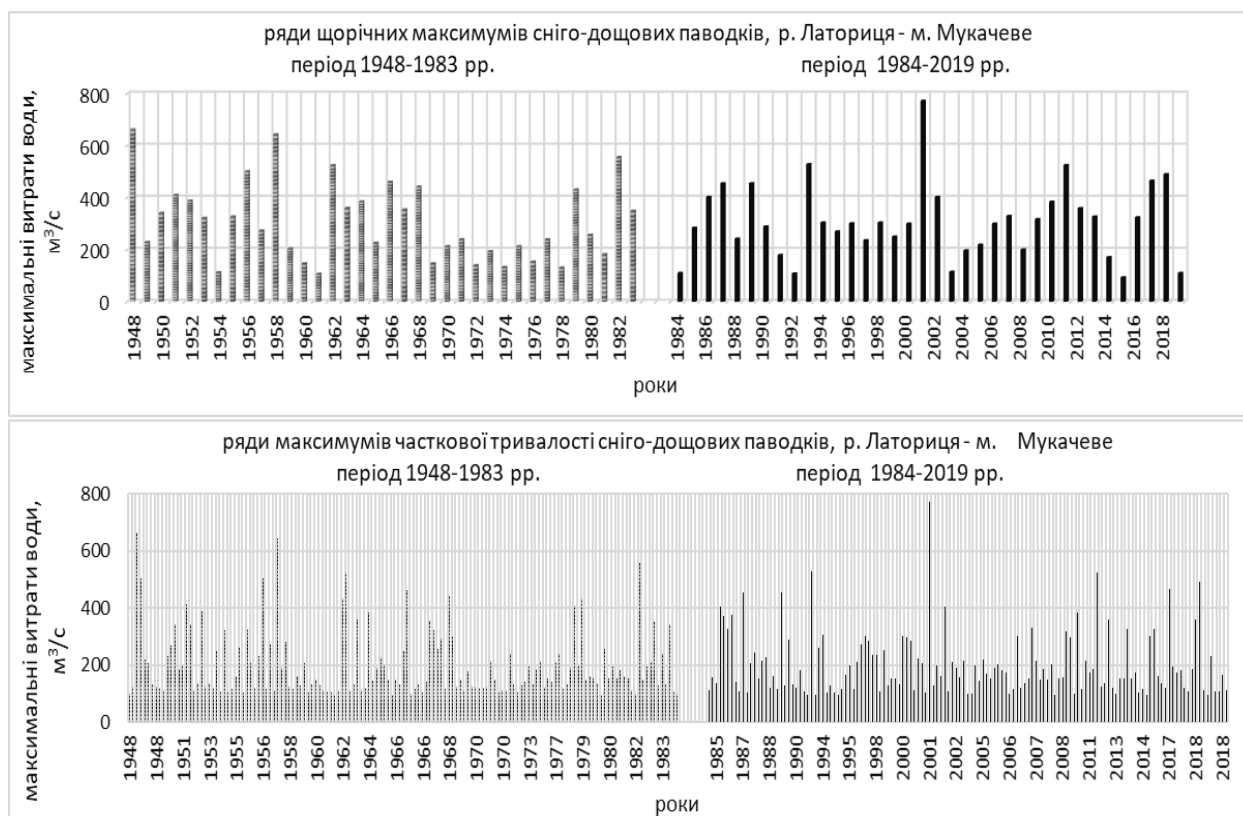


Рис. 1. Ряди річних максимумів та ряди максимумів часткової тривалості сніго-дощових паводків на р. Латориця - м. Мукачеве

Оскільки метою дослідження є не тільки аналіз частоти сніго-дощових паводків певної величини на річках басейну Тиси, а й виявлення змін в періодах їхньої повторюваності у сучасний період, розглядалися ряди часткової тривалості максимальних середньодобових витрат води сніго-дощових паводків за два рівних за часової тривалістю періоди – 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. Є логічним, що довжина рядів сніго-дощових паводків часткової тривалості перевищує кількість років вихідної річної вибірки сніго-дощових паводків, оскільки паводкових максимумів протягом холодного періоду року для річок басейну р. Тиса можна виділити декілька. Це добре ілюструє рис. 1, на якому подано, як приклад, ряди щорічних максимумів та ряди максимумів часткової тривалості сніго-дощових паводків на р. Латориця - м. Мукачеве.

В табл. 1 представлена узагальнена інформація про вихідні дані: найбільші та найменші значення максимальних витрат води сніго-дощових паводків за періоди спостережень 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. на річках басейну Тиси, а також кількість значень сформованих рядів річних максимумів та максимумів часткової тривалості сніго-дощових паводків.

Таблиця 1. Найбільші та найменші значення максимальних витрат води сніго-дощових паводків за періоди спостережень 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. на річках басейну Тиси, кількість значень рядів річних максимумів та максимумів часткової забезпеченості

Річка-гідрологічний пост	Кількість членів ряду максимальних витрат води сніго-дощових паводків		За період спостережень 1948-2019 рр.	
	річних	часткової тривалості	Найбільша максимальна витрата води сніго-дощових паводків, м ³ /с (рік)	Найменша максимальна витрата води сніго-дощових паводків, м ³ /с (рік)
Період 1948 – 1983 рр.				
р. Тиса – м. Рахів	36	156	529 (1947-48)	29,4 (1953-54)
р. Ріка – смт Міжгір'я	36	135	443 (1957-58)	51,1 (1958-59)
р. Латориця – м. Мукачево	36	145	663(1947-48)	95,2 (1961-62)
Період 1984 – 2019 рр.				
р. Тиса – м. Рахів	36	157	711(2000-01)	31,4 (2008-09)
р. Ріка – смт Міжгір'я	36	151	297(1957-58)	51,1 (2004-15)
р. Латориця – м. Мукачево	36	139	773(2000-01)	94,4 (1992-93)

Результати дослідження. Використовуючи дані про кількість членів рядів максимальних витрат води сніго-дощових паводків – річних та часткової тривалості (табл. 1), за періоди 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. на річках басейну Тиси, розраховано середньостатистичні показники частоти (у кількість випадків на рік) сніго-дощових паводків в холодний період року (табл. 2).

Таблиця 2. Середньостатистичні показники повторюваності сніго-дощових паводків на річках басейну Тиси за два періоди 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр.

Річка-гідрологічний пост	Повторюваність сніго-дощових паводків, кількість випадків на рік	
	за періоди	
	1948 – 1983 рр.	1984 – 2019 рр.
р. Тиса – м. Рахів	4,3	4,4
р. Ріка – смт Міжгір'я	3,8	4,2
р. Латориця – м. Мукачево	4,0	3,9
середнє	4,0	4,2

Аналізуючи отриману інформацію з таблиць 1-2, можна констатувати наступне. В басейні р. Тиса кількість сніго-дощових паводків має тенденцію на збільшення в сучасний період – $\approx 3\%$, порівнюючи періоди 1948 – 1983 рр. та 1984 – 2019 рр. Сніго-дощові паводки в басейні р. Тиса відбуваються в середньому 4 випадки на рік. Але це не означає, що кожного року їх формується саме стільки ж. Наприклад, на р. Тиса - м. Рахів у холодні періоди 1950-51, 1965-66, 1994-95 рр. сформувався по 8-10 сніго-дощових паводків, а 1948-49, 1975-76, 1983-84, 2018-19 рр. їх було 1-2.

Для виявлення сучасних змін в часових інтервалах повторюваності сніго-дощових паводків певної величини, за формулою (1) визначено періоди їх повторюваності та побудовано за два досліджуваних періоди 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. суміщені графіки періодів повторюваності максимумів сніго-дощових паводків для р. Тиса – м. Рахів (рис. 2), р. Ріка – м. Міжгір'я (рис. 3), р. Латориця – м. Мукачево (рис. 4).

Аналізуючи розрахунки та графіки періодів повторюваності максимумів стоку води певних величин та сніго-дощових паводків, помічено наступне.

На р. Тиса – р. Рахів високі сніго-дощові паводки, формувалися частіше в сучасний період (1984-2019 рр.), ніж у попередньому – 1948-1983 рр.; *середні ж за висотою* сніго-дощові паводки в сучасний період мають більш тривалі періоди повторення, ніж у

попередній період; щодо *невисоких* сніго-дощових паводків на р. Тиса – р. Рахів, то періоди їх повторення майже не змінилися за періоди 1948-1983 гг. та 1984-2019 pp. (рис. 2).

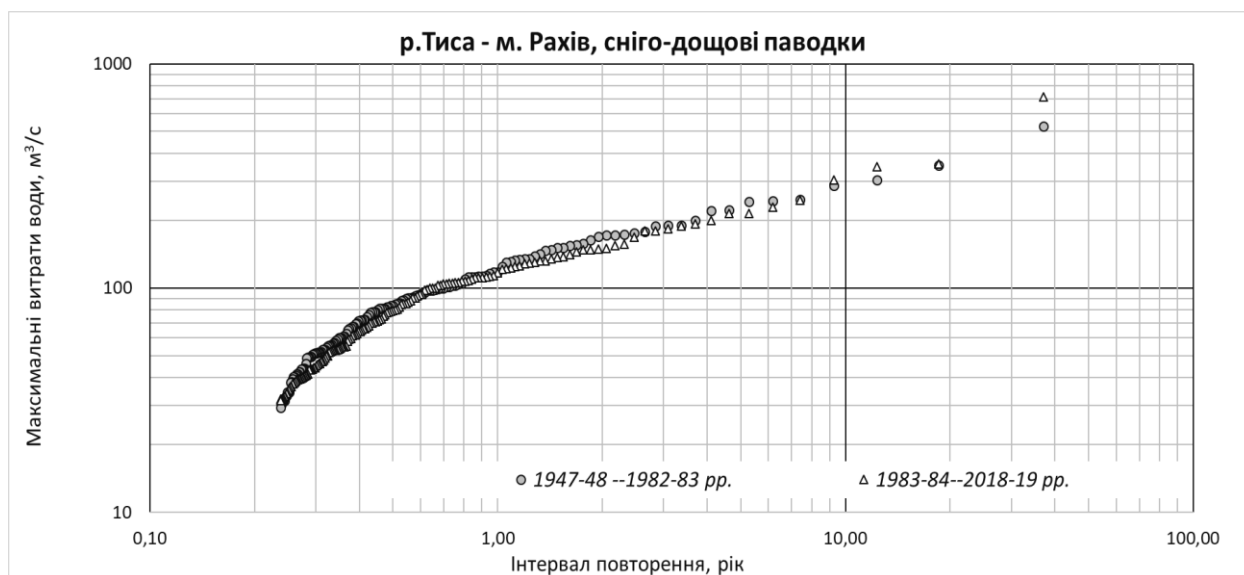


Рис. 2. Графіки періодів повторюваності максимумів стоку води сніго-дощових паводків на р. Тиса – м. Рахів за періоди 1948-1983 pp. та 1984-2019 pp.

На р. Ріка – м. Міжгір'я в сучасний період інтервали повторення всього діапазону паводкових максимумів сніго-дощових паводків значно збільшилися проти попереднього періоду 1948-1983 pp. (рис. 3), тобто максимуми сніго-дощових паводків певної величини стали рідкішими.

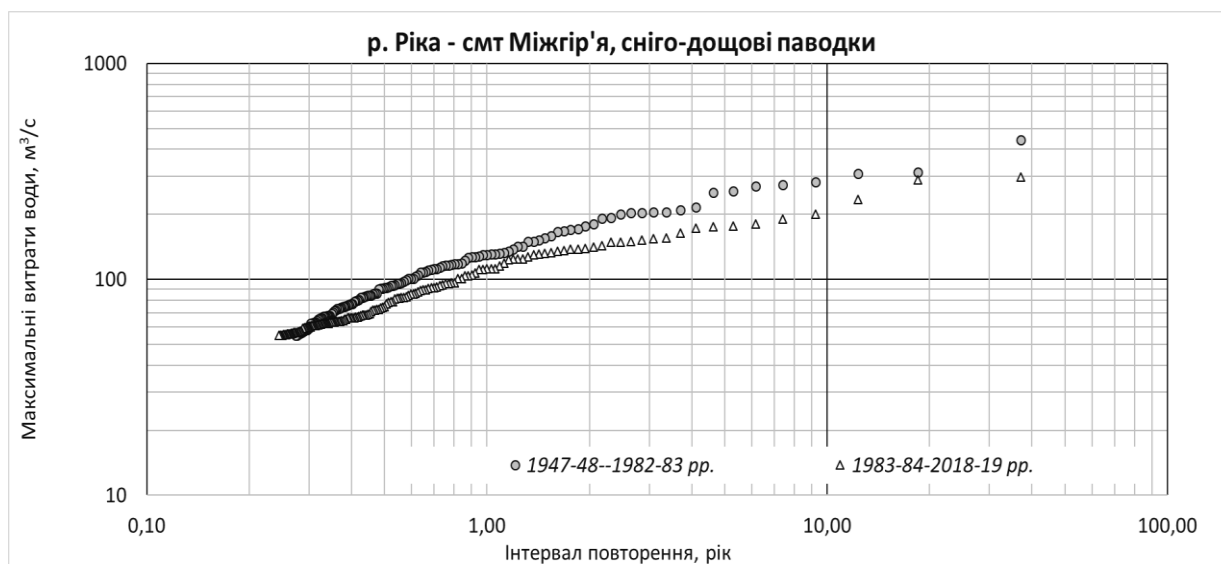


Рис. 3. Графіки періодів повторюваності максимумів стоку води сніго-дощових паводків на р. Ріка – м. Міжгір'я за періоди 1948-1983 pp. та 1984-2019 pp.

На р. Латориця – м. Мукачеве в сучасний період високі та середні за висотою паводкові максимуми сніго-дощових паводків стали рідкішими, оскільки мають інтервали повторення більші, ніж в попередній період 1948-1983 pp. Періоди повторення невеликих сніго-дощових паводків не змінилися за періоди 1948-1983 гг. та 1984-2019 pp. (рис. 4).

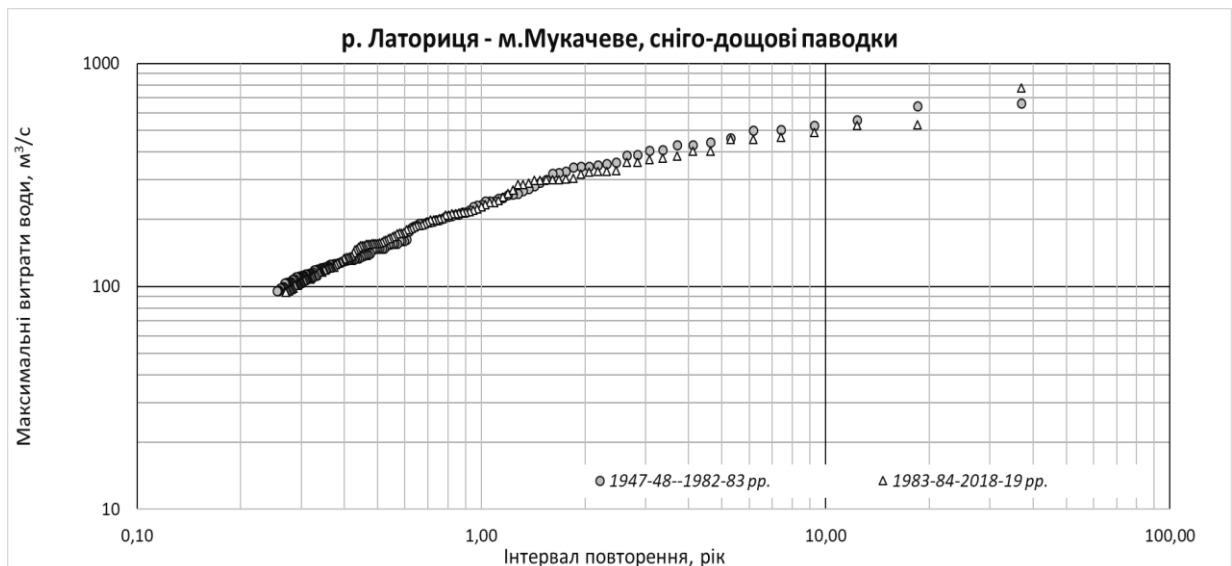


Рис. 4. Графіки періодів повторюваності максимумів стоку води сніго-дощових паводків на р. Латориця – м. Мукачеве за періоди 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр.

Висновки. Для оцінки сучасних змін частоти та періодів повторюваності сніго-дощових паводків певної величини на річках в басейні Тиси (в межах України) сформовано ряди паводкових максимальних витрат води часткової тривалості за два рівних періоди (36 років) – 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр. за даними спостережень з гідрологічних постів: р. Тиса – м. Рахів, р. Ріка – смт Міжгір'я, р. Латориця – м. Мукачеве.

На основі аналізу вихідних рядів визначено середньостатистичні показники частоти сніго-дощових паводків за два досліджуваних періоди на річках басейну Тиси. Сніго-дощові паводки формуються в середньому за багаторічний період 4 рази на рік, а їх кількість, порівнюючи періоди 1948-1983 рр. та 1984-2019 рр., збільшилася в сучасний період на 3 %.

За побудованими суміщеними графіками періодів повторюваності максимумів сніго-дощових паводків на річках в басейні Тиси за два досліджуваних періоди простежується наступне: в сучасний період 1984-2019 рр. інтервали повторення майже всього діапазону паводкових максимумів збільшилися проти попереднього періоду 1948-1983 рр., тобто максимуми сніго-дощових паводків певної величини стали рідкішими в сучасний період.

Проведене дослідження має практичний інтерес, оскільки знання про потенційно можливі паводки та періоди їх повторюваності можна використати для оцінювання характеру та величин можливих паводків у майбутньому.

Список літератури

1. Бойко В.М., Кульбіда М.І. Гідрологічний аналіз високого тало-дощового паводка на Закарпатті у березні 2001 р. та проблеми оперативного прогнозування. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. Т. 2. С. 272-278.
2. Бойко В.М., Кульбіда М.І., Сусідко М.М. Визначний дощовий паводок на річках Закарпаття в листопаді 1998 р. // Наук. пр. УкрНДГМІ, 1999. Вип.247. С. 91-101.
3. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/03/10_n_lit_gidrol.pdf
4. Гребінь В. В., Лук'янець О. І. Оцінки стокоформуєчих опадів при формуванні високих паводків 1998 та 2001 років на річках басейну Тиси (в межах України). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2022. № 1(63). С. 20-30. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.1.2>
5. Дячук В. А., Сусідко М. М. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення. Укр. геогр. журн. 1999. № 1. С. 48-51.
6. Загальна характеристика поверхневих та підземних вод району річкового басейну р. Тиса. URL: https://buvrtyasa.gov.ua/newstysa/?page_id=18150.
7. Кирилюк М. І. Режим формування історичних паводків в Українських Карпатах. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. Т. 2. С. 163-167.
8. Лук'янець О. І., Москаленко С. О. Узагальнення та багаторічна мінливість максимального річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України. Гідрологія, гідрохімія і

гідроекологія, 2019. № 2 (53). С. 6-20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2019_2_3

9. *Сусідко М. М., Полякова С. О., Щербак А. В.* Каталог характеристик дощових і сніго-дощових паводків на річках Карпатського регіону за 1989–2002 роки. Наук. праці УкрНДГМІ, 2006. Вип.255. С. 299-310. URL: https://old.uhmi.org.ua/pub/np/255/12_Susid_Pol_Sherbak.pdf

10. *Сусідко М. М., Лук'янець О. І.* Паводки в Карпатах - причини їх виникнення та повторюваність. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Стихійні явища у Карпатах". Рахів, 1999. С. 316-321.

11. Flood Frequency Analysis: International Edition (Аналіз повторюваності паводків: міжнародна версія). 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 Obodovskiy.* 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

Reference

1. *Bojko V.M., Kul'bida M.I.* Hidrolohichnyj analiz vysokoho talo-doschovoho pavodka na Zakarpatti u berezni 2001 r. ta problemy operativnoho prohnuzuvannia [Hydrological analysis of high snow-rain floods in Transcarpathia in March 2001 and problems of operational forecasting]. *Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolohiia*, 2001. T. 2. S. 272-278.

2. *Bojko V.M., Kul'bida M.I., Susidko M.M.* Vyznachnyj doschovyj pavodok na richkakh Zakarpattia v lystopadi 1998 r. [Significant rain flood on the rivers of Transcarpathia in November 1998] *Nauk. pr. UkrNDHMI*, 1999. Vyp.247. S. 91-101.

3. *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. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/03/10_n_lit_gidrol.pdf.pdf

4. *Hrebin V. V., Lukianets O. I.* Otsinky stokoformuiuchykh opadiv pry formuvanni vysokykh pavodkiv 1998 ta 2001 rokiv na richkakh baseinu Tysy (v mezhakh Ukrainy) [Estimates of runoff-forming precipitation during the formation of high floods in 1998 and 2001 on the rivers of the Tysa basin (within Ukraine)]. *Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolohiia*, 2022. № 1(63). S. 20-30. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.1.2>

5. *Diachuk V. A., Susidko M. M.* Pavodky v Zakarpatti ta prychny ikh vynyknennia [Floods in Transcarpathia and their causes]. *Ukr. heohr. zhurn.*, 1999. № 1. S. 48-51.

6. Zahalna kharakterystyka poverkhnevyykh ta pidzemnykh vod raionu richkovoho baseinu r. Tysa [General characteristics of surface and groundwater in the Tisza River Basin]. URL: https://buvrtya.gov.ua/newsite/?page_id=18150.

7. *Kyryliuk M. I.* Rezhym formuvannia istorychnykh pavodkiv v Ukrainykykh Karpatakh [Formation regime of historical floods in the Ukrainian Carpathians]. *Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolohiia*, 2001. T. 2. S. 163-167.

8. *Lukianets O. I., Moskalenko S. O.* Uzahalnennia ta bahatorichna minlyvist maksimalnogo richnogo stoku vody richok vidpovidno do hidrografichnogo raionuvannia Ukrainy [Generalization and multi-year variability of the maximum annual river water flow according to the hydrographic zoning of Ukraine]. *Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolohiia*, 2019. № 2 (53). S. 6-20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2019_2_3

9. *Susidko M. M., Poliakova S. O., Shcherbak A. V.* Katalog kharakterystyk doshchovykh i snihodoshchovykh pavodkiv na richkakh Karpatskoho rehionu za 1989–2002 roky [Catalog of characteristics of rain and snow-rain floods on the rivers of the Carpathian region for 1989-2002]. *Nauk. pratsi UkrNDHMI*, 2006. Vyp.255. S. 299-310. URL: https://old.uhmi.org.ua/pub/np/255/12_Susid_Pol_Sherbak.pdf

10. *Susidko, M. M., Lukianets, O. I.* Pavodky v Karpatakh – prychny yikh vynyknennia ta povtoriuvannist [Floods in the Carpathians – causes of their occurrence and recurrence]. *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Stykhiini yavysycha u Karpatakh"*. Rakhiv, 1999. S. 316-321.

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 – Mizhhiya 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)