

<https://doi.org/10.31577/ahs-2022-0023.02.0026>

28. Melnic V. S., Loboda N. S. Trends in monthly, seasonal and annual fluctuations in flood peaks for upper Dniester River. *Meteorology, Hydrology and Water Management*. 2020. Vol. 8, Iss. 2. Pp. 28-36. URL: <https://doi.org/10.26491/mhwm/126705>

29. Snizhko S., Didovets I., Bronstert A. Ukraine's water security under pressure: Climate change and wartime. *Water security*. Volume 23. December 2024. ISSN 2468-3124. 13 p.

Assessment of changes in the character of vertical zonation of river runoff in the Mountainous Dniester at the beginning of the 21st Century

Loboda N.S., Rozvod M.R.

The relevance of the topic is determined by the need to monitor the impact of climate change on the formation of water resources in the Dniester River. The aim of the work is to determine the changes in the nature of the vertical zonation of the annual runoff of the Mountainous Dniester at the beginning of the XXI century. The work uses data on annual runoff and meteorological characteristics for the period 1945-2021. The main research methods used are the method of difference integral curves, the method of linear pair regression, and the method of water-heat balance, which is a component of the climate-runoff model. Based on hydrological observations, the average runoff values were calculated for the water cycles of 1945-1980 (baseline), 1981-2010 (the beginning of significant changes in air temperature) and for the dry phase that began in 2011. Regression dependencies of the distribution of average runoff values by terrain elevation were obtained. A comparative analysis was performed with the normative dependence of the type given in SNIP 2.01.14-83. It was shown that such tributaries of the Dniester as Strvyazh, Vereshchysia, and Shcherek belong to a different hydrological region. After their exclusion, it was found that the distribution of runoff characteristics by elevation for both calculation periods (1945-1980) and (1981-2010) is well consistent with the normative one. A statistically significant decrease in the average values of annual runoff was found in the current dry phase of its fluctuations (2011-2021): the average value of relative deviations is negative 16.7%. The results of calculations of average runoff values based on meteorological data, performed using the water-heat balance equation, also showed a significant decrease in water resources by an average of 26.2%. The uneven response of the catchment areas of the mountainous part of the Dniester to climate change in different catchment areas is due to the influence of local factors such as slope orientation, small catchment areas, forest cover, and others. The ratio between meltwater and rainwater runoff in the formation of the total runoff volume from catchment areas plays a significant role, since it is in catchment areas with predominantly snowmelt that warming in the winter season can lead to significant losses of runoff. The results obtained are part of the monitoring of the impact of climate change on the formation of water resources in the Dniester.

Key words: mountainous part of the Dniester; vertical zonality of hydrometeorological characteristics distribution; climate change; water resources changes.

Надійшла до редколегії 07.08.2025

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2025.3.3>

УДК 556.166

Сіваєв Д.В., Шакірзанова Ж.Р.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТАЛО-ДОЩОВОГО СТОКУ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ В УМОВАХ ЙОГО СЕЗОННОГО ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ТА ЗМІНИ КЛІМАТУ

У роботі проаналізовано результати наукових досліджень як закордонних, так і українських вчених щодо впливу зміни клімату на гідрологічний режим річок. Авторами роботи встановлено тенденції сезонного перерозподілу водних ресурсів при зменшенні частки весняного стоку, зміщення термінів його формування та підвищення частоти тало-дощових паводків у зимовий період. При цьому на річках характерним стало формування максимального тало-дощового стоку річок у зимово-весняний період року, на відміну від характерної фази їх водного режиму - весняного водопілля.

У роботі розглянуто вплив змін клімату на максимальний тало-дощовий стік річок Українського Полісся, із фокусом на трансформацію весняних повеней та прояву явища snow drought (снігові посухи), які пов'язані з дефіцитом запасів снігу взимку та призводять у наступний період до формування весняно-літніх гідрологічних посух. Одночасно, в умовах потепління клімату, зберігається ймовірність інтенсивних тало-дощових чи дощових паводків при їх послідовному накладанні у зимово-весняний період року, на відміну від традиційного весняного водопілля річок. В роботі розглянуті методологічні підходи до оцінки впливу зміни клімату в методах гідрологічних розрахунків і прогнозів.

Ключові слова: сезонний перерозподіл стоку; максимальний тало-дощовий стік; паводки змішаного походження.

Вступ. Зміни клімату істотно трансформують гідрологічний режим річок, зокрема на території Українського Полісся. Спостерігається зменшення частоти класичних весняних водопіль та посилення ролі тало-дощових паводків, що формуються унаслідок відлиг, злив та змішаних опадів. Традиційні підходи до оцінювання повеневих характеристик, що базуються на багаторічних спостереженнях весняного стоку, дедалі менше відповідають реальним умовам. Відсутність сталого снігового покриву, зміщення термінів танення снігу, скорочення тривалості водопілля та зростання частки раптових, інтенсивних дощів зумовлюють потребу в удосконаленні існуючих методів гідрологічних розрахунків та прогнозування максимального стоку. Це особливо важливо в контексті підвищення ризиків паводкових явищ змішаного типу, що стають звичними навіть у зимовий період. Отримані результати стають важливими для адаптації водогосподарського планування до нових умов та зниження ризиків водних надзвичайних ситуацій.

Актуальність теми дослідження. В умовах кліматичних змін та сезонного перерозподілу стоку змінюються гідрометеорологічні умови формування максимального стоку річок Українського Полісся. Зменшення весняного стоку, поява зимово-весняних паводків та загальна нестабільність водного режиму вимагають ретельного аналізу сучасного внутрішньорічного розподілу стоку води та особливостей формування саме максимального тало-дощового стоку річок розглядуваної території, врахування гідрометеорологічних факторів, притаманних сучасному етапу кліматичної трансформації.

Розробка математичних методів для розрахунку і прогнозування максимального тало-дощового стоку на річках України базується на багатofакторних залежностях. Ці методи враховують такі показники, як максимальні миттєві витрати води, шари стоку, тривалість весняного водопілля тощо. Створення нових або адаптація до сучасних кліматичних умов існуючих методів гідрологічних розрахунків і прогнозів цих характеристик потребує виявлення нових визначальних чинників в сезонному перерозподілі стоку та особливостях його формування. Вивчення закономірностей формування і розподілу стоку протягом року має практичне значення при вирішенні питань безперебійного водопостачання, зрошування, судноплавства, гарантованої виробки електроенергії.

Аналіз досліджень за означеною темою. Повені залишаються одними з найнебезпечніших природних явищ, і їх вплив зростає внаслідок змін клімату, урбанізації та інтенсифікації господарської діяльності. За результатами досліджень Blöschl, G. та інших науковців [1-3], за останні 50 років зафіксовано значні зміни у гідрологічному режимі річок у більшості регіонів Європи, зокрема і Східної, де розташоване Українське Полісся. Відзначається зміщення строків повеней: на північному заході Європи вони частішають через збільшення зимових опадів, тоді як на сході - зменшуються через слабше танення снігу. Особливо значні зміни спостерігаються у північно-східній Європі, де понад 80% гідропостів фіксують ранні повені. Також встановлено скорочення масштабів синхронності паводків на Сході Європи на 11% [4]. Зменшення снігового покриву та поява змішаних опадів у періоди зимових відлиг сприяють формуванню частіших, але менш масштабних паводків. У той же час, залишається висока ймовірність катастрофічних повеней змішаного характеру [5].

В останні роки в закордонній науковій літературі у зв'язку з кліматичною зміною відмічається явище снігових посух (*snow drought*) [6], яке пов'язане з дефіцитом снігу взимку та призводить у наступний період до формування весняно-літніх гідрологічних посух (на прикладі гірських водозборів Альп на території Швейцарії та Австрії), що підвищує ризики дефіциту водних ресурсів у весь теплий період року. Чим більш тривалою й інтенсивною є снігова посуха, тим вища ймовірність її поширення на гідрологічні (стокові) посухи. Так, за даними авторів [6] у період 1991–2020 років кількість снігових посух подвоїлася порівняно з 1961–1990 роками. Відповідно, збільшилася кількість їх поширень на гідрологічні посухи.

Український вчений В.В. Гребень [7] підтвердив, що починаючи з 1989 року в Україні чітко проявляється вплив кліматичних змін на гідрологічний режим річок, коли зростає температура, випаровування і змінюється сезонний розподіл опадів.

В свою чергу, гідрологічний режим річок України характеризується внутрішньорічним розподілом стоку води, який крім кліматичних умов визначається фізико-географічною зональністю, індивідуальними особливостями водозборів річок та антропогенними

чинниками. Найбільш характерними рисами гідрологічного режиму рівнинних річок є: весняне водопілля, більш чи менш виражені паводки, літня та зимова межінь. Розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку представляє собою кількісну оцінку розподілу стоку по сезонах, місяцях, декадах або інших часових періодах [8]. Питанням внутрішньорічного розподілу стоку води річок України, зокрема й його змін в сучасних кліматичних умовах присвячені роботи вітчизняних науковців [7, 9-14].

Так, кліматичні зміни на території України пов'язані із підвищенням середньої річної температури повітря починаючи з кінця 1970-х - початку 1980-х років, особливо у зимовий та весняний сезони, сезонним та місячним перерозподілом сум атмосферних опадів при найбільшому їх зростанні навесні та восени [7,9,12], і, навіть, переважанням кількості днів з дощем при зменшенні кількості днів зі снігом [13]. Насамперед це позначилося на зимовому періоді - зими стали коротшими, сніговий покрив формується рідше, його висота значно знизилася, а тривалість утримання зменшилась. Кліматичні зміни призвели впродовж останніх десятиліть до певних змін й у внутрішньорічному розподілі стоку річок країни при зменшенні частки снігового та відповідного зростання частки підземного живлення й майже їх вирівнювання протягом року. Так, в [13] встановлено, що в сучасних кліматичних умовах (у період 1991–2020 рр.) спостерігається зменшення частки снігового та дощового живлення на 8,4 % і 1,6 % відповідно та збільшення частки глибокого підземного та ґрунтового живлення на 5,7 % та 4,3 % відповідно (для басейну р. Горинь).

Найбільші зміни стоку річок України (в період до та після 1989 р.) стали характерними для весняного гідрологічного сезону [7]. Так, для Прип'ятської ландшафтно-гідрологічної провінції в межах районування [7] зменшення частки цього сезону у внутрішньорічному розподілі стоку для двох характерних періодів становило 6% (з 42 до 36% станом на 2009 р.). Авторами [12] за даними середньомісячних витрат води з 28 гідрологічних постів суббасейну р. Прип'ять тривалістю від початку спостережень до 2019 року включно, показано, що у внутрішньорічному розподілі водності стоку на досліджуваних річках на весняний період припадає в середньому 43,8%.

В свою чергу, зменшення частки весняного сезону призвело до зростання величини стоку річок розглядуваної території впродовж інших сезонів року, особливо в зимовий період (коли його доля стала вищою за стік літа та осені) - до 5% і вище (з 21% до 26-28,7% станом на 2019 р.) за рахунок зростання витрат води, що обумовлюється надходженням талих вод під час відлиг [12].

В цілому ж спостерігається вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку річок території коли частка літньо-осінньої межні у річному об'ємі стоку річок Прип'ятського Полісся становить в середньому 32-38% [7, 12].

За дослідженнями Н.С. Лободи [10] встановлено, що за даними в період з 1980 років на річках України відмічаються наслідки глобальних змін клімату, які призводять до зміни внутрішньорічного розподілу стоку - зменшення величин стоку водопіль та паводків та його збільшення у періоди межні.

В роботі Л.О. Горбачової [11] було визначено 10 основних схем внутрішньорічного розподілу стоку води річок України на основі синхронних коливань середньомісячних витрат води. Дослідження базувались на аналізі тривалих рядів спостережень з урахуванням циклічних коливань, що дозволило встановити строки, тривалість періодів та сезонів внутрішньорічного розподілу стоку води річок України. В результаті цього автором [11] було проведено районування річкових водозборів за сучасними типами внутрішньорічного розподілу стоку води (для лімітуючого періоду та сезону) із використанням ГІС-технологій, зокрема програмного забезпечення MapInfo. При цьому розглядувана територія Українського Полісся охоплює Поліський район, який було розділено на Західний та Східний підрайони (з межею в міжріччі Горині і Случі), що дозволило більш точно врахувати регіональні особливості розподілу стоку води протягом року.

Порівняння отриманих в [11] результатів (за весь період спостережень, включаючи дані до 2010 року) з даними, представленими у монографії «Ресурси поверхностных вод СССР», том 6 (1969 р.), показало значні зміни в межах та тривалості гідрологічних сезонів річок України. Так, для річок Поліського гідрологічного району терміни весняного гідрологічного сезону за [15] визначені як березень-травень. При цьому в сучасний період

перший місяць багатоводного сезону березнь змінився на лютий, а також зазнали змін межі й тривалість лімітуючого сезону (маловодного період, який припадає на літо-осінь або зиму). Ці зміни пояснюються тим, що попередні дослідження базувались на коротких рядах спостережень, які не відображали повний цикл довгострокових циклічних коливань середньорічного стоку води, а також сучасні кліматичні умови формування стоку річок.

Вплив глобального потепління та зміни режиму опадів відчутно позначаються на формуванні паводків у Поліссі. Багато дослідників відзначають, що нинішні зміни клімату, особливо у зимовий період, істотно змінили механізм формування весняного водопілля коли зими стали коротшими, сніговий покрив формується рідше, його висота значно знизилася, а тривалість утримання зменшилась [7, 12, 13, 14, 16-20]. Раніше водопілля формувалося головним чином за рахунок інтенсивного танення снігу при наявності мерзлого ґрунту, що сприяло формуванню повеневих піків. Нині ж під впливом потепління ці фактори часто не реалізуються водночас, що призводить до значного зменшення об'єму весняного стоку.

Що стосується періоду формування максимального весняного стоку річок Українського Полісся то, за дослідженнями автора [7] величина зміщення строків початку весняного водопілля на річках України до більш ранніх термінів становила близько двох тижнів (впродовж 1989-2008 р. відносно попереднього періоду). Є.В. Василенко [17] проаналізувала дати початку і піку весняного паводка в українській частині басейну Прип'яті та виявила, що після 1989 року середні дати початку водопілля у верхній і нижній частинах басейну змістилися з початку березня на кінець лютого (при осередненні до 2009 р.).

Аналогічні тенденції проявляються й для строків формування максимальних витрат води. Так, у північно-західній частині країни в межах Прип'ятської ландшафтно-гідрологічної провінції за районуванням в [7] значна частка весняних максимумів у квітні змістилася на зимові місяці, зокрема, лютий місяць [7] чи середину березня [17]. При цьому загальна тривалість весняного паводка за висновками авторів [7,17] майже не змінилася.

В роботі [18] виявлені загальні часові тенденції (за період з початку спостережень на річках до 2010 р.) строків початку водопілля й проходження його максимальних витрат води річок Українського Полісся, які також вказують на зміщення цих дат до більш ранніх строків розвитку весняних процесів.

Отже, основні зміни спостерігаються у часовому зсуві фаз весняного паводка річок Українського Полісся: початок, максимум і кінець паводка майже на тиждень-два стають ближчими до початку року. При цьому на річках стало характерним формування максимального тало-дощового стоку річок у зимово-весняний період, на відміну від характерної фази їх водного режиму - весняного водопілля [21, 22].

Суттєвого зменшення зазнали величини максимальних витрат води весняного водопілля в межах рівнинної частини території України, зокрема річок Українського Полісся [7, 13, 14, 16-20]. Величина зменшення зростає із заходу та північного заходу країни на південь та південний схід. Відбувається розпластування хвилі водопілля. Менш суттєвим є зменшення величини максимальних витрат паводків теплового періоду року [7]. В середньому, для рівнинної частини України, величина їх зменшення впродовж останніх двадцяти років становить 20%. Це значно менше, ніж величина зменшення весняних максимумів за той же період, яка становить 57% (станом на 2009 р.).

В цілому для сучасного кліматичного періоду (1991-2020 pp.) авторами [13] встановлено, що максимальні витрати води р. Горинь у весняний сезон стали в середньому по басейну меншими на 21% відносно періоду стандартної норми (1961-1990 pp.). Автори [14] проаналізувавши відсоток об'єму стоку повені від об'єму стоку за рік за 30-ти річний сучасний період (для річок басейну р.Тетерів) відмітили загальну значущу тенденцію до зменшення стоку повені (% від об'єму за рік).

Згідно з результатами роботи [23] відмічено для річок правобережної частини басейну Прип'яті та приток Середнього Дніпра (річки Стохід, Стир, Горинь, Случ, Уборть, Уж, Тетерів) тривалу тенденцію до зменшення весняного максимуму. Окрім цього, зафіксовано зсув у строках початку весняного водопілля. За останні 30 років середня дата початку паводку зсунулася приблизно на 10–14 діб раніше. Нерідко паводкові підйоми починаються

ще в лютому. Це пов'язано з ранніми відлигами, нестійким сніговим покривом і відсутністю глибокого промерзання ґрунту.

Амплітуда водопілля також змінилася: раніше вона сягала 2,0–2,5 м, тепер же не перевищує 0,6–1,0 м [23]. У поєднанні з розтягнутістю водопілля в часі (через повільне й нерівномірне танення) це свідчить про перехід до менш енергійного, приглушеного режиму весняного стоку.

Таким чином, з наближенням до сучасності величини пікових витрат мають тенденцію до зменшення: в останні десятиліття максимум паводків річок загалом знизився, сучасна хвиля повені стає менш вираженою через зменшення снігового покриву й часті відлиги, паводки проходять раніше (через швидше танення снігу) і мають меншу амплітуду (через зменшення снігу). При цьому зберігається ймовірність виникнення екстремальних повеней, що потребує ретельного аналізу формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся в умовах його сезонного перерозподілу та зміни клімату.

Мета дослідження полягає в аналізі природних і сучасних умов формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся, встановленні внутрішньорічного розподілу гідрологічного стоку річок при зміні кліматичних характеристик при подовженні багаторічних даних спостережень по гідрологічних постах Державної мережі (ДСНС України) станом до 2020 р.

Виконані в роботі дослідження будуть покладені в основу розробки нових або удосконалення існуючих методів і моделей інженерних розрахунків та гідрологічного прогнозування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся в умовах його сезонного перерозподілу та зміни клімату.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом дослідження є Українське Полісся в північній частині Правобережної України (Прип'ятського Полісся), що знаходиться в межах лісової (мішаних лісів і частково широколистяних лісів) та лісостепової географічних зон України [24]. Територіально воно охоплює більшість Рівненської, Волинської, Житомирської областей, а також південно-західні райони Київської області, верхів'я деяких річок розташовані в межах Хмельницької та Тернопільської областей (<https://vue.gov.ua>).

Відповідно до фізико-географічного районування України [25], територія Полісся розташована в межах Поліської географічної зони, характеризується високим рівнем зволоження, значною заболоченістю та неоднорідними ландшафтами. Упродовж ХХ століття територія зазнала значних антропогенних змін - проведено масштабні меліоративні роботи, збудовано водосховища, що суттєво трансформувало природний вигляд регіону. У межах Прип'ятського Полісся виділяють фізико-географічні області: Волинське, Мале, Житомирське, Київське Полісся.

Ця територія має помірно-континентальний клімат з підвищеним рівнем атмосферних опадів та незначною амплітудою температур. Тут формуються специфічні гідрологічні умови, зокрема розвиток весняного тало-дощового водопілля, яке значною мірою залежить від запасів снігу, структури ґрунтів і характеру рельєфу [25]. Головна річка цієї зони – Прип'ять (басейн Дніпра); крім того, у розглядаємому регіоні протікають численні притоки Прип'яті (Стир, Уборть, Горинь, Турія, Стохід тощо), а також деякі притоки Дніпра (Тетерів, Уж).

Відповідно до гідрографічного районування території України [26, 27], затвердженого і внесеного до Водного Кодексу України [28] при імplementації положень Водної рамкової директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС (ВРД ЄС) [29], значна частина досліджуваної території Українського Полісся включена до району басейну річки Дніпро, зокрема до суббасейну річки Прип'ять, а також до окремих водозборів правобережжя суббасейну Середнього Дніпра (рис.1). У межах цих суббасейнів розташовані основні річки дослідження (басейни Горині, Случі, Тетерева, Ірпеня, Ужа та інших), що формують тало-дощовий водний режим.

Суббасейн Прип'яті є транскордонним, оскільки частково розташований в межах сусідніх країн, що відповідає вимогам ВРД ЄС щодо управління річковими басейнами незалежно від адміністративних меж. Межі гідрографічних одиниць у межах Полісся прокладені по лініях вододілів, згідно з методичними рекомендаціями [26], й враховують геоморфологічні та гідрологічні особливості регіону.



Рис. 1. Схема гідрографічного районування річкового басейну Дніпра [27]

У межах ландшафтно-гідрологічного районування за методикою В.В. Гребеня [7], досліджувана територія Українського Полісся входить до Мішанолісової вологої зони (I), Прип'ятської ландшафтно-гідрологічної провінції (I-1), Широколистісової вологої зони (II), - Волинського височинного ландшафтно-гідрологічного району (II-1-а) та частково до Розтоцько-Опільського височинного ландшафтно-гідрологічного району (II-1-б), а також до північної частини Лісостепової недостатньо зволоженої зони (III), Подільсько-Придніпровського височинного району (III-1-а).

Ландшафтно-гідрологічну класифікацію розроблено автором [7] на зональному й провінційному рівнях та враховує особливості рельєфу, ґрунтів, клімату і режиму стоку. Загалом ці райони мають спільні риси, характерні для північної і центральної частини України - достатнє зволоження, переважання природного стоку, домінування снігового живлення та слабкий ступінь зарегульованості водотоків, що створює сприятливі умови для збереження природного водного режиму річок. Водночас відмінності між ними зумовлені рівнем заболоченості, гідрогеологічною будовою, типами ґрунтів і розчленованістю рельєфу, що впливає на швидкість, об'єм і сезонність формування стоку [7].

Клімат правобережної частини Українського Полісся є помірно континентальний з впливом морських повітряних мас, з переважанням циклонічної діяльності взимку та антициклонів улітку [30]. Температурний режим визначається атмосферною циркуляцією та радіаційним фоном – середньорічна температура становить 7,0–7,2 °С, з абсолютними максимумами до 38–39 °С. Річна кількість опадів варіюється в межах 540–560 мм, з максимумом у липні–серпні та мінімумом у січні–березні, що впливає на сезонну динаміку стоку. Сніговий покрив формується нестійко, з середньою тривалістю 2–3 місяці, а строки його формування та танення значно змінюються між роками, що суттєво впливає на особливості весняного тало-дощового стоку.

Відповідно рекомендацій Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) [31] для виявлення кліматичних змін прийнято з 2021 року порівняння кліматичних характеристик за період стандартної кліматичної норми (період 1961-1990 рр.), що тривалий час використовувалася як базовий період для порівнянь та нової (оновленої) стандартної кліматичної норми (період 1991-2020 рр.), яку рекомендується застосовувати як основний 30-річний референтний період.

За даними [32] платформи Climate Change Viewer, яка візуалізує зміни температури та опадів на рівні адміністративних одиниць і річкових басейнів України можна бачити, що за останні десятиліття 1991–2020 рр. відносно попереднього періоду, спостерігається підвищення температурного фону на території України на 1,2 °С, причому найбільше взимку

та влітку (+1,5°C), менше навесні (+1,1°C) та восени (+0,7°C). Річна кількість опадів майже не змінилася (–2%), а по сезонах року їх стало більше весною (+4%) та восени (+11%), а менше – взимку (–9%) та влітку (–8%).

В роботі також здійснене порівняння кліматичних багаторічних характеристик регіону за два кліматичних періоди на метеостанціях досліджуваної території Українського Полісся (на прикладі Сарни, Ковель, Житомир, Шепетівка). Так, за даними кліматичних кадастрів України [33, 34], встановлено підвищення місячних і річної температур повітря для сучасного кліматичного періоду 1991–2020 рр. відносно попереднього періоду – в середньому за рік температура повітря стала вищою в сучасний період на 1,2-1,6°C. Як приклад порівняння за різні кліматичні періоди багаторічної середньомісячної температури повітря наведено для двох метеостанцій Сарни і Житомир (рис.2)

Найбільш суттєве підвищення місячної температури повітря спостерігається в період зими й перших місяців весни (протягом січня-березня температура збільшилася в середньому на 1,6-2,7 °C), а також в літні місяці (в липні-серпні підвищення становить 1,6-2,1 °C).

Атмосферні опади є важливою складовою при формуванні водного стоку річок розглядуваної території. Спостерігається нерівномірний перерозподіл опадів по місяцях року та по території.

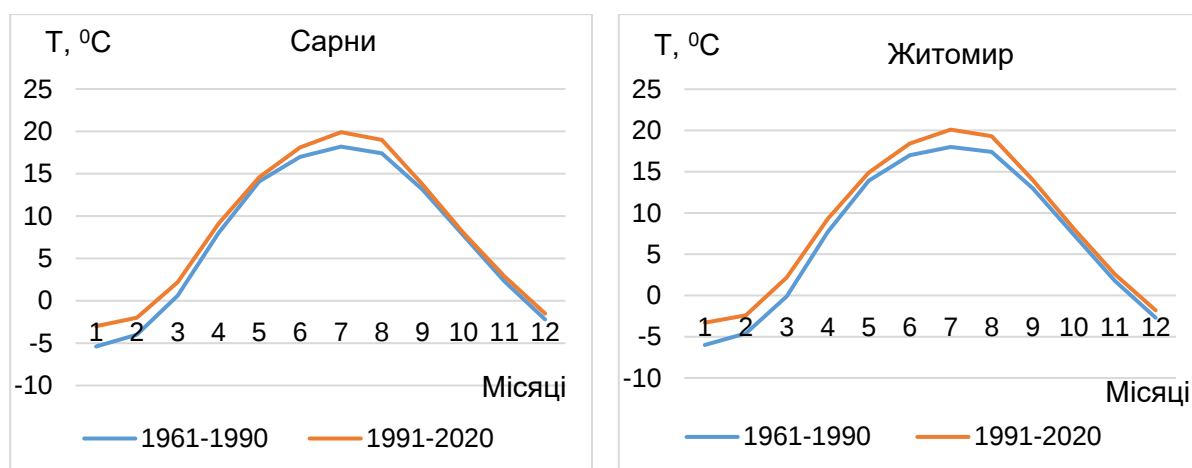


Рис. 2. Порівняння багаторічної середньомісячної температури повітря (°C) по метеостанціях території Українського Полісся за різні кліматичні періоди

Річна і місячна кількість опадів за два кліматичні періоди змінювалась з різними тенденціями не залежно від географічного положення пунктів їх виміру: від зменшення (на 16 і 59 мм по метеостанціях Сарни і Шепетівка відповідно) до збільшення (на 11 і 44 мм по метеостанціях Житомир і Ковель відповідно).

Такі зміни опадів за рік пов'язані з нерівномірністю річного їх розподілу протягом року за два кліматичні періоди, що можна спостерігати на діаграмах (рис.3). При цьому коливання місячних сум опадів більш відчутні в літні місяці року. Для зимово-весняного сезону зміни сум опадів за місяць не перевищують ± 10 мм.

Отримані результати підтверджують висновки авторів [7, 13, 14, 16-20] про те, що зменшення зимових снігозапасів на річкових басейнах Полісся пов'язане з підвищенням температур повітря в цей період й збільшенням кількості днів з дощовими опадами в зимовий період [13].

Вітровий режим регіону визначається переважанням західних і північно-західних вітрів зі швидкістю 3–5 м/с, яка підвищується на відкритих болотистих ділянках. В порівнянні з періодом 1961-1990 рр. в період нової кліматологічної норми також спостерігається деяка нерівномірність співвідношень швидкості вітру. Але, в основному, швидкість вітру зменшилася як у всі місяці року, так й середня за рік - по більшості метеостанцій (Сарни, Ковель, Житомир) на 0,8-1,9 м/с. Але по станції Шепетівка змін майже не відбулося (рис.4).

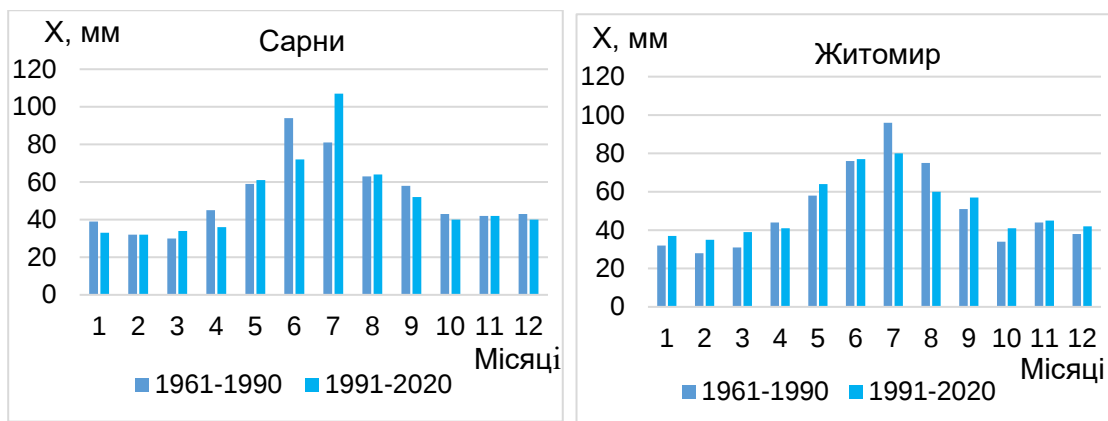


Рис. 3. Порівняння багаторічної місячної кількості опадів (мм) по метеостанціях території Українського Полісся за два кліматичні періоди

Висока середньорічна вологість повітря (80–85 %) на досліджуваній території обумовлена наявністю лісів і боліт, однак у весняно-літній період спостерігається зростання випаровування та ризик посушливих умов, що впливає на водний баланс регіону. За два кліматологічних періоди відносна вологість повітря майже не змінилася по місяцях року і середня за рік (рис.5). При цьому значення абсолютної вологості дещо збільшилися влітку на 0,6-0,7 гПа і зимові місяці на 0,8-1,8 гПа, а дефіцит вологості повітря підвищився в усі місяці року особливо у літній сезон року - на 0,8-2,0 гПа.

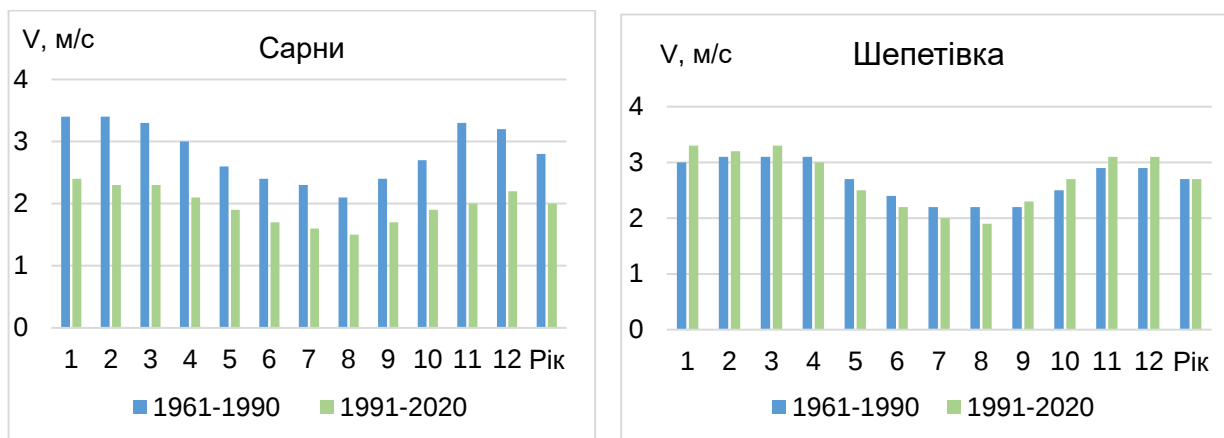


Рис. 4. Порівняння багаторічної місячної та річної швидкості вітру (м/с) по метеостанціях території Українського Полісся за два кліматичні періоди

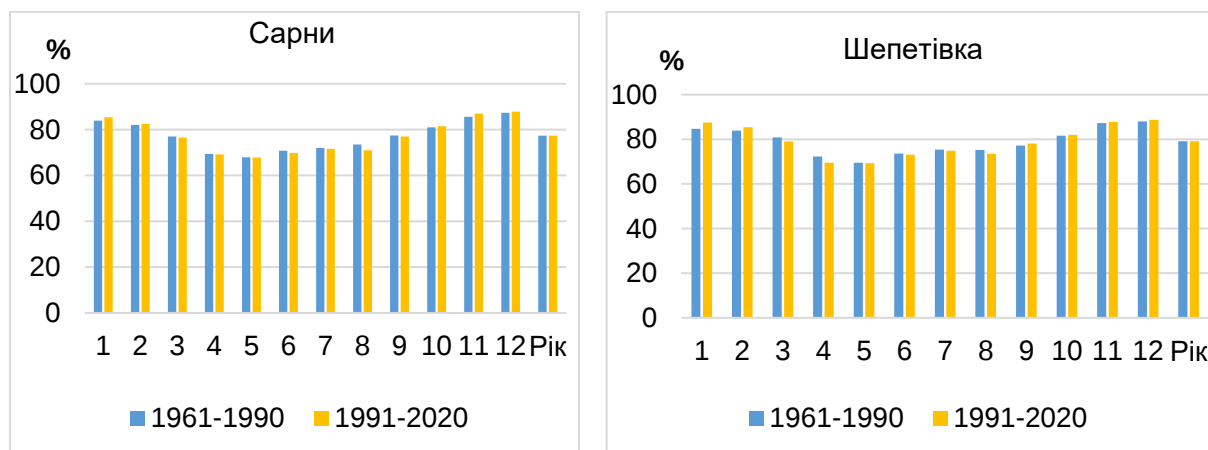


Рис. 5. Порівняння багаторічної місячної та річної відносної вологості повітря (%) по метеостанціях території Українського Полісся за два кліматичні періоди

Такі зміни кліматичного режиму досліджуваної території суттєво впливають на гідрологічний режим річок, зокрема на формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся.

На протязі року стік річок розподіляється досить нерівномірно, що пов'язано з мінливістю метеорологічних чинників. В роботі аналогічно кліматичним чинникам проаналізовано зміни у внутрішньорічному розподілі стоку води (за календарними місяцями) річок Українського Полісся. Але, як було відмічене вище на українських річках вплив кліматичних змін на їх гідрологічний режим став проявлятися починаючи з 1989 року [7, 17]. Тому порівняння у внутрішньорічному розподілі стоку води виконане для двох періодів - з початку спостережень до 1988 р. та з 1989 по 2020 рр. при багаторічному осередненні для трьох градацій водності року (багатоводна, середньоводна та маловодна) з однаковою кількістю членів ряду в кожній групі (для інтервалів забезпеченості 0-33,3; 33,4-66,6; 66,7-100 % відповідно) [8].

Схема розподілу стоку по місяцях (у % від річної суми місячних величин) для р. Случ - с. Сарни для двох періодів років спостережень представлена у табл. 1 і табл. 2 для трьох груп водності. В порівнянні з внутрішньорічним розподілом стоку двох періодів, показаним на рис. 6 можна відмітити певні особливості. Основний приплив води річки спостерігався у період до 1989 року в березні-квітні за рахунок тало-дощових вод весняного водопілля - у багатоводні роки 14,1 і 31,2 % від річного стоку відповідно, в середньо- і маловодні змінювався в межах 20,4-26,1% (табл. 1, рис. 6).

У період с 1989 по 2020 роки має місце сезонний перерозподіл стоку (табл. 2, рис. 6). Частка річкового стоку стала значно менша у весняні місяці (майже вдвічі у квітні у багатоводні і маловодні роки і у березні - у середньоводні), і, навпаки, помітно збільшилася – у зимові (січень-лютий), в літні місяці року стік води також дещо підвищився (рис. 6).

За дослідженнями в роботі [23] за період після 1989 року середні значення максимального стоку на річках досліджуваної території правобережного Полісся зменшилися на 48 % у порівнянні з нормативними багаторічними показниками. Весняна частка у річному об'ємі стоку, яка раніше сягала 42–53 %, скоротилась до 35–37 %.

Таблиця 1. Розрахунковий розподіл стоку (% від річної суми місячних величин) по характерних за водністю роках для р. Случ – с. Сарни (1924-1933, 1946-1988 рр.)

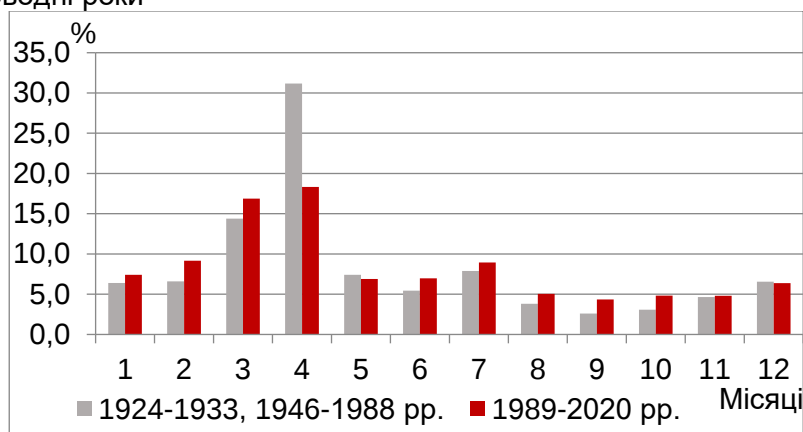
Водність року	Місяці року											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
багатоводні	6,4	6,6	14,4	31,2	7,4	5,5	7,9	3,8	2,6	3,1	4,7	6,6
середньоводні	5,5	6,2	26,1	20,4	7,4	7,9	7,4	3,9	3,2	3,4	4,1	4,4
маловодні	5,5	7,5	21,8	23,5	7,2	4,6	3,0	3,0	3,3	4,6	7,2	8,8

Таблиця 2. Розрахунковий розподіл стоку (% від річної суми місячних величин) по характерних за водністю роках для р. Случ – с. Сарни (1989-2020 рр.)

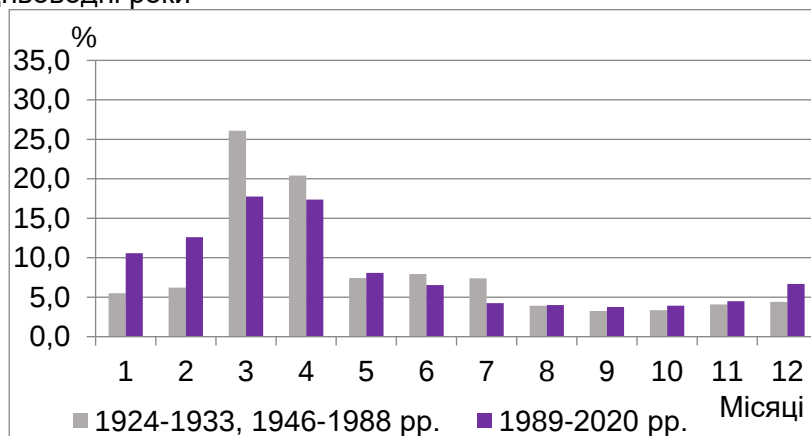
Водність року	Місяці року											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
багатоводні	7,4	9,2	16,9	18,3	6,9	7,0	8,9	5,0	4,4	4,8	4,8	6,4
середньоводні	10,6	12,6	17,8	17,4	8,1	6,5	4,3	4,0	3,8	3,9	4,5	6,7
маловодні	8,6	12,0	18,6	13,0	11,6	8,5	4,8	2,9	2,9	3,6	5,8	7,8

Такі зміни у внутрішньорічному розподілі стоку води за два розглядуваних періоди - до і після 1989 р. з вираженим впливом зміни клімату на водний режим є характерними й для інших річок території Українського Полісся та підтверджують висновки авторів щодо [7, 11-14]. Так, проаналізувавши внутрішньорічний розподіл стоку р. Горинь авторами [13] відмічено, що його максимуми спостерігаються у квітні та березні. У ці місяці за багаторічний період проходить від 23 до 47 % стоку. Значення мінімумів величини стоку припадають на серпень – вересень, а стік в цей період становить від 1 до 7 % від загального.

а) багатоводні роки



б) середньоводні роки



в) маловодні роки

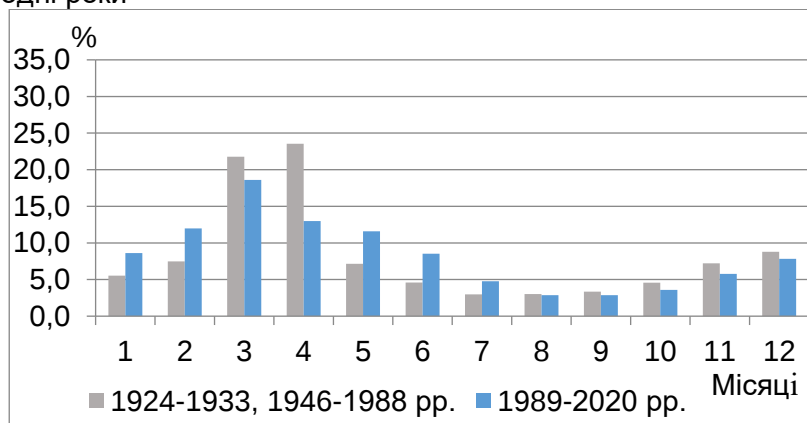


Рис. 6. Порівняння внутрішньорічного розподілу стоку води р. Случ - с.Сарни для двох періодів - 1924-1933, 1946-1988 pp. та з 1989-2020 pp.

Оцінивши сезонний розподіл стоку автори [13] зазначили, що незважаючи на те, що абсолютні його мінімуми спостерігаються в літній період, найменший період водності припадає на зимовий період. В цей час проходить 19,7% – 31,6 % від загального стоку на більшості річок басейну р.Горинь. Найбільш повноводним являється весняний період, де проходить 41,6–53,8 % загального стоку.

За дослідженнями авторів [14] при узагальненні даних про витрати води за багаторічний період спостережень по 2020 рік на річках басейну р. Тетерів встановлено, що у період весняної повені в середньому формується 43,5-55,8 % стоку від річного. Авторами [14] за типовим графіком розподілу стоку по місяцях на річках досліджуваного водозбору

отримано, що найбільш повноводними місяцями є березень (20,5 %) і квітень (20,7 %), а наймаловоднішими – вересень і жовтень (3,4 % та 3,7% річного стоку відповідно). В цілому по сезонах року розподіл стоку води розподіляється наступним чином: весна – 49%, літо – 17 %, осінь – 12 %, зима – 22 %.

Виклад основного матеріалу. *Особливості формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся в умовах сезонного перерозподілу та зміни клімату.* Річки розглядуваної території належать до типу рівнинних з переважанням снігового живлення. Режим річного стоку річок характеризується весняним водопіллям, низької літньої меженню, періодичними літніми і осінніми паводками. У осінньо-зимовий період зазвичай спостерігається підвищена водність річок в результаті значних опадів і відлиг [35].

Традиційно весняне водопілля вважалось основною фазою водності річок з найбільшими за рік витратами води, однак останні десятиліття кліматичні зміни призвели до зменшення його об'ємів, зсуву термінів та збільшення частоти тало-дощових паводків. Формування весняного стоку визначається поєднанням танення снігу, рідких опадів, стану ґрунту та гідрогеологічних умов. У північній частині регіону домінує талий стік, тоді як у південній - дощовий. Карстові форми рельєфу на заході сприяють інфільтрації, тоді як східна частина формує потужний поверхневий стік.

За даними довідкової літератури [36] у багаторічному періоді частка весняного стоку річок в загальному річному змінюється від 19-29 % південному заході та 33-40 % на крайньому заході до 31-48 % - в центральній і східній частинах території Українського Полісся, тривалість його варіюється від 39-44 до 54-69 діб в різних частинах території.

Дослідження авторів щодо часових рядів *строків початку проходження максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся* у вигляді хронологічних графіків (трирічних ковзних) (рис.7) показали періодичний характер дат початку повеней з року в рік, але спостерігається тенденція до їх зміщення до більш ранніх дат, майже зимових місяців, особливо, у сучасний період потепління клімату. При цьому часові тренди для строків початку проходження максимального тало-дощового стоку всіх досліджуваних річок території є статично значущими при порівнянні коефіцієнта кореляції тренду r та середньо квадратичної похибки розрахунку коефіцієнта кореляції σ_r (при $r > 2\sigma_r$ тренд вважається значущим) (табл.3).

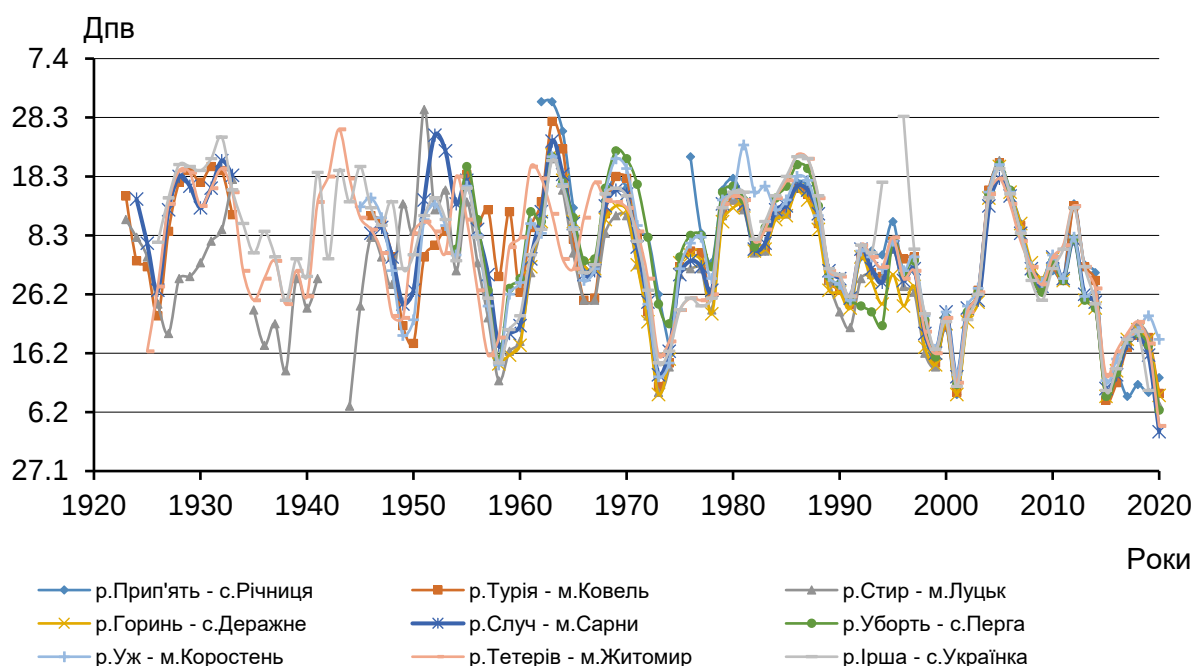


Рис. 7. Хронологічний графік (у вигляді трирічних ковзних) строків початку формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся

Через теплі зими й часті відлиги формується нестабільний сніговий покрив, що спричиняє зимові паводки, які іноді перевищують весняні. Одержані результати підтверджують висновки сучасних досліджень авторів [1, 2, 7, 17-20] відносно зміщення термінів проходження водопілля на річках, зокрема й України майже до початку року періоду зими й формування в цей період максимального тало-дощового стоку річок.

Таким чином, гідрологічний режим річок Українського Полісся зазнає помітної трансформації під впливом сезонного перерозподілу водності та кліматичних змін.

Таблиця 3. Оцінка значимості лінійних трендів у багаторічному ході дат початку максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся

Індекс поста	Характеристика	Період спостережень	n, роки	r	$2\sigma_r$	$r/2\sigma_r$	Висновок
79361	р.Прип'ять - с.Річиця	1962-2020	59	0,59	0,17	3,47	значущий
79407	р.Турія - м.Ковель	1923-33, 1939, 1941, 1943, 1946-2020	89	0,33	0,19	1,74	значущий
79477	р.Стир-м.Луцьк	1923-1933, 1935-1941, 1944-2020	95	0,26	0,19	1,37	значущий
79521	р.Горинь-с.Деражне	1958-2020	63	0,35	0,22	1,59	значущий
79549	р.Случ - м.Сарни	1924-1933, 1941, 1943, 1946-2020	87	0,26	0,20	1,30	значущий
79596	р.Уборть-с.Перга	1954-2020	67	0,47	0,19	2,47	значущий
79694	р.Уж-м.Коростень	1945-2020	76	0,36	0,20	1,20	значущий
80077	р.Тетерів-м.Житомир	1925-2020	96	0,36	0,18	2,00	значущий
80090	р. Ірша-с.Українка	1926-2020	95	0,42	0,17	2,47	значущий

Сучасні особливості формування максимального тало-дощового стоку річок у басейні Прип'яті. Максимальний стік під час паводків залишається одними з найнебезпечніших гідрологічних явищ, а його вплив посилюється під дією кліматичних змін, урбанізації та господарської активності. За останні 50 років в Європі, включно з Українським Поліссям, відбулися істотні зміни гідрологічного режиму річок - зокрема, зменшення масштабів і частоти весняних повеней, зсув їх термінів на більш ранні дати та зниження синхронності паводків, особливо у східній частині континенту [1-4]. Основною причиною цього вважається потепління клімату, що призвело до скорочення снігового покриву та зміщення процесів тало-дощового стоку на зимовий період. В Україні ці тенденції з 1989 року стали статистично вираженими: зафіксовано нестійкий температурний режим, незначні й нерівномірні снігозапаси, а також утворення гідрографів з кількома піками, що ускладнює виділення весняної хвилі стоку.

Для річок Українського Полісся авторами даної роботи проаналізовано умови формування максимального тало-дощового стоку протягом останніх десятиріч. При цьому використані гідрометеорологічні дані спостережень Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського [36], інформаційного порталу Українського гідрометеорологічного центру ДСНС України [37] та тих, що сформовані в Автоматизованому програмному комплексі для збору та обробки гідрометеорологічної інформації АРМ-гідро [38].

Характерними рисами останніх років в умовах не стійкого температурного режиму взимку, не значних снігозапасів, нерівномірного снігонакопичення стало формування повеней від тало-дощових вод в більш ранні, майже зимові періоди року (як, у 2002, 2007, 2008, 2011, 2015, 2016, 2019, 2021, 2022, 2023, 2024 рр.). Гідрографи стоку при цьому мають складний багато вершинний характер, що викликає певні труднощі у виділенні саме весняної хвилі стоку (як, у 2004, 2008, 2014, 2016 рр. та ін. роках). Іноді зимовий максимальний тало-дощовий стік стає вищим ніж весняний (наприклад, у 2001, 2015 рр.). При цьому у роки з майже відсутнім сталим сніговим покривом (2019, 2020, 2022) весняне водопілля було слабо виражене або повністю відсутнє.

В той же час, слід зазначити, що 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2017, 2018 рр. на річках спостерігався виражений тало-дощовий стік в середньобагаторічні строки

проходження весняного водопілля.

Окрему увагу привертає явище *snow drought* (снігових посух), описане в [6], коли повноцінний сніговий покрив не формується, що спричиняє дефіцит весняного стоку і, як наслідок, літні посухи. Це явище вже проявляється в Україні: наприклад, за даними [37], зими 2019/2020 та 2022/2023 рр. були практично безсніжними, що призвело до зниження весняного водопілля та зменшення поповнення водних ресурсів. Так, коливання рівнів води зимово-весняного періоду 2022/2023 р. відбувалося в основному за рахунок дощових опадів й лише частково від снігових вод при послідовному накладанні серії паводків (рис.8). Це призвело до затоплення заплав на верхніх і нижніх ділянках Прип'яті (включно із зоною ЧАЕС), а також її приток у Волинській та Рівненській областях.

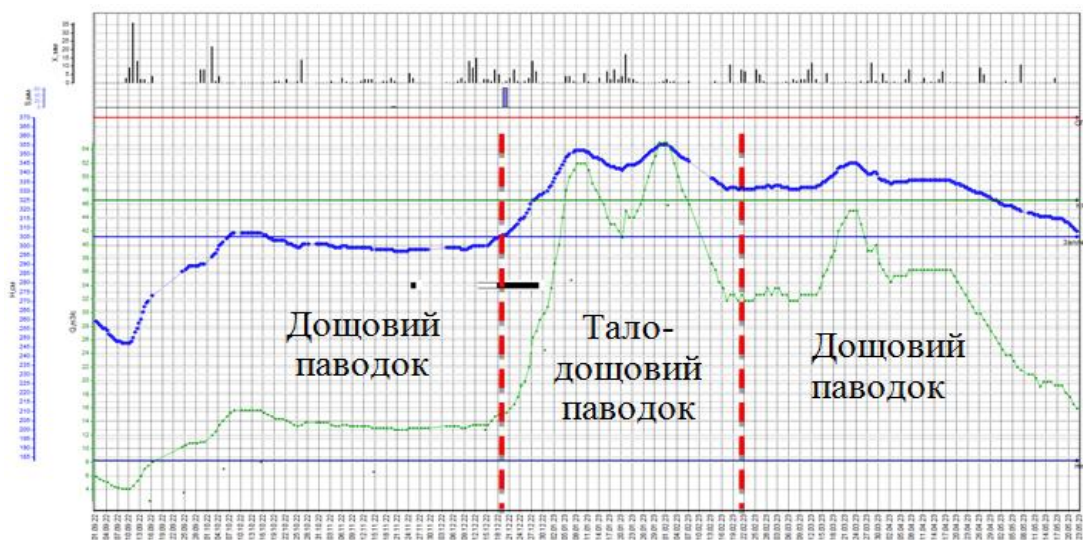


Рис. 8. Комплексний графік ходу гідрометеорологічних характеристик р.Прип'ять - с. Річиця у 2022/2023 рр. (за період 01.09.2022-23.05.2023 рр.)

Подібна ситуація простежується й в останні роки. Так, за даними [34] весняне водопілля 2023/2024 року в правобережному басейні Прип'яті мало помірну інтенсивність, але формувалося переважно за рахунок дощових паводків зимово-весняного типу. Відсутність сталого снігового покриву та промерзання ґрунтів зумовили поступовий характер стікання води, однак пікові витрати, підсилені рясними дощами та високою зволоженістю, перевищили норму й створювали ризики локального затоплення прируслових територій річок.

У 2025 році ситуація виявилася ще контрастнішою: через нестійку теплу зиму та відсутність вираженого снігового покриву весняне водопілля фактично не відбулося, а максимальні витрати не перевищили 39 % від багаторічної норми. Це призвело до глибокого маловоддя, неповного зарядження водою заплав і боліт та створило передумови для дефіциту водних ресурсів у літній період.

Отже, аналіз формування гідрологічного стоку зимово-весняного періоду річок Українського Полісся в останні роки підтверджують, що явище *snow drought* стає стійкою тенденцією для річкових басейнів території (як у 2024/2025 р.), зростає загроза літніх посух та деградації водних екосистем. З іншого боку зберігається висока ймовірність екстремальних паводків змішаного походження (як у 2022/2023, 2023/2024 рр.), що виникають навіть у зимовий період формуючи максимальний тало-дощовий стік на відміну від традиційного весняного водопілля річок. При цьому характерним стало в умовах потепління клімату формування тало-дощового стоку при послідовному накладанні серії тало-дощових або дощових паводків у зимово-весняний період, що відбувається в умовах високої попередньої зволоженості та неглибокому промерзанні ґрунтів.

Методологічний підхід до оцінки впливу зміни клімату в методах гідрологічних розрахунків і прогнозів. Вплив зміни клімату на стік річок, що проявляється в останні десятиріччя в гідрологічному режимі річок правобережжя Українського Полісся при

порушенні сезонного розподілу водності, зменшення весняного стоку та скорочення тривалості його проходження за збереження високої ймовірності тало-дощових паводків зимово-весняного періоду зумовлює потребу в удосконаленні існуючих методів гідрологічних розрахунків та прогнозів максимального стоку річок.

Враховуючи багатofакторність процесу формування максимального тало-дощового стоку річок України адаптація цих методів до сучасних кліматичних умов потребує виявлення нових визначальних чинників в сезонному перерозподілі стоку та особливостях його формування. При цьому основними з них залишаються запаси води у сніговому покриві, кількість опадів у період сніготанення, передповеневий стан ґрунтів (вологість та промерзання) та інтенсивність весняних процесів.

В рамках Одеської наукової школи теоретичної і прикладної гідрології Одеського національного університету імені І.І. Мечникова [39] теоретично обґрунтований і практично реалізований математичний метод гідрологічних розрахунків і довгострокових прогнозів характеристик максимального стоку в період формування весняного водопілля рівнинних річок України, що базується на моделі типового редуційного гідрографа весняного водопілля та дозволяє використовувати метод для будь-яких за географічним положенням і площею річкових водозборів, навіть за відсутності стокових спостережень на річках, які розташовані в однорідних фізико-географічних умовах формування гідрологічного максимального стоку на водозборах. Авторами методу є Є.Д. Голченко, В.А. Овчарук, Ж.Р. Шакірзанова [18-20, 40].

Так, урахувавши кліматичні зміни В.А. Овчарук [20] запропоновано в розрахунковій методиці для визначення максимального стоку в період весняного водопілля рівнинних річок України вводити регіональний коефіцієнт зміни кліматичних показників (снігозапасів, опадів) та коефіцієнту стоку із порівнянням сучасних метеорологічних даних з кліматичним моделюванням. Використання кліматичних сценаріїв у розрахунках максимальних витрат води дозволяє врахувати зниження проектного стоку у майбутньому при плануванні, будівництві й експлуатації гідротехнічних споруд та у водогосподарських заходах.

В методі територіальних довгострокових прогнозів гідрологічних характеристик весняного водопілля рівнинних річок України [19], що оснований на регіональних залежностях шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля від комплексу гідрометеорологічних факторів використовуються модульні коефіцієнти стокових величин, виражених відносно їх середньобаторічних значень. В умовах кліматичних змін, які пов'язані з підвищенням температур повітря (особливо у зимові місяці) і, як наслідок, зменшенні снігонакопичення та промерзання ґрунтів, спостерігаються направлені багаторічні тенденції до зниження водності весняного водопілля річок розглядуваної території [18, 19], що обумовлює необхідність уточнення базових величин прогнозової методики середньобаторічних стокових величин, подовжуючи часові ряди їх спостережень. При цьому, автором [19] пропонується до значень середньобаторічних величин характеристик стоку вводити регіональні поправочні коефіцієнти, що враховують зміни водності весняного водопілля за останні десятиріччя (станом на 2020 р., який є останнім роком у систематичних виданнях ЦГО імені Бориса Срезневського [36]). Іншим шляхом є використання регіонального коефіцієнту зміни клімату до середньобаторічних шарів стоку чи максимальних витрат весняного водопілля, запропонованого авторами [40], аналогічно до регіонального коефіцієнту зміни кліматичних показників в гідрологічних розрахунках максимального весняного стоку річок України [20].

В роботі авторів [41] для прогностичної оцінки загального гідроенергетичного потенціалу річок української частини суббасейну р.Прийп'ять в умовах майбутніх стохастичних закономірностей коливань, однієї з важливих складових гідроенергетичного потенціалу річок, водності річок обґрунтовані регіональні перехідні коефіцієнти до середньорічного стоку води. Такі коефіцієнти дають можливість з високою достовірністю встановити ймовірні *прогнозовані* на десятиріччя значення середньорічного стоку води в періоди багатоводної та маловодної фаз водності річок різної забезпеченості, і відповідно отримати прогностичні оцінки загального гідроенергетичного потенціалу річок суббасейну р. Прип'ять в межах України, що має соціально-економічний ефект розвитку суспільства.

Висновки. Формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся визначається поєднанням кліматичних чинників (снігові запаси, інтенсивність

сніготанення, опади) та фізико-географічних особливостей (рельєф, ґрунти, карстові утворення). Під впливом кліматичних змін відбувається зменшення частки весняного стоку річок, зміщення термінів його формування та підвищення частоти тало-дощових паводків у зимовий період, що підтверджується як вітчизняними, так і європейськими дослідженнями.

При порівнянні кліматичних багаторічних характеристик регіону у період стандартної кліматологічної норми (період 1961-1990 рр.) та нової стандартної кліматологічної норми (період 1991-2020 рр.) встановлено, що для метеостанцій Українського Полісся спостерігається підвищення середньорічної температури повітря у сучасний період на 1,2-1,6 °С, річна і місячна кількість опадів за два кліматичні періоди змінювалась з різними тенденціями в різні місяці року, швидкість вітру зменшилася на 0,8-1,9 м/с, а відносна вологість повітря майже не змінилася по місяцях року і середня за рік.

Відповідно порівнянню кліматичних характеристик має місце сезонний перерозподіл стоку у ці періоди. У сучасний період з 1989 по 2020 роки частка річного стоку (на прикладі р. Случ - с. Сарни) стала значно меншою у весняні місяці (майже вдвічі у квітні у багатоводні і маловодні роки і у березні - у середньоводні), і, навпаки, помітно збільшилася – у зимові (січень-лютий), в літні місяці року стік води також дещо підвищився. Такий характер змін у внутрішньорічному розподілі стоку води в сучасних кліматичних умовах характерний й для інших річок території Українського Полісся. При цьому на річках розглядуваної території характерним стало формування максимального тало-дощового стоку річок на відміну від традиційного весняного водопілля.

Спостерігається зміщення строків формування максимального тало-дощового стоку річок до більш ранніх, майже зимових календарних періодів відносно середніх багаторічних дат проходження весняного водопілля річок Українського Полісся, особливо у сучасний період потепління клімату, що підтверджено вираженими хронологічними трендами цих дат.

У роботі розглянуто вплив змін клімату на максимальний стік річок Українського Полісся, коли зими стають практично безсніжними (явище *snow drought* (снігові посухи), що призводить до дефіциту тало-дощового стоку і, в подальшому викликає літні посухи. Однак, не виключним є й формування вираженого максимального тало-дощового стоку річок, часто при послідовному накладанні серії паводків змішаного походження (тало-дощових або дощових), що виникають в умовах високої попередньої зволоженості та неглибокого промерзання ґрунтів на водозборі, навіть у зимовий період року, на відміну від традиційного весняного водопілля річок.

Методологічний підхід до оцінки впливу зміни клімату в методах гідрологічних розрахунків і прогнозів пов'язаний з використанням регіональних коефіцієнтів до середніх багаторічних величин стоку, які встановлюються через порівняння сучасних метеорологічних даних (снігозапасів й опадів) та коефіцієнту стоку із кліматичним моделюванням або при врахуванні зміни циклів водності річок у майбутньому, що дозволяє оцінити зміни як проектного, так й прогнозованого річкового стоку у майбутньому для різних господарських потреб.

Перспективи використання результатів дослідження пов'язані з урахуванням виявлених в умовах кліматичних змін та сезонного перерозподілу стоку багатофакторних взаємопов'язаних процесів та гідрометеорологічних чинників формування максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся при створенні нових або адаптації існуючих математичних методів гідрологічних розрахунків і прогнозів для ефективного забезпечення водогосподарського комплексу.

Список літератури

1. *Blöschl, G. et al* (Valeryia Ovcharuk). Changing climate shifts timing of European floods. 2017. Vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590. <https://doi.org/10.1126/science.aan2506>
2. *Blöschl, G. et al* (Valeryia Ovcharuk). Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*, 2019, 573(7772), pp. 108-111. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
3. *Kemter, M., Merz, B., Marwan, N., Vorogushyn, S., & Blöschl, G.* (2020). Joint trends in flood magnitudes and spatial extents across Europe. *Geophysical Research Letters*, 46, pp. 1-8. <https://doi.org/10.1029/2020GL087464>
4. *Bertola, M., Blöschl, G., Bohac, M et al.* Megafloods in Europe can be anticipated from observations in hydrologically similar catchments. *Nat. Geosci.* 16, 2023, pp.982–988. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01300-5>

5. Snizhko, Sergiy, Bertola, Miriam, Ovcharuk, Valeriya, Shevchenko, Olga, Didovets, Iulii and Blöschl, Günter. Climate impact on flood changes – an Austrian-Ukrainian comparison. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, vol.71, no.3, 2023, pp.271-282. <https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017>
6. Chartier-Rescan, C., Wood, R. R., & Brunner, M. I. Snow drought propagation and its impacts on streamflow drought in the Alps. *Environmental Research Letters*, 2025, 20(5), 054032. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/adc824>
7. Гребін В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
8. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеськ. державний екологічний університет. Одеса: ТЕС. 2014. 484 с. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/6078>
9. Гребін В.В., Ободовський О.Г. Закономірності внутрішньорічного розподілу стоку та особливості живлення річок басейну верхньої Прип'яті. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2003. Т. 5. С. 119-128.
10. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. Одесса: Экология, 2005. 208 с.
11. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. *Український географічний журнал*. 2015. № 3. С. 16-23.
12. Obodovskyi O., Korniienko V. Spatial distribution of average annual water runoff in the Pripjat basin rivers (Ukraine). *Geography and Tourism*. 2020. Vol. 8. No.2. p.97-106 DOI: <https://doi.org/10.36122/GAT20200819>
13. Lobodzinskiy O., Vasylenko Y, Koshkina O, Nabyvanets Yu. Assessing the impact of climate change on discharge in the Horyn River basin by analyzing precipitation and temperature data. *Meteorology Hydrology and Water Management*. 2023. Vol. 11(1). P. 93–106. DOI: <https://doi.org/10.26491/mhwm/163286>
14. Гопцій М.В., Бондаренко А.Є. Міжрічна мінливість стоку повені в басейні р. Тетерів за багаторічний період. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2024. № 3(73). С. 37-49. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.3.4>
15. Галущенко Н.Г. Гидрологические и водно-балансовые расчеты. Київ: Вища шк. Головное изд-во, 1987. 248 с.
16. Горбачова Л.О., Барандіч С.Л. Просторова-часова мінливість максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2016, Вип. 269. С. 107-114. old.uhmi.org.ua.
17. Evgenia Vasylenko. Present spatial changes of time and duration of spring flooding in the Prypiat River catchment (Ukrainian part). *ENERGETIKA*. 2015. Т. 61. Nr. 2. P. 81–90. <https://doi.org/10.6001/energetika.v61i2.3135>
18. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірманова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: монографія. Одеса: Вид-во "ТЭС", 2010. 336 с.
19. Шакірманова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/2516>
20. Овчарук В.А. Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України: монографія. Одеса: ТЕС. 2020. 300 с. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9662>
21. Сіваєв Деніс, Шакірманова Жаннетта Вплив зміни клімату на максимальний стік річок Українського Полісся. Матеріали науково-практичної конференції, присвяченій Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру», 22-23 березня. Київ, Україна. 2024. С. 73-75. URL: https://doi.org/10.15407/conf_UHMI_CGO_2024.024
22. Shakirzanova Zhannetta, Sivaiev Denys The Impact of Climate Change on the Hydrological Regime of Rivers in The Ukrainian Polissia. Матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції «КЛІМАТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ: НАУКА І ОСВІТА», 16-18 квітня. Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2025. С. 158-159. URL: <https://drive.google.com/file/d/1jXxm-ECGZBLd6kRG8NTyQkqN6GL-VhQD/view>
23. Науково-методична база для встановлення розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату : звіт про НДР (остаточний) / Одеський державний екологічний університет ; наук. кер. Гопченко Є.Д. № держреєстрації 0117U002424. Одеса, 2019. 754 с.
24. Національний атлас України / кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», 1999–2000. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/4070100.html> (дата звернення: 18.04.2025)

25. Фізична географія Української РСР / за ред. А.М. Маринича. Київ: Вища школа, 1982. 208 с.
26. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В.Гребінь, В.Б.Мокін, В.А.Шашук, В.К.Хільчевський, М.В.Яцюк, О.В.Чунарьов, Є.М.Крижановський, В.С.Бабчук, О.Є.Ярошевич К.:Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.
27. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 1(44). С. 8–20.
28. Водний кодекс України. Кодекс України, Закон, Кодекс від 06.06.1995 № 213/95-ВР Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, Ст. 79 із змінами, внесеними згідно із Законами № 1641-VIII від 04.10.2016, № 1054-IX від 03.12.2020 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 17.10.2024)
29. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (дата звернення: 18.10.2024)
30. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
31. WMO guidelines on the calculation of climate normals : No. 1203 / World Meteorological Organization (WMO). Geneva, 2017. P. 29. URL: <https://library.wmo.int/idurl/4/55797> (last accessed: 15.07.2025)
32. Valeriy Osypov, Nazar Filippov, Herman Mossur, Yurii Ahafonov, Oleg Skrynyk, Nataliia Osadcha, Volodymyr Osadchyi Climate Change Viewer: User-Friendly Web Tool for Climate Change Tracking in Ukraine. *Geomatics and Environmental Engineering*. Volume 19. Number 5. 2025. p. 49-70. <https://doi.org/10.7494/geom.2025.19.5.49>
33. Кліматичний кадастр України (електронна версія). Державна гідрометеорологічна служба. УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ, 2006.
34. Кліматичний кадастр України (електронна версія). Державна гідрометеорологічна служба ДСНС України. Центральна Геофізична Обсерваторія імені Бориса Срезневського. Київ, 2023.
35. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.2.Среднее и нижнее Поднепровье / под ред. М.С.Каганера. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1971. 656 с.
36. Державний водний кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 2016-2020 рр. та весь період спостережень). Частина 1. Річки. Вип. 2. Басейн Дніпра: довідкове видання. Київ, 2023. 294 с.
37. Інформаційний портал Українського гідрометеорологічного центру Державної служби України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://meteo.gov.ua> (дата звернення: 10.05.2025 р.).
38. Бойко В.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І. Використання геоінформаційних технологій в оперативній гідрометеорології. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2010. Вип. 18. С. 25-30.
39. Наукові школи Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. URL: <https://onu.edu.ua/uk/science/naukovi-shkoly> (дата звернення: 15.10.2025 р.).
40. Шакірзанова Ж.Р., Докус А.О. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг: монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2021. 244 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9674/>
41. River Runoff in Ukraine Under Climate Change Conditions / О. Obodovskiy et al. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2020. 180 p.

References

1. Blöschl, G., Hall, J., Parajka, J., Perdigão, R. A. P., Merz, B., Arheimer, B., Živković, N. Changing climate shifts timing of European floods. *Science*, 2017, 357(6351), 588-590. <https://doi.org/10.1126/science.aan2506>
2. Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A. P., Parajka, J., Merz, B., Živković, N. Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*, 2019, 573(7772), 108-111. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
3. Kemter, M., Merz, B., Marwan, N., Vorogushyn, S., & Blöschl, G. Joint trends in flood magnitudes and spatial extents across Europe. *Geophysical Research Letters*, 2020, 46, e2020GL087464. <https://doi.org/10.1029/2020GL087464>
4. Bertola, M., Blöschl, G., Boháč, M., Hall, J., Kiss, A., Kjeldsen, T. R., Kohnová, S., Merz, B., Merz, R., Müller, M., Ovcharuk, V., Parajka, J., & Viglione, A. Megafloods in Europe can be anticipated from observations in hydrologically similar catchments. *Nature Geoscience*, 2023, 16, 982-988. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01300-5>
5. Snizhko, S., Bertola, M., Ovcharuk, V., Shevchenko, O., Didovets, I., & Blöschl, G. Climate impact on flood changes - an Austrian-Ukrainian comparison. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2023, 71(3), 271-282. <https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017>

6. Chartier-Rescan, C., Wood, R. R., & Brunner, M. I. Snow drought propagation and its impacts on streamflow drought in the Alps. *Environmental Research Letters*, 2025, 20(5), 054032. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/adc824>
7. Hrebin, V. V. *Sovremenniy vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrologichnyi analiz)* [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape-hydrological analysis)]. Kyiv: Nika-Centr, 2010. 316 s.
8. Gopchenko, Ye. D., Loboda, N. S., & Ovcharuk, V. A. *Hidrologichni rozrakhunki: pidruchnyk* [Hydrological calculations: Textbook]. Odesa: TES, 2014. 484 s. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/6078>
9. Hrebin, V. V., & Obodovskyi, O. H.. Zakonomirnosti vnutrishniorichnoho rozpodilu stoku ta osoblyvosti zhyvlennia richok baseinu verkhnoi Prypiati [Patterns of intra-annual runoff distribution and features of the feeding of rivers in the upper Pripyat basin]. *Hidrologiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*, 2003. T. 5. S. 119-128.
10. Loboda, N. S. *Raschety i obobshcheniia kharakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviiakh antropogennogo vliianiia: monografiia* [Calculations and generalizations of the annual runoff characteristics of Ukrainian rivers under anthropogenic influence: Monograph]. Odesa: Ekologiia, 2005. 215 s.
11. Horbachova, L. O. Suchasnyi vnutrishnorizhnyi rozpodil vodnoho stoku richok Ukrainy [Modern intra-annual distribution of water runoff of rivers in Ukraine]. *Ukrainskyi Heohrafichnyi Zhurnal*. 2015. №3. S. 16-23.
12. Obodovskyi, O., & Korniienko, V. Spatial distribution of average annual water runoff in the Pripyat basin rivers (Ukraine). *Geography and Tourism*. 2020. Vol. 8. No.2. p.97-106. URL: <https://doi.org/10.36122/GAT20200819>
13. Lobodzynskiy, O., Vasilenko, Y., Koshkina, O., & Nabyvanets, Yu. Assessing the impact of climate change on discharge in the Horyn River basin by analyzing precipitation and temperature data. *Meteorology Hydrology and Water Management*. 2023. Vol. 11(1). P. 93-106. <https://doi.org/10.26491/mhwm/163286>
14. Hopchii, M. V., & Bondarenko, A. Ye. Mizh-richna minlyvist' stoku poveni v baseini r. Teteriv za bahatorichnyi period [Interannual variability of flood runoff in the Teteriv River basin over a long-term period]. *Hidrologiia, Hidrokhimiia i Hidroekolohiia*. 2024. №3(73). S. 37-49. <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.3.4>
15. Halushchenko, N. H. *Hidrologicheskie i vodno-balansovye raschety* [Hydrological and water balance calculations]. Kyiv: Vyscha Shkola, 1987. 248 s.
16. Horbachova, L. O., & Barandich, S. L. Prostorovo-chasova minlyvist' maksimalnogo stoku vody vesnianoho vodopillia ta pavodkiv zmishanoho pokhodzhennia richok Ukrainy [Spatio-temporal variability of maximum water discharge of spring floods and mixed-origin freshets of Ukrainian rivers]. *Naukovi Pratsi UkrNDHMI*, 2016, Vyp. 269. S. 107-114. <http://old.uhmi.org.ua>
17. Vasilenko, E. Present spatial changes of time and duration of spring flooding in the Prypiat River catchment (Ukrainian part). *Energetika*. 2015. T. 61. Nr. 2. P.81-90. URL: <https://doi.org/10.6001/energetika.v61i2.3135>
18. Hopchenko, Ye. D., Ovcharuk, V. A., & Shakirzanova, Zh. R. *Rozrakhunki ta dovhostrokovyi prohozy kharakterystyk maksimalnogo stoku vesnianoho vodopillia v baseini r. Prypiat: monografiia* [Calculations and long-term forecasts of the characteristics of maximum spring flood discharge in the Pripyat River basin: Monograph]. Odesa: TES, 2010. 336 s.
19. Shakirzanova, Zh. R. Dovhostrokovyi prohozuvannia kharakterystyk maksimalnogo stoku vesnianoho vodopillia rivnyynykh richok ta estuariiv terytorii Ukrainy: monografiia [Long-term forecasting of maximum spring flood runoff characteristics of plain rivers and estuaries of Ukraine: Monograph]. Odesa: FOP Bondarenko M. O., 2015. 252 s. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2516>
20. Ovcharuk, V. A. *Maksimalnyi stik vesnianoho vodopillia rivnyynykh richok Ukrainy: monografiia* [Maximum spring flood discharge of plain rivers of Ukraine: Monograph]. Odesa: TES, 2020. 300 s.
21. Sivaiev, D., & Shakirzanova, Zh. Vplyv zminy klimatu na maksimalnyi stik richok Ukrainskoho Polissia [Impact of climate change on maximum runoff of rivers in the Ukrainian Polissia]. *Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoii Vsesvitnomu meteorolohichnomu dniu «Na varti klimatychnykh dii» ta Vsesvitnomu dniu vodnykh resursiv «Voda dlia myru» (22-23 March, Kyiv, Ukraine)*, 2024, S.73-75. https://doi.org/10.15407/conf_UHMI_CGO_2024.024
22. Shakirzanova, Zh., & Sivaiev, D. The impact of climate change on the hydrological regime of rivers in the Ukrainian Polissia. *Materialy Druhoi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Klimatychne obsluhovuvannia: nauka i osvita» (16-18 April, Odesa: Odesa National University named after I. I. Mechnikov)*. 2025. S.158-159. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1jXxm-ECGZBLd6kRG8NTyQkqN6GL-VhQD/view>
23. *Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet.. Naukovo-metodychna baza dlia vstanovlennia rozrakhunkovykh kharakterystyk vesnianoho vodopillia v baseini Dnipro v umovakh minlyvosti klimatu: zvit pro NDR (ostatochnyi)* [Scientific and methodological basis for determining calculated characteristics of spring floods in the Dnipro basin under climate variability: final research report]. Odesa, 2019. 754 s.

24. Rudenko, L. H., Chabaniuk, V. S., & Bochkovska, A. I. (project supervisors). *Natsionalnyi atlas Ukrainy* [National Atlas of Ukraine]. Instytut heohrafiï NAN Ukrainy, TOV «Intelektualni systemy HEO», 1999-2000. Retrieved from <http://wdc.org.ua/atlas/4070100.html> (accessed: 18 April 2025).
25. Marynych, A. M. (ed.). *Fizychna heohrafiia Ukrainskoi RSR* [Physical geography of the Ukrainian SSR]. Kyiv: Vyshcha Shkola, 1982. 208 s.
26. Hrebin, V. V., Mokin, V. B., Stashuk, V. A., Khilchevskiy, V. K., Yatsiuk, M. V., Chunarov, O. V., Kryzhanovskiy, Ye. M., Babchuk, V. S., & Yaroshevych, O. Ye. *Metodyky hidrografichnoho ta vodohospodarskoho raionuvannia terytorii Ukrainy vidpovidno do vymoh Vodnoi ramkovoi dyrektyvy YeS* [Methods of hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine in accordance with the requirements of the EU Water Framework Directive]. Kyiv: Interpres LTD, 2013. 55 s.
27. Khilchevskiy, V. K., & Hrebin, V. V. *Hidrografichne ta vodohospodarske raionuvannia terytorii Ukrainy, zatverdzene u 2016 r. - realizatsiia polozhen VRD YeS* [Hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine approved in 2016 - implementation of EU WFD provisions]. *Hidrolohiia, Hidrokimiia i Hidroekolohiia*. 2017. №1(44), S. 8-20.
28. *Vodnyi kodeks Ukrainy*. Kodex Ukrainy vid 06.06.1995 No. 213/95-VR (iz zminamy vid 04.10.2016 No. 1641-VIII, vid 03.12.2020 No. 1054-IX) [Water Code of Ukraine as amended]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 1995, (24), Article 79. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (accessed: 17 October 2024)
29. *Dyrektyva 2000/60/YeS Yevropeiskoho Parlamentu i Rady*. Pro vstanovlennia ramok diialnosti 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], 2000. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (accessed: 18 October 2024)
30. Lipinskiy, V. M., Diachuk, V. A., & Babichenko, V. M. (eds.). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. Kyiv: Vydavnytstvo Raievskoho, 2003. 343 s.
31. WMO guidelines on the calculation of climate normals: No. 1203. World Meteorological Organization (WMO), Geneva, 2017. 29 p. Retrieved from <https://library.wmo.int/idurl/4/55797> (accessed: 15 July 2025)
32. Osypov, V., Filippov, N., Mossur, H., Ahafonov, Yu., Skrynyk, O., Osadcha, N., & Osadchyi, V. *Climate Change Viewer: User-friendly web tool for climate change tracking in Ukraine*. *Geomatics and Environmental Engineering*. 2025. 19(5). p. 49-70. <https://doi.org/10.7494/geom.2025.19.5.49>
33. *Klimatychnyi kadastr Ukrainy (elektronna versiia)*. Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba, UkrNDHMI, Tsentralna heofizychna observatoriia [Climatic Cadastre of Ukraine (electronic version). State Hydrometeorological Service, Ukrainian Hydrometeorological Research Institute, Central Geophysical Observatory]. Kyiv, 2006.
34. *Klimatychnyi kadastr Ukrainy (elektronna versiia)*. Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba DSNS Ukrainy, Tsentralna heofizychna observatoriia imeni Borysa Sreznevskoho [Climatic Cadastre of Ukraine (electronic version). State Hydrometeorological Service of the SES of Ukraine, Borys Sreznevskiy Central Geophysical Observatory]. Kyiv, 2023.
35. Kahaner, M. S. (ed.). *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 6. Ukraina i Moldaviia. Vyp. 2. Srednee i nizhnee Podneprovie* [Surface Water Resources of the USSR. Vol. 6. Ukraine and Moldova. Issue 2. Middle and Lower Dnieper]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. 656 s.
36. *Derzhavnyi vodnyi kadastr. Bahatorichni dani pro rezhym ta resursy poverkhnevnykh vod sushi (za 2016-2020 rr. ta ves period sposterezhen). Chastyna 1. Richky. Vypusk 2. Basein Dnipro: dovidkove vydannia* [State Water Cadastre. Long-term data on the regime and resources of surface waters (for 2016-2020 and the entire observation period). Part 1. Rivers. Issue 2. Dniro Basin: Reference publication]. Kyiv, 2023. 294 s.
37. *Informatsiynyi portal Ukrainskoho hidrometeorolohichnoho tsentru Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii*. [Information Portal of the Ukrainian Hydrometeorological Center of the State Emergency Service of Ukraine], 2025. Retrieved from <https://meteo.gov.ua> (accessed: 10 May 2025)
38. Boiko, V. M., Kulbida, M. I., & Adamenko, T. I. *Vykorystannia heoinformatsiinykh tekhnolohii v operatyvniï hidrometeorolohii* [Use of geoinformation technologies in operational hydrometeorology]. *Hidrolohiia, Hidrokimiia, Hidroekolohiia*. 2010. Vyp. 18, S. 25-30.
39. *Naukovy shkolu Odeskoho natsionalnoho universytetu imeni I. I. Mechnykova*. [Scientific schools of Odessa National University named after I.I. Mechnikov], 2025. Retrieved from <https://onu.edu.ua/uk/science/naukovi-shkoly> (accessed: 15 October 2025)
40. Shakirzanova, Zh. R., & Dokus, A. O. *Dovhostrokovye prohozuvannia kharakterystyk vesnianoho vodopillia v baseini r. Pivdennyi Buh: monohrafiia* [Long-term forecasting of spring flood characteristics in the Southern Bug River basin: Monograph]. Odesa: FOP Bondarenko M. O., 2021. 244 s. Retrieved from <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9674/>
41. Obodovskiy, O., et al. *River Runoff in Ukraine under Climate Change Conditions*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. 180 p.

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 ПОВТОРЮВАНOSTІ
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. Піка – 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)