ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 556.5:627.152:551.583:504.4:628.336
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.20

ДИНАМІКА СТОКУ НАНОСІВ УЗДОВЖ ТЕЧІЇ РІЧКИ ДНІСТЕР ТА В БАСЕЙНАХ ЇЇ ПРИТОК

Гнатів І.Р. (orcid.org/0000-0002-2987-1673)
Національний лісотехнічний університет України
вул. Генерала Чупринки, 134, 79057, м. Львів
gnativ13@gmail.com

Гідрологічна інформація про режим стоку наносів суттєво обмежена порівняно з даними про водний стік як за кількістю пунктів моніторингу, так і за тривалістю неперервних спостережень. У зв'язку з цим для розв'язання інженерно-гідрологічних та прикладних завдань широко використовують розрахункові методи оцінювання характеристик твердого стоку.

Визначальною гідроморфологічною особливістю правобережної частини басейну Дністра є висока інтенсивність формування річного стоку наносів, зумовлена гірським характером рельєфу й руслових процесів. Багаторічній динаміці стоку завислих наносів у річковій системі Верхнього Дністра властива виражена просторова неоднорідність, що засвідчує наявність двох відмінних типів різницевих інтегральних кривих. Конфігурація різницевих інтегральних кривих максимального стоку чітко відображає специфіку міжрічної мінливості метеорологічних характеристик, зокрема домінування тенденцій до зростання температури повітря та зменшення обсягів опадів у холодний період року, коли формуються передумови весняного водопілля. Зниження максимальних витрат води під час водопілля закономірно спричиняє редукцію твердого стоку річок, що виявляється в його стабільній від'ємній фазі.

Результати комплексного аналізу багаторічних гідрометеорологічних рядів за період 1950–2025 років свідчать про надзвичайно високу амплітуду коливань витрат води та стоку завислих наносів у басейні Верхнього Дністра. У ході дослідження закономірностей динаміки водного режиму та формування стоку наносів установлено, що підвищення температури повітря в зимовий сезон зумовило зменшення глибини промерзання ґрунту, зростання частоти відлиг і збільшення втрат поверхневого стоку в період сніготанення, що виявило ключові взаємозв'язки між процесами формування водного стоку й транспортуванням завислих наносів до 2025 року. *Ключові слова:* Карпатський регіон, схилові території, витрати води, стік наносів, зміни клімату, басейн Дністра.

Sediment Yield Dynamics Along the Dniester River and in Its Tributary Drainage Basins. Hnativ I.

Hydrological information on the sediment yield regime is substantially limited compared to water discharge data, both in the number of monitoring stations and the duration of continuous observations. Consequently, estimation methods for evaluating sediment load characteristics are widely applied to solve engineering-hydrological and applied problems.

The defining hydromorphological feature of the right-bank portion of the Dniester drainage basin is the high intensity of annual sediment yield formation, driven by mountainous topography and channel processes. Long-term dynamics of suspended sediment yield in the Upper Dniester river system exhibit pronounced spatial heterogeneity, as evidenced by the presence of two distinct types of difference integral curves. The configuration of difference integral curves of maximum discharge clearly reflects the interannual variability of meteorological characteristics, specifically the dominant trends toward rising air temperatures and declining precipitation during the cold season, when conditions for spring flood formation are established. A reduction in peak discharge during spring floods consistently causes a decrease in river sediment load, manifesting in its stable negative phase.

Comprehensive analysis of long-term hydrometeorological time series for the

period 1950–2025 indicated an exceptionally high fluctuation amplitude of water discharge and suspended sediment yield in the Upper Dniester drainage basin. In the investigation of water regime dynamics and sediment yield formation, it was established that increased winter air temperatures caused a reduction in soil freezing depth, a higher thaw frequency, and greater surface runoff losses during snowmelt, which revealed key interrelationships between water discharge processes and suspended sediment transport up to 2025. *Key words:* Carpathian region, sloping terrains, water discharge, sediment yield, climate change, Dniester basin.

Постановка проблеми. Гідрологічні відомості щодо режиму стоку наносів суттєво обмежені порівняно з даними про водний стік як за кількістю пунктів моніторингу, так і за тривалістю безперервних спостережень. Тому для розв'язання різноманітних прикладних задач дуже часто застосовують розрахункові методи оцінювання характеристик твердого стоку. Попри систематичне формування бурхливих паводкових хвиль, гірські річки південно-східних схилів Карпатського регіону характерні відносно низькими модулями стоку завислих наносів. Цьому безпосередньо сприяє високий ступінь залісеності схилів річкових долин, який виступає потужним протиерозійним бар'єром та зумовлює дефіцит дрібноуламкового матеріалу, доступного для водної ерозії. При цьому на малих водозборах за екстремаль-

© Гнатів І.Р., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

них опадів можливе генерування та проходження деструктивних селевих паводків і потоків, тоді як на решті басейнових площ формується стік із мінімальним вмістом твердих завислих часток [1, 2].

Актуальність дослідження. Систематичний моніторинг стоку наносів становить істотний компонент гідрологічних спостережень у моніторингу довкілля. Первинну інформаційну базу формує мережа гідрометричних постів, де визначають ключові показники: стік і модуль стоку води та завислих наносів, каламутність, гранулометричний склад завислого та донного матеріалу [1, 3].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Робота виконана згідно плану науково-дослідної роботи кафедри гідротехніки та водної інженерії НУ «Львівська політехніка» з проблеми «Процеси перенесення маси та трансформації русел річок Прикарпаття» відповідно до науково-технічної програми Міністерства освіти і науки України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Однією з визначальних гідроморфологічних особливостей правобережної частини басейну Дністра є висока інтенсивність формування річного стоку наносів, що безпосередньо зумовлено гірським характером рельєфу й руслових процесів. Верхні праві притоки (Стрий, Свіча, Лімниця, Бистриця тощо) беруть початок на схилах Карпат, де зосереджена основна зона ерозійного живлення річкових систем твердим матеріалом. Багаторічна динаміка стоку завислих наносів у річковій системі Верхнього Дністра характеризується вираженою просторовою неоднорідністю, що підтверджується наявністю двох різних типів різницевих інтегральних кривих.

На одних гідрологічних створах, зокрема на річці Бистриця біля села Озимина, з середини 1990-х років сформувався чіткий висхідний цикл із тенденцією до суттєвого зростання витрат твердого матеріалу [4]. Натомість для іншої групи водотоків властива протилежна за спрямованістю динаміка. Яскравим прикладом цього розходження є р. Стрий, де в аналогічний період розпочався стійкий низхідний тренд, що бере початок ще з кінця 1980-х років (рис. 1). Загалом стійке зниження стоку наносів зафіксовано для трьох ключових річок: Свічі, Стрия та Бистриці Надвірнянської.

Важливою індикацією глибинних внутрішньобасейнових трансформацій стало те, що під час катастрофічних паводків 2008 та 2010 років на цих річках не спостерігалося очікуваних піків твердого стоку, попри екстремальне зростання максимальних витрат води. Оскільки комплексний аналіз наукової літератури та результати дешифрування космічних знімків у сервісі Google Earth не виявили ознак безпосереднього антропогенного втручання вище зазначених створів, тому редукцію ерозійної активності слід пов'язувати з природними чинниками, а саме стабільним самовідмощенням річкових русел і поступовим підвищенням лісистості водозборів. Таким чином, існування двох типів гідроморфологічного відгуку є безпосереднім наслідком просторової диференціації режимів формування й динаміки максимального стоку води на правобережжі басейну Дністра.

Сучасні дослідження гідрологічного режиму Верхнього Дністра вказують на надзвичайно високу амплітуду багаторічних коливань витрат води та модулів стоку завислих наносів за період 1950–2025 років. Яскравим підтвердженням цього є результати спостережень у створі м. Самбір, де історичні максимуми модуля стоку наносів (640–740 т/км^2 на рік) зафіксовані у 1968–1970 роках, що більше ніж у чотири рази перевищує середню багаторічну норму – 166 т/км^2 на рік. Такий значний розмах коливань є наслідком комплексного багатофакторного впливу, детально аналізованого у праці [5–7].

Примітно, що ці пікові показники стоку завислих наносів виявляють слабку кореляційну залежність із максимальною витратою води та сумами атмосферних опадів. Ця обставина, як зазначає О. В. Пилипович [7], вказує на домінування позакліматичних чинників, зокрема масштабних вирубок лісу, які інтенсивно здійснювалися на водозборі Верхнього Дністра наприкінці 1960-х – у середині 1970-х років. У просторовому аспекті сучасна динаміка твердого стоку правобережних приток Дністра чітко розмежована. Якщо річки північно-західної частини басейну демонструють стійку схильність до збільшення стоку наносів, що синхронізується з трендами їх максимального водного стоку, то в центральній та південно-східній зонах наявні тенденції змін є незначними.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття

Попри значну кількість праць, присвячених русловим процесам басейну Дністра, поза увагою науковців залишається комплексний синхронний аналіз багаторічних гідрометеорологічних рядів останнього десятиліття (включаючи дані до 2025 року). Потребує уточнення вплив сучасної трансформації клімату та локального антропогенного навантаження на міжсезонний розподіл і просторову диференціацію стоку завислих наносів між правобережними та лівобережними притоками Верхнього Дністра.

Новизна

Уперше здійснено комплексний синхронний аналіз гідрометеорологічних багаторічних рядів (охоплюючи період спостережень до 2025 року), який дав змогу виявити просторову диференціацію та десинхронізацію між процесами формування водного стоку й транспортування завислих наносів у басейні Верхнього Дністра.

Методологічне або загальнонаукове значення. Методологічна цінність статті полягає у використанні різницевих інтегральних кривих та кореляцій-

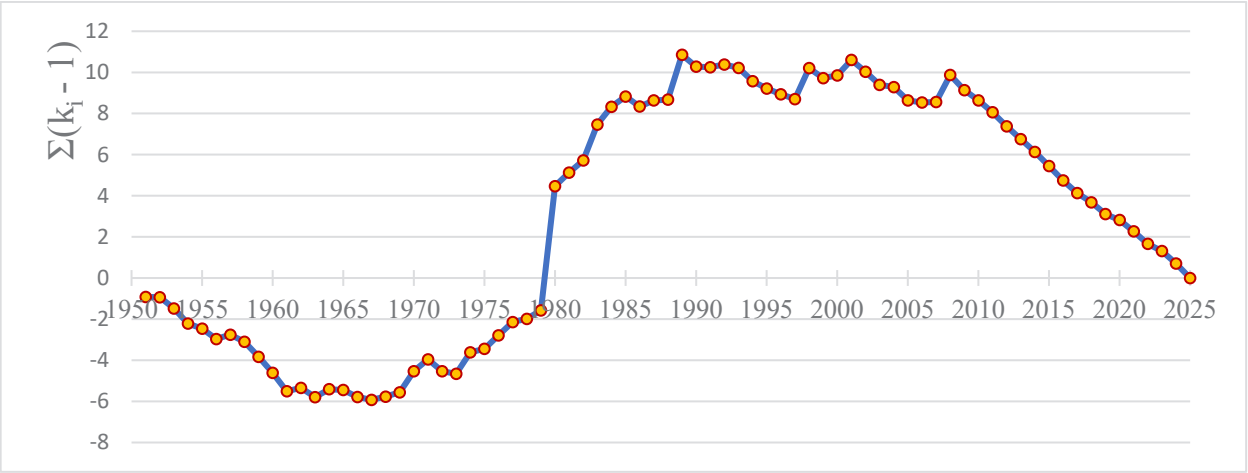

Рис. 1. Різницева інтегральна крива стоку наносів р. Стрий – с-ще. Верхнє Синьовидне

ного аналізу для розділення кліматично та антропогенно зумовлених складових у багаторічній динаміці стоку наносів, що є ефективним інструментом оцінювання річкових водних систем.

Виклад основного матеріалу. Просторовий розподіл та літологічний склад руслових відкладів Дністра зазнають суттєвих трансформацій уздовж течії, що безпосередньо зумовлено зміною поздовжніх похилів русла та специфікою стоку домінуючих приток. У верхів'ях річки до м. Самбір дно є переважно кам'янистим, проте нижче за течією (на ділянці до гирла річки Стрий) внаслідок зменшення гідравлічних похилів грубоуламковий матеріал зникає, поступаючись місцем глинисто-піщаним та мулистим відкладам. У межах цієї зони акумуляції найпотужніший шар мулу зафіксовано на ділянці вище гирла р. Стрв'яж, тоді як мінімальні його значення спостерігаються після впадіння р. Тисмениця [4].

Далі за течією, аж до створу селища Журавно, дно знову змінюється на гравійно-щебенисте, а нижче повертається до кам'янистого типу. Така регенерація крупності аллювію забезпечується потужним надходженням ерозійного матеріалу (гравію та гальки) з висоководних правих карпатських приток, а саме Свічі, Лімниці, Бистриці тощо. У середній течії Дністра русло зберігає переважно кам'янисто-гальковий характер із локальним переходом у гравійно-піщані суміші. Проте, попри стабільність морфологічної структури, за даними А. Г. Ободовського [8, 9], впродовж останніх 50 років у більшості розрахункових створів спостерігається стійка тенденція до зменшення середнього діаметра фракцій руслових наносів. Аномальне ж укрупнення алювію в окремих створах є наслідком локального переформатування русла під впливом антропогенного чинника, зокрема промислового видобутку гальково-гравійної суміші.

Формування водного стоку в головному руслі середньої течії Дністра визначається переважно впливом гірських правобережних приток, які характеризуються тенденцією до обводнення, а їхній модуль річного стоку у 5 разів перевищує аналогічний показник лівобережних водозборів. На відміну від лівобережної притокової системи, водність самого Дністра демонструє стійку тенденцію до зростання, що чітко простежується за характером різницевих інтегральних кривих. Водночас важливою гідрологічною особливістю досліджуваної руслової системи є виражена асинхронність коливань водного режиму та інтенсивності транспорту твердого матеріалу [4]. Про відсутність прямої синхронності свідчить те, що коефіцієнт кореляції між значеннями річного стоку води та завислих наносів варіює в межах помірного та високого значень (рис. 2, 3).

У гідрологічному режимі річок досліджуваного басейну спостерігається чітка диференціація зв'язків між різними компонентами стоку. З одного боку, багаторічні коливання середньорічного і максимального водного стоку загалом є синфазними, попри наявність певних структурних відмінностей у їхньому характері (рис. 2, 4). В іншому випадку, фіксується виражена десинхронізація процесів перенесення твердого матеріалу і водного режиму. Ця невідповідність багаторічної динаміки стоку завислих наносів (рис. 3) коливанням як середньорічних (рис. 2), так і екстремальних максимальних витрат води (рис. 4) зумовлена чинником просторової деградації джерел ерозійного живлення, а саме різким зменшенням обсягів надходження твердого матеріалу з басейнів лівобережних приток Дністра [10, 11].

Аналіз сучасних публікацій засвідчує безперервну трансформацію умов формування стоку води та наносів річок Поділля під впливом як кліматичних, так і антропогенних чинників. У працях В. І. Вишневського та А. А. Косівця зафіксовано загальну тенденцію до зниження стоку наносів на

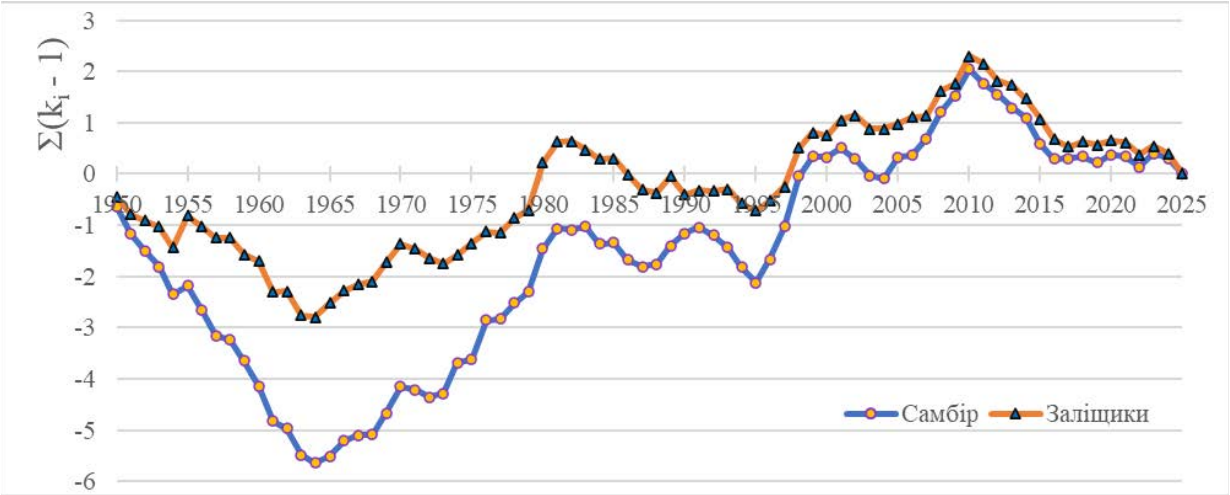

Рис. 2. Різницеві інтегральні криві середньорічних витрат води у створах гідрологічних постів Самбір та Заліщики

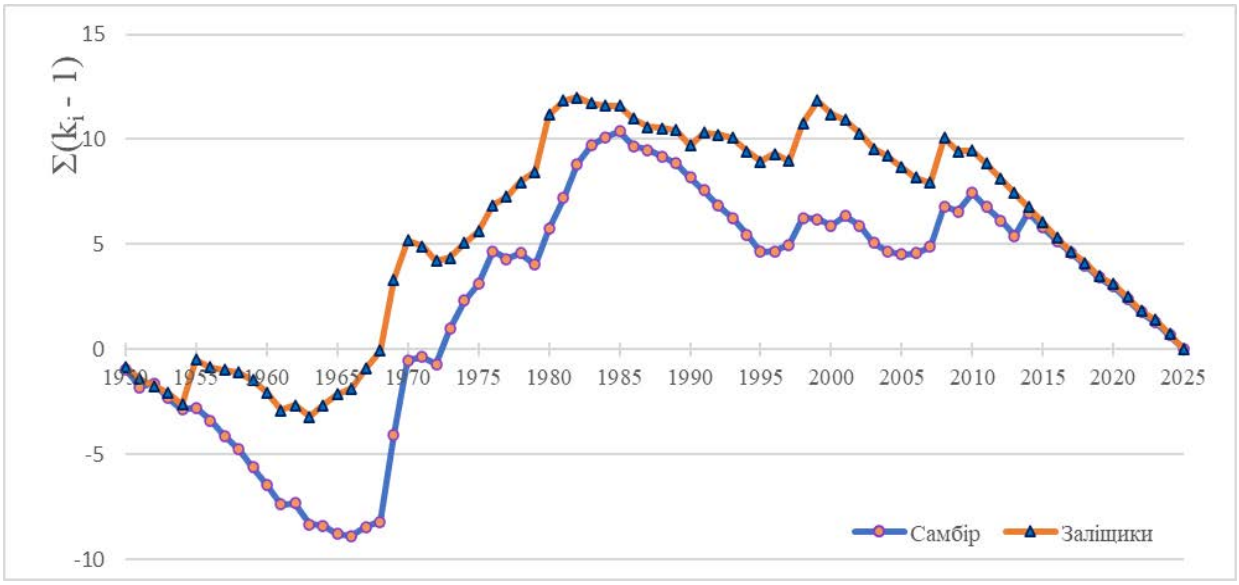

Рис. 3. Різницеві інтегральні криві річного стоку завислих наносів у створах гідрологічних постів Самбір та Заліщики

більшості водотоків України, чому сприяли спад інтенсивності господарської діяльності та певне вирівнювання внутрішньорічного розподілу водного стоку. Єдиним регіоном, де стік наносів має протилежну спрямованість і постійно зростає, є Українські Карпати, що зумовлено наслідками масштабного знеліснення територій [12]. Додатковим вагомим чинником антропогенного походження, який суттєво деформує баланс наносів, належить видобуток річкового алювію та каменю, що набув значних обсягів.

Паралельно з господарським навантаженням, В. І. Вишневський акцентує увагу на кліматичній обумовленості гідрологічного режиму. На його думку, підвищення температури повітря в холодний період року призводить редукцію стоку весняного водопілля, що безпосередньо викликає зниження твердого стоку. Комплексне з'ясування цієї динаміки потребує регулярної актуалізації та оновлення масивів вихідних даних із всебічним урахуванням кліматичних трендів, гідрологічних показників річок і закономірностей руслоформувальних процесів [13]. На усіх річках території досліджуваного регіону спостерігається стійка тенденція до значного зменшення витрат завислих наносів, що зумовлено інтенсивним гідротехнічним регулюванням русел та зростанням кількості ставкових господарств і водосховищ у річкових басейнах, які діють як ефективні уловлювачі наносів та відстійники [14]. Додатковими чинниками, що зумовили скорочення обсягів надходження твердого матеріалу в гідрографічну мережу, стали загальний спад промислового виробництва, який розпочався

 ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

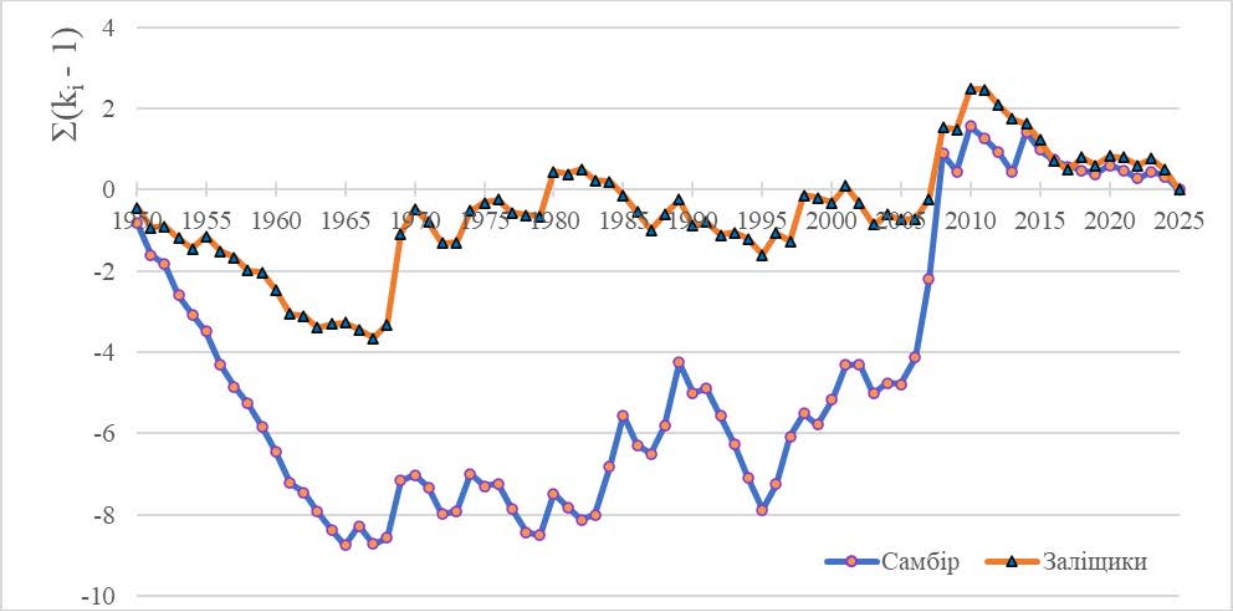

Рис. 4. Різницеві інтегральні криві максимальних витрат води у створах гідрологічних постів Самбір та Заліщики

з 1990-х років та упровадження заходів раціонального природокористування [15].

Водночас конфігурація різницевих інтегральних кривих максимального стоку чітко відображає специфіку міжрічної мінливості метеохарактеристик. Це переважання тенденцій до зростання температури повітря та зниження обсягу опадів у холодний період року, коли закладаються передумови формування весняного водопілля. Зниження максимальних витрат води під час водопілля закономірно спричиняє редукцію твердого стоку річок, коливання якого, починаючи з 1980-х років, перебувають у стабільній від'ємній фазі.

Головні висновки

Результати комплексного аналізу багаторічних гідрометеорологічних рядів за період 1950–2025 років засвідчують високу амплітуду коливань витрат води та стоку завислих наносів у басейні Верхнього Дністра. Під час дослідження закономірностей динаміки водного режиму та формування стоку наносів установлено, що підвищення температури повітря у зимовий період зумовило зменшення глибини промерзання ґрунту, зростання частоти відлиг та збільшення втрат поверхневого стоку в період сніготанення, що дало змогу виявити ключові взаємозв'язки між процесами формування водного стоку й транспортування завислих наносів за період до 2025 року.

Перспективи використання результатів дослідження

Одержані результати можуть бути застосовані в діяльності Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну й Дністровського БУВР при розробленні планів управління річковими басейнами, проєктуванні протиерозійних та протипаводкових заходів, а також обчисленні замулювання водосховищ і оцінюванні якості поверхневих вод регіону.

Література

1. Пилипович О. В., Ковальчук І. П. Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра : монографія / за наук. ред. І. П. Ковальчука. Львів–Київ: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 284 с.
2. Hnativ I. R., Hnativ R. M. Development of channel processes and mudflows on mountain rivers of the Prykarpattia. *SWorldJournal*. 2025. № 29, Part 2. P. 13–19.
3. Вишневський В. І. Про раціоналізацію спостережень за стоком річкових наносів. Наукові праці Укр. НДГМІ / під ред. В. І. Вишневського, О. В. Войцеховича. Київ: *Укр. НДГМІ*, 2000. Вип. 248. С. 123–137.
4. Лобода Н. С., Розвод М. Р. Закономірності коливань стоку річки Дністер (Україна) в умовах кліматичних змін на початку XXI сторіччя. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. Вип. 32. С. 50–62.
5. Пилипович О. В., Колодко М. Аналіз гідроекологічного стану поверхневих вод у басейнових системах верхньої частини сточища Дністра. *Наукові записки Тернопільського НПУ. Серія: Географія.* 2005. № 2. С. 257–262.
6. Державний водний кадастр. Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. 2010 р. Т. 2, вип. 1: Басейн Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу. К.: Центральна геофізична обсерваторія, 2011. 292 с.
7. Яхно О. М., Ночніченко І. В., Гнатів Р. М., Гнатів І. Р. Явища переносу в екологічних середовищах. Львів: Львівська політехніка, 2023. 316 с.

8. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ : Ніка-Центр, 2001. 274 с.
9. Розлач З. В., Ободовський О. Г., Самойленко В. М. Унормування поздовжніх профілів водотоків басейну верхнього та середнього Дністра для завдань районування. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2008. Вип. 257. С. 199–206.
10. Мельник С. В., Лобода Н. С. Динаміка водного режиму і стоку наносів річок Подолії. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2009. Т. 17. С. 55–62.
11. Мельник С. В., Лобода Н. С. Динаміка стоку наносів верхньої частини Дністра. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки.* 2011. Т. 16, вип. 1. С. 78–87.
12. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. 324 с.
13. Вишневський В. І., Косовець О. О. Зміни стану довкілля України. *Географія в інформаційному суспільстві.* 2008. Т. ІІІ. С. 5–13.
14. Ющенко Ю. С. Дослідження особливостей морфогенезу русел подільських приток Дністра. *Наукові записки Вінницького ДПУ імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія.* 2005. Вип. 8. С. 28–36.
15. Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел річок (на прикладах Карпат і Поділля). *Україна: географічні проблеми сталого розвитку* : зб. наук. праць. К.: ВГЛ «Обрії», 2004. Т. 3. С. 158–160.

Дата першого надходження статті до видання: 15.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026