УДК 556.5:627.152:551.583:504.4:628.336
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.5-68.22

ПРОЦЕСИ МЕХАНІЧНОЇ ДЕНУДАЦІЇ СХИЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ В БАСЕЙНІ ДНІСТРА

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

Для гірських геосистем Карпат характерна висока інтенсивність ерозійно-денудаційних процесів, які виступають визначальним чинником сучасного рельєфогенезу та суттєво впливають на екологічний стан суміжних територій. Механічна денудація супроводжується транзитним переміщенням значних масивів уламкового матеріалу схиловими профілями з подальшим його акумулюванням у басейнових зниженнях або безпосереднім надходженням до руслової мережі.

В роботі проведено синхронний аналіз хронологічних рядів опадів, витрат води та стоку завислих наносів уздовж поздовжнього профілю Дністра за розширений часовий період (1947–2025 рр.). Уточнено просторово-часову специфіку перерозподілу твердого стоку між весняним та літньо-осіннім періодами за впливу сучасних кліматичних змін, а також виявлено контрастні седиментаційні режими для карпатської та подільської частин басейну.

Методологічна цінність статті полягає у застосуванні підходу синхронного зіставлення гідрометеорологічних та седиментаційних параметрів для оцінки стійкості річкових геосистем. Запропонована методика дозволяє підвищити точність прогнозування ерозійно-денудаційних процесів і руслових деформацій у басейнах гірських та рівнинних річок в умовах кліматичних трансформацій.

Виявлено міжсезонну зміну структури стоку наносів в умовах кліматичних трансформацій. Доведено наявність тісного кореляційного зв'язку між опадами, витратами води та стоку завислих наносів у весняний період уздовж усієї течії Верхнього Дністра. Встановлено просторову контрастність седиментаційних режимів: правобережні (карпатські) притоки демонструють високий ерозійний потенціал та переважання розмивів, тоді як для лівобережних (подільських) характерні помірніші показники з акумуляцією наносів на Західному Поділлі і зростанням ерозії на Східному Поділлі. *Ключові слова:* схилові території, механічна денудація, ерозійні процеси, стік наносів, зміни клімату, басейн Дністра.

Processes of mechanical denudation in the slope areas of the Ukrainian Carpathians within the Dniester basin Hnativ I.

Mountain geosystems of the Carpathians are characterized by a high intensity of erosion-denudation processes, which act as a key factor in contemporary relief formation and significantly affect the ecological state of adjacent territories. Mechanical denudation is accompanied by the transit movement of substantial volumes of clastic material along slope profiles, with its subsequent accumulation in basin depressions or direct input into the channel network.

This paper provides a synchronous analysis of chronological series of precipitation, water discharge, and suspended sediment yield along the longitudinal profile of the Dniester River over an extended period (1947–2025). The spatiotemporal specifics of sediment redistribution between the spring and summer-autumn periods under the impact of modern climate change were clarified, and contrasting sedimentation regimes were identified for the Carpathian and Podolian parts of the basin.

The methodological value of the article lies in applying a synchronous comparison approach of hydrometeorological and sedimentation parameters to assess the stability of river geosystems. The proposed methodology enhances the forecasting accuracy of erosion-denudation processes and channel deformations in the basins of mountain and lowland rivers under climate transformation conditions.

A seasonal shift in the structure of sediment yield under climate transformation was identified. A strong correlation was proven between precipitation, water discharge, and suspended sediment yield during the spring period along the entire course of the Upper Dniester. Spatial contrast in sedimentation regimes was established: right-bank (Carpathian) tributaries demonstrate high erosional potential and a predominance of scouring, whereas left-bank (Podolian) tributaries show more moderate values, with sediment accumulation in Western Podolia and increasing erosion in Eastern Podolia. *Key words:* slope areas, mechanical denudation, erosion processes, sediment yield, climate change, Dniester basin.

Постановка проблеми. У межах басейну річки Дністер поєднуються дві виразні геоморфологічні області – Карпатська гірська система та Передкарпатська рівнина, що чітко відображено на картах геоморфологічного районування. Еволюція рельєфу, морфогенез річкових долин, формування терасних комплексів і закономірності перебудови гідрографічної мережі цього регіону протягом тривалого часу перебували в центрі уваги багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців [1–5].

Водночас починаючи з другої половини XX століття та впродовж перших десятиліть XXI ст. у Карпатському регіоні спостерігається суттєва активізація деструктивних гідрологічних і геоморфо-

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

логічних явищ. Найбільшу загрозу такі небезпечні процеси становлять у зонах, де природні передумови їхнього виникнення суттєво посилюються під впливом антропогенного навантаження.

Для гірських геосистем Карпат характерна висока інтенсивність ерозійно-денудаційних процесів, які виступають визначальним чинником сучасного рельєфогенезу та суттєво впливають на екологічний стан суміжних територій. Механічна денудація супроводжується транзитним переміщенням значних масивів уламкового матеріалу схиловими профілями з подальшим його акумулюванням у басейнових пониженнях або безпосереднім надходженням до руслової мережі. Окрім прямої деструкції ґрунтового покриву, цей процес зумовлює деградацію якості поверхневих вод: мінеральні частки підвищують каламутність потоків і є сорбентами для радіонуклідів та важких металів [6, 7].

Актуальність дослідження З огляду на це, систематичний моніторинг стоку наносів є важливою ланкою гідрологічних спостережень у загальнодержавній системі контролю довкілля. Первинна інформаційна база формується мережею гідрометричних постів, де визначаються ключові якісні та кількісні показники: каламутність води, стік та модуль стоку завислих часток, а також гранулометричний склад завислого й донного матеріалу [6, 8].

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. Результати узгоджуються із завданнями Водної стратегії України щодо оцінки геоекологічного стану річкових басейнів, протидії ерозійним процесам та мінімізації наслідків паводкової небезпеки у Карпатському регіоні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Систематичний моніторинг транспортування як завислої, так і донної складових твердого стоку в басейновій геосистемі Верхнього Дністра бере свій початок ще з середини XX століття. Надалі ця проблематика дістала всебічне висвітлення й деталізацію у фундаментальних працях І. П. Ковальчука [9, 10], О. В. Пилипович [6, 11], В. І. Вишневського [8], М. М. Сусідка і О. І. Лук'янець [12]. Зокрема, специфіку внутрішньорічної динаміки водності та стоку наносів для лівобережних приток Дністра детально дослідив В. В. Гребінь [13]. За його даними, зіставляючи часовий проміжок 1983–2000 рр. із періодом до 1982 року, фіксується скорочення весняної частки твердого стоку на 12,5 %, яке супроводжувалося його зростанням у літньо-осінній період (до 4,8 %).

Така міжсезонна перебудова осадового стоку безпосередньо зумовлена трансформацією кліматичних умов – передусім формуванням малосніжних, м'яких зим та підвищенням зволоженості влітку. Унаслідок цих чинників фаза весняного водопілля втрачає чітку морфологічну вираженість і перестає супроводжуватися стрибкоподібним підйомом водності. Багаторічну динаміку стоку наносів у річкових мережах верхньої частини басейну Дністра, а також причини та геоекологічні наслідки її трансформації дослідили І.П. Ковальчук та А. Б. Михнович. Автори наголосили на критичній потребі розширення часових рядів гідрометричних спостережень для об'єктивного оцінювання подальшого транспортування наносів у басейні [7, 14].

Аналіз залежностей між ключовими морфодинамічними параметрами русел дав можливість О. Г. Ободовському і З. О. Розлач встановити просторові закономірності розвитку вертикальних руслових деформацій у басейні Верхнього та Середнього Дністра. Науковці з'ясували, що сам Дністер та його правобережні притоки характеризуються вираженим переважанням ерозійних процесів та розмивів, тоді як у руслах лівобережних водотоків фоновим режимним процесом є акумуляція наносів. Оцінка стійкості русел та аналіз гранулометрії руслоформувальних відкладів [15] підтвердили цей контраст: якщо у правобережній мережі спостерігається зсув у бік збільшення крупності донних наносів, то для лівобережних приток властиве поступове зменшення середнього діаметра руслового алювію.

На основі хронологічного аналізу часової динаміки денудаційних процесів у басейнових геосистемах О. В. Пилипович виокремила два виразні етапи. Перший із 1963–1980 рр. відзначився аномально високими показниками стоку завислих наносів у карпатських водозборах, що стало безпосереднім наслідком масштабного вирубування лісових масивів наприкінці 1960-х – у середині 1970-х років. Натомість другий етап (1980–2012 рр.) демонстрував неоднорідну просторову тенденцію: до 1996 року інтенсивність денудації на водозборах карпатських приток Дністра спадала, але водночас у басейнових геосистемах Прикарпаття зафіксовано її деяке зростання. Відновлення та подальше розширення масштабів лісорозробок після 1996 р. викликало повторний сплеск активності ерозійних процесів (рис. 1) [6, 16].

Визначальною рисою транспортування завислого матеріалу є його висока внутрішньорічна нерівномірність. Переважна частина річного обсягу стоку наносів продукується за фаз весняного водопілля та зливових паводків. При цьому частка весняного водопілля у загальному багаторічному балансі твердого стоку неухильно скорочується – від 60 % у минулому до 20 % і продовжує зменшуватись на сучасному етапі. Ця виражена спадна тенденція останніми роками зумовлена поєднанням двох основних чинників: пом'якшенням умов зимового періоду (зменшенням снігонакопичення) з одного боку, та зростанням інтенсивності зливових опадів у теплий сезон – з іншого [10].

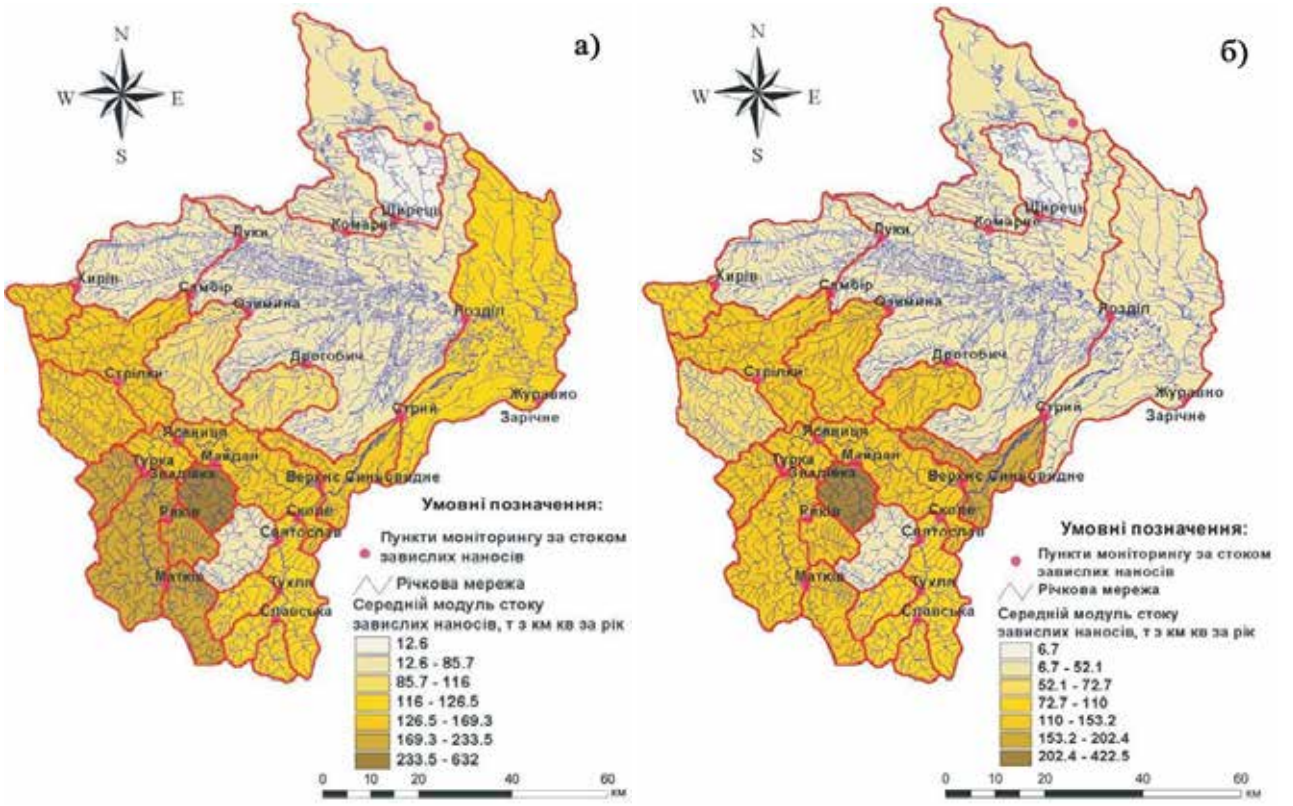


Рис. 1. Інтенсивність денудації басейнових систем верхнього Дністра за період: а) 1963–1980 рр.; б) 1980-2012 рр [6]

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 проведено синхронний аналіз хронологічних рядів опадів, витрат води та стоку завислих наносів уздовж поздовжнього профілю Дністра за розширений часовий період (1947–2025 рр.). Уточнено просторово-часову специфіку перерозподілу твердого стоку між весняним та літньо-осіннім періодами за впливу сучасних кліматичних змін, а також виявлено контрастні седиментаційні режими для карпатської та подільської частин басейну.

Методологічне або загальнонаукове значення Методологічна цінність статті полягає у застосуванні підходу синхронного зіставлення гідрометеорологічних та седиментаційних параметрів для оцінки стійкості річкових геосистем. Запропонована методика дозволяє підвищити точність прогнозування ерозійно-денудаційних процесів і руслових деформацій у басейнах гірських та рівнинних річок в умовах кліматичних трансформацій.

Виклад основного матеріалу У межах цього дослідження проведено синхронний аналіз багаторічних кривих розподілу середньомісячних сум опадів, витрат води та стоку завислих наносів за період 1947–2025 рр. уздовж поздовжнього профілю Дністра (рис. 2). Узагальнені результати цього аналізу ілюструють наявність високого рівня кореляційного зв’язку між цими гідрометеорологічними показниками саме у весняний сезон (рис. 3).

Це підтверджує, що основний обсяг водного та седиментаційного стоку продукується у весняний сезон, тоді як у літній період вплив метеорологічного чинника слабшає через зниження частки інтенсивних злив. Втім, як вказано у праці [6], екстремальні зливові опади влітку 1991 року спричинили аномальні пікові значення на кривих розподілу опадів, стоку води та наносів саме в літній сезон. Проте ця залежність неодноразово порушується активним господарським освоєнням басейнової геосистеми, тому має багатофакторний характер та потребує подальшого поглибленого вивчення.

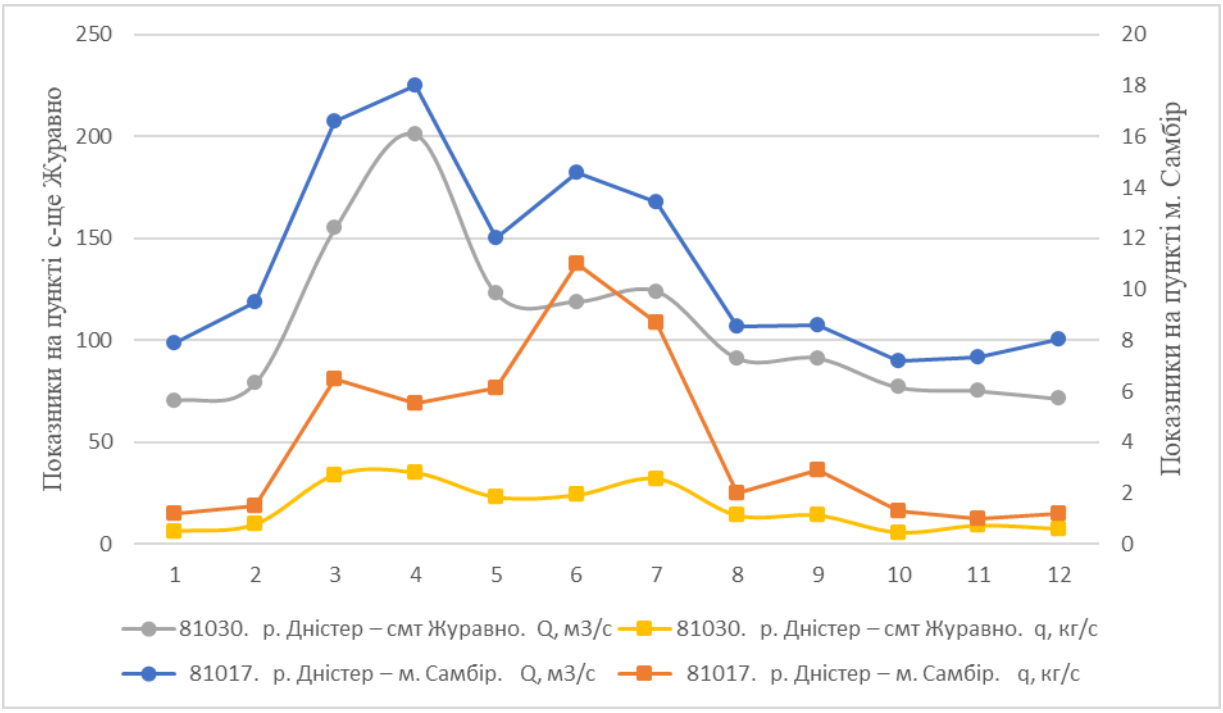


Рис. 2. Середні місячні показники витрат води (Q, м³/с) та наносів (q, кг/с) у верхній течії Дністра за багаторічний період 1947-2025рр.

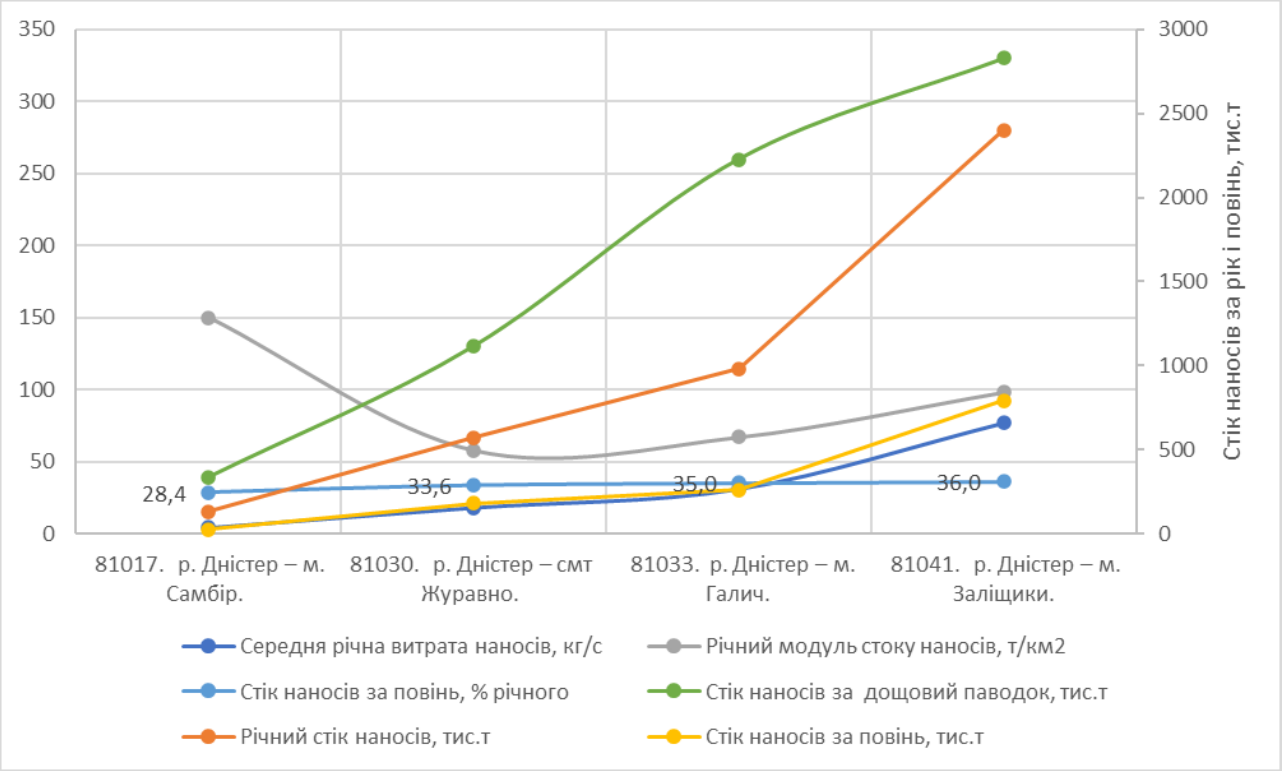


Рис. 3. Багаторічні показники стоку завислих наносів за течією річки Дністер за 1947-2025рр.

Через ландшафтно-геоморфологічну неоднорідність басейну Верхнього Дністра показники модуля стоку завислих наносів мають чітку просторово-часову диференціацію, що зумовлює принципові відмінності між осадовими режимами його Карпатських (правобережних) та Подільських (лівобережних) приток. Складні кліматичні умови, суттєва амплітуда відносних висот та панування коротких і середньої довжини схилів забезпечують високі швидкості дощового й талого стоку, що підсилюється антропогенними чинниками – насамперед інтенсивними лісорозробками у гірських геосистемах [6, 10, 11].

У межах Подільської частини басейну діють інші ерозійно-седиментаційні механізми, які також мають свою просторову неоднорідність. Для Західного Поділля властиві помірніші показники стоку наносів, що пояснюється високою лісистістю водозборів, низькою енергією рельєфу (відсутністю значних перепадів висот), затриманням й акумуляцією частини уламкового матеріалу у верхніх ланках руслової мережі, а також активним розвитком карстоутворення. Проте Східне Поділля відзначене зростанням інтенсивності ерозійних процесів через вищий рівень розораності та сільськогосподарського освоєння земель.

Головні висновки Виявлено міжсезонну перебудову структури стоку наносів: частка весняного водопілля скоротилася з 60 % до 20 % через пом'якшення зим та зменшення снігонакопичення, тоді як у літньо-осінній період зросла. Доведено наявність тісного кореляційного зв'язку між опадами, витратами води та стоку завислих наносів у весняний період уздовж усієї течії Верхнього Дністра.

Встановлено чітку просторову контрастність седиментаційних режимів: правобережні (карпатські) притоки демонструють високий ерозійний потенціал та переважання розмивів, тоді як для лівобережних (подільських) характерні помірніші показники з акумуляцією наносів на Західному Поділлі і зростанням ерозії на Східному Поділлі.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати можуть бути використані Басейновим управлінням водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну і Дністровським БУВР при розробці планів управління річковим басейном, проектуванні протиерозійних і протипаводкових заходів, а також під час розрахунку замулення водосховищ та оцінки якості поверхневих вод регіону.

Література

1. Пилипович О., Михнович А., Сорока О., Чікова І. Сучасні екзогенні процеси в межах Сколівських Бескидів: причини та наслідки прояву. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2014. С. 140–153.
2. Кравчук Я.С. Геоморфологія Скибових Карпат. Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2005. 232 с.
3. Екологічна ситуація на північно-східному макросхилі Українських Карпат / за ред. М. А. Голубця. Львів: Поллі, 2001. 162 с.
4. Климчук Л. Н., Блинов П. В., Величко В. Ф., Примушко С. И., Фесенко О. В., Шестопалов В. М. Сучасні інженерно-геологічні умови України як складова безпеки життєдіяльності. Київ: ВПЦ "ЕКСПРЕС", 2008. 205 с.
5. Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття. Львів: Меркатор, 1999. 188 с.
6. Пилипович О. В., Ковальчук І. П. Геоекологія річково-басейнової системи верхнього Дністра: монографія /за наук. ред. проф. І. П. Ковальчука. Львів–Київ: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 284 с.
7. Hnativ R., Yakhno O., Hnativ I. Formation of the Surface Runoff of the Rivers of the Carpathian Region during the Urbanization of Slope Areas. *Journal of Ecological Engineering.* 2023. Vol. 24, No 5. P. 249–255. https://doi.org/10.12911/ 22998993/161765
8. 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.
9. Ковальчук І. Комплексний моніторинг ерозійно-акумулятивних процесів і форм флювіального рельєфу. *Вісник Львівського університету. Серія географічна.* 2000. Вип. 27. С. 3–11.
10. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів: Ін-т українознавства, 1997. 440 с.
11. Пилипович О. Моніторингові дослідження стоку завислих наносів у басейнових системах верхньої частини сточища Дністра. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія.* 2005. № 1. С. 42–48.
12. Сусідко М., Лук'янець О. Методичні засади ймовірнісного прогнозування селевих явищ в Українських Карпатах. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 1999. Вип. 247. С. 114–123.
13. Гребінь В.В. Внутрірічний розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні зміни. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2005. Т. 7. С. 133–142.
14. Ковальчук І., Михнович А. Аналіз багаторічних змін стоку річок верхньої частини басейну Дністра. *Ресурси природних вод Карпатського регіону:* Матеріали ІІ міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 15–16 травня 2003 року). Львів: ЛвЦНТЕІ, 2003. С. 45–50.
15. Розлач З. В. Просторово-часові зміни крупності руслоформуючих відкладів на водотоках басейну Дністра (в межах України). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2008. Т. 14. С. 108–116.
16. Hnativ I., Hnativ R., Honcharuk N. Impact of construction on erosion of slope areas in the Slavska river basin. *Scientific Journal "Theory and building practice" (JTBP).* Lviv: LPNU 2025. Vol. 7, No.2. P. 25–33. https://doi.org/ 10.23939/jtbp2025.02

Дата першого надходження статті до видання: 31.08.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.11.2026