ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 504.4.062.2:628.112.24(477.86/.87)
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.5-68.18

ТРАНСКОРДОННІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ІНФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВОДОЗАБОРІВ У БАСЕЙНІ ПРУТУ І СІРЕТУ

Григорійчук В.В. (orcid.org/0000-0002-8875-4354),
Пасічник М.Д. (orcid.org/0000-0001-9378-6302)
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, 58012, м. Чернівці
v.hryhoriychuk@chnu.edu.ua, m.pasichnyk@chnu.edu.ua

Стаття присвячена обґрунтуванню методологічного підходу до оцінювання екологічної безпеки систем питного водопостачання, що базуються на інфільтраційних водозаборах, у транскордонному басейні річок Прут та Сірет (Україна – Румунія – Республіка Молдова), у межах південно-східного Передкарпаття. Розглянуто природні передумови формування ресурсів інфільтраційних підземних вод: гірський і передгірний характер русел Пруту та Сірету, фракційний склад алювіальних відкладів, що визначає їхню високу фільтраційну здатність і тісний гідравлічний зв'язок підземних вод з річковим стоком. Виявлено та систематизовано ключові чинники екологічного ризику для якості й надійності водопостачання з інфільтраційних споруд: антропогенне навантаження в басейні (промисловість, сільське господарство, урбанізація за участі близько мільйона мешканців), дифузне та точкове забруднення поверхневого стоку, порушення гідроморфологічного режиму річок штучними бар'єрами, паводковий режим і його інтенсифікацію в умовах кліматичних змін, а також транскордонне перенесення забруднювальних речовин. Проаналізовано інституційно-правові засади українсько-румунського співробітництва у сфері охорони транскордонних вод, зокрема Угоду 1997 р. про співробітництво в галузі водного господарства на прикордонних водах, діяльність робочої групи з басейнів Прута і Сірету, Басейнової ради Пруту та Сірету, а також інтеграцію Плану управління суббасейнами Пруту та Сірету у структуру Плану управління річковим басейном Дунаю на 2025–2030 роки відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС. Запропоновано методичний підхід до комплексної оцінки екологічної безпеки інфільтраційних водозаборів на основі індикаторної рамки DPSIR (рушійні сили – тиск – стан – вплив – реагування), адаптованої до специфіки транскордонного водокористування. Обґрунтовано напрями вдосконалення спільного моніторингу, узгодження водоохоронних заходів і впровадження систем раннього попередження про аварійне забруднення для підвищення надійності питного водопостачання населення Прикарпаття і Буковини. *Ключові слова:* інфільтраційні водозабори, екологічна безпека, водозбір, річковий басейн, транскордонне співробітництво, DPSIR.

Transboundary Aspects of the Environmental Safety of Water Supply from Infiltration Intakes in the Prut and Siret River Basin. Hryhoriichuk V., Pasichnyk M.

The article substantiates a methodological approach to assessing the environmental safety of drinking water supply systems based on riverbank filtration intakes within the transboundary Prut and Siret River Basin (Ukraine–Romania–Republic of Moldova) in the Southeastern Pre-Carpathian region. The study examines the natural conditions controlling the formation of bank-filtered groundwater resources, including the mountainous and foothill character of the Prut and Siret river channels and the boulder-pebble and sandy-gravel composition of the alluvial deposits, which provide high hydraulic conductivity and ensure a close hydraulic connection between groundwater and river flow. The principal environmental risk factors affecting the quality and reliability of bank filtration systems are identified and systematized, including anthropogenic pressure within the basin (industry, agriculture, and urban development involving approximately one million inhabitants), diffuse and point-source pollution of surface runoff, hydromorphological alterations caused by artificial barriers, flood regimes and their intensification under climate change, as well as the transboundary transport of pollutants. The institutional and legal framework governing Ukrainian–Romanian cooperation in the field of transboundary water protection is analysed, with particular attention to the 1997 Agreement on Cooperation in the Field of Water Management on Boundary Waters, the activities of the Prut and Siret River Basins Working Group and the Prut and Siret Basin Council, and the integration of the Prut and Siret Sub-basin Management Plan into the Danube River Basin Management Plan for 2025–2030 in accordance with the requirements of the EU Water Framework Directive. A methodological approach to the integrated assessment of the environmental safety of bank filtration water intakes is proposed based on the DPSIR framework (Drivers–Pressures–State–Impacts–Responses), adapted to the specific conditions of transboundary water management. The study substantiates priority directions for improving joint monitoring, harmonising water protection measures, and implementing early warning systems for accidental pollution in order to enhance the reliability of drinking water supply for the population of the Pre-Carpathian region and Bukovyna. *Key words:* infiltration water intakes, ecological safety, catchment, river basin, transboundary cooperation, DPSIR.

© Григорійчук В.В., Пасічник М.Д., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Постановка проблеми. Питне водопостачання – одне з головних завдань організації населених місць по всьому світу. Надійна та безперебійна подача питної води, без сумніву, постійно займає значну частину витрат комунальних підприємств, однак не слід випускати з уваги вплив кожної з окремих складових систем водопостачання як всередині неї, так і на загальний екологічний стан суміжних територій. Зрозуміло, що вплив водотоків у суміжних регіонах визначає і їхню взаємодію в екологічному контексті. Так, якщо скид стічних вод має безпосередній вплив на течію водотоку нижче населених пунктів, то відбір води джерелами комунального питного водопостачання – відтермінований у часі. Саме тому екологічна політика держав басейну Дунаю значно зорієнтована на питне водопостачання прикордонних територій. З іншого боку, на південно-східному Передкарпатті – в межах Івано-Франківської та Чернівецької областей – склалася доволі тривала практика використання інфільтраційних водозаборів. Ці споруди за принципом дії призначені для відбору води з алювіальних відкладів річкових долин Пруту, Сірету та їхніх допливів. Технологія берегової інфільтрації забезпечує природне доочищення річкової води від завислих речовин, органічних домішок, мікробіологічного забруднення. Відповідно, це відносно економічно й екологічно привабливa альтернатива щодо джерел поверхневих вод та безпосереднього водозабору з них.

Водночас басейн річок Прут і Сірет є транскордонним: він охоплює території України, Румунії та Республіки Молдова, а стан водних ресурсів у його межах формується під впливом господарської діяльності, що ведеться обабіч державного кордону. Отже, це зумовлює специфічну особливість екологічної безпеки інфільтраційних водозаборів регіону – її неможливо забезпечити виключно національними заходами, оскільки якість та режим річкового стоку, який живить прибережні водоносні горизонти, значною мірою залежать від процесів, що відбуваються за межами України. Знову ж таки водовикористання у верхів'ях річок значно впливає на формування екологічної ситуації на нижніх ділянках. Відповідно, актуальності набуває дослідження екологічної безпеки водопостачання з інфільтраційних водозаборів саме у транскордонному вимірі – з урахуванням природних, техногенних та інституційних чинників.

Актуальність проблеми. Інфільтраційних водозабори доволі поширений тип споруд на території південно-східного Передкарпаття. Вони часто є найдоступнішим з економічного погляду способом централізованого водопостачання багатьох населених пунктів Івано-Франківської та Чернівецької областей, розташованих у долинах Пруту, Сірету та їхніх приток. Будь-яке погіршення екологічного стану цих річок безпосередньо позначається на надійності забезпечення населення якісною питною водою, що надає проблемі не лише природоохоронного, а й соціального та санітарно-епідеміологічного характеру.

Вразливість інфільтраційних водозаборів до гідроекологічних змін підтверджується й нещодавньою практикою: у червні 2023 року через інтенсивні зливові опади та різке підняття рівня й каламутності води в р. Прут міські інфільтраційні водозабори, що забезпечували питною водою близько третини м. Чернівці, тимчасово припинили роботу, і місто вимушено перейшло повністю на водопостачання з р. Дністер. Цей випадок підтверджує, що екологічна безпека інфільтраційних водозабірних споруд є поточною проблемою, чутливою до гідрометеорологічних екстремумів, повторюваність та інтенсивність яких, за загальними оцінками, зростає в умовах кліматичних змін.

Додаткової актуальності дослідженню надає транскордонний статус басейну Пруту і Сірету: річковий сток формується на території кількох держав, забезпечення екологічної безпеки водопостачання не може розглядатися окремо в національних межах і потребує узгоджених міждержавних підходів до моніторингу та управління ризиками.

Слід також зазначити, що, попри значний масив наукових праць, присвячених гідроморфології, руслоформуванню та антропогенній трансформації річкових ландшафтів Пруту і Сірету, спеціалізовані дослідження екологічної безпеки саме інфільтраційних водозаборів у транскордонному контексті залишаються нечисленними, а системна індикаторна методика оцінки такої безпеки для умов Південно-Східного Передкарпаття наразі не розроблена.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Результати мають важливе значення для вирішення практичних завдань у сфері управління водними ресурсами, зокрема для аналізу зміни водності річок у зоні впливу інфільтраційних водозаборів, зокрема з системами штучного поповнення запасів підземних вод, підвищення ефективності функціонування споруд та узагальнення досвіду використання окремого типу водозаборів з погляду зростання антропогенного навантаження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційно вчені досліджують водні ресурси Карпатського регіону. Значна кількість праць присвячена особливостям використання водних ресурсів річок басейну Прута і Сірету. Свого часу проф. М. І. Кирилюк у своїй останній праці [1] наголошував на невичерпності запасів руслових вод і їхній високій самоочисній здатності порівняно з підземними водами. Праці науковців Чернівецького національного університету, підкреслюють сприятливі умови на використанні в умовах Передкарпаття водозаборів інфільтраційного типу, оскільки алювіальні долини тут дуже розвинені [2;3;4].

Формування ресурсів інфільтраційних підземних вод традиційно розглядається в гідрогеологічних

працях з погляду інфільтраційної теорії походження підземних вод. Європейські та американські вчені заклали ґрунтовну основу для вивчення інфільтраційних споруд для різних випадків [5;6;7;8]. Стосовно Карпатського регіону встановлено, що основні експлуатовані водозабори, приурочені до валунно-галечникових відкладів долин гірських річок, за своєю природою є інфільтраційними, оскільки гідравлічно тісно пов'язані з річковим стоком [2;9].

Оскільки Україна приводить власне законодавство до вимог ЄС, постає низка завдань і щодо водного господарства. Особливості цього процесу знайшли відображення в дослідженнях як з погляду адміністративного, так і водоохоронного законодавства [10].

Значна частина праць присвячена удосконаленню басейнового підходу та його інструментів для впровадження на практиці [11;12], що надзвичайно важливо з погляду сталого розвитку територій, зокрема у час воєнного стану.

Офіційні планувальні документи [13;14] державного водогосподарського управління – проєкт Плану управління суббасейном річок Прут та Сірет на 2025–2030 роки та затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України План управління річковим басейном Дунаю на 2025–2030 роки – містять систематизовані відомості про гідрографічні, кліматичні та водогосподарські характеристики суббасейнів Пруту і Сірету, включно з переліком масивів поверхневих вод і програмами заходів щодо зменшення забруднення. Ці документи розроблено відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЄС) [15], отже вони основні для узгодження водоохоронних дій у транскордонному контексті.

Окрема галузь досліджень – вивчення малих річок басейну Пруту і Сірету, що дозволяє формувати значний пласт даних, відповідно підвищувати ефективність використання водних ресурсів у регіоні.

Однак, спеціальні дослідження, які б поєднували природничо-гідрогеологічну характеристику інфільтраційних водозаборів південно-східного Передкарпаття з аналізом транскордонних інституційних механізмів і пропонували системну методику оцінки екологічної безпеки саме таких систем водопостачання, наразі практично відсутні. Це зумовлює доцільність цієї роботи.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Серед публікацій, що присвячені вивченню транскордонних особливостей водних об'єктів Передкарпаття дуже мало уваги звертається на функціонування водозаборів, а особливо інфільтраційного типу, які доволі поширені на території дослідження. Нагальною постає потреба в дослідженнях та аналізі можливостей попередження аварійних наслідків антропогенного впливу як для окремого взятого водозабору чи населеного пункту, так і для цілого регіону.

Новизна. У дослідженні надані рекомендації щодо оцінювання екологічної безпеки водозабірних споруд інфільтраційного типу. Це має важливе значення для розвитку гідрології екології, а також для формування наукових основ раціонального використання і охорони водних ресурсів.

Методологічне значення. Інформаційною базою дослідження є офіційні планувальні документи Державного агентства водних ресурсів України, а також публікації щодо гідроекологічного стану басейну. Застосовано методи порівняльного аналізу механізмів транскордонного співробітництва, а також системний підхід, реалізований через адаптацію індикаторної рамки DPSIR (Driving forces – Pressures – State – Impact – Response) до специфіки оцінювання екологічної безпеки інфільтраційних водозаборів.

Викладення основного матеріалу. Транскордонний суббасейн Пруту охоплює території Івано-Франківської та Чернівецької областей України, а також частину території Румунії та Республіки Молдова. Загальна довжина річки Прут становить 967 км, з них 299 км припадає на територію України; площа водозбору – 27540 км², з яких у межах України – 8849 км². Карпатські притоки Пруту є гірськими річками зі значними ухилами, скелясто-валунним і галечниковим ложем та малопроникними підстильними ґрунтами, що за умов високої вологості повітря і частих зливових опадів зумовлює характерний для Пруту паводковий режим із повторюваними зливовими паводками.

Транскордонний суббасейн Сірету охоплює територію Чернівецької області України та Румунії. Довжина річки в межах України становить близько 100 км, площа водозбору – понад 44 тис. км² (у межах України – 2070 км²). У верхів'ях Сірет має виражено гірський характер із глибокою долиною, терасами й заплавами, у нижній течії набуває передгірно-рівнинного характеру; русло складене галькою, глиною, суглинками та піском. Живлення суббасейну Сірету – снігове і дощове, з паводковим режимом стоку впродовж року.

Саме фракційний склад алювіальних відкладів долин Пруту, Сірету та їхніх допливів створює сприятливі гідрогеологічні умови для застосування інфільтраційних водозаборів, оскільки висока водопроникність порід забезпечує інтенсивний і водночас природно фільтрований водообмін між річковим стоком і прибережними водоносними горизонтами. Практика влаштування водозабірних споруд для водопостачання населених пунктів регіону у долинах гірських і передгірних річок, приурочених до відповідних алювіальних горизонтів, підтверджує викладене, зокрема аналізом діючих водозабірних пристроїв. Так, саме інфільтраційний типу водозабору застосований у системах централізованого водопроводу міст Вижниця, Долина, Коломия, Надвірна, Снятин, Чернівці, Яремче, а також селищ Вашківці, Глибока та Заболотів.

Дуже важливо з погляду транскордонного впливу, що інфільтраційні споруди не чинять прямого впливу на відбір води безпосередньо з русла, оскільки взаємодіють з підрусловим потоком, а це дуже сприятливо впливає на рівномірність водного режиму. Не менш важливою перевагою таких систем є те, що вони (за належних природних умов) значно дешевші та екологічніші, адже, наприклад, взагалі не порушують життєдіяльність водної фауни та флори. Так, якщо на поверхневих водозаборах дуже часто нехтують рибозахисними заходами, то на інфільтраційних, саме відбір води з прилеглого до русла потоку в алювіальних відкладах унеможливлює будь-яке перешкоджання руху риб чи загрозу механічного впливу на них.

Деяким винятком, можна вважати ті інфільтраційні водозабори, які обладнані системами штучного поповнення запасів підземних вод. Принцип роботи цих споруд полягає в подачі (природній або примусовій) на інфільтраційні споруди природного чи штучного походження поверхневих вод з прилеглого водотоку. Одначе і тут вплив на екосистеми значно м'якший, аніж у пристроїв безпосереднього забору води. Наприклад, під час паводків, забір води не здійснюється взагалі, зберігаючи доволі тривалу (в місяцях) продуктивність без значного зниження подачі. Цього досягають за рахунок високої акумуляційної здатності алювіальних відкладів і додаткових заходів, як-от озер природного (станція «Біла» м.Чернівці) і штучного (водозабір м.Коломия, станції «Магала», «Очерет» м.Чернівці) походження, створення спеціальних умов забору води з русла (ковшовий водозабір м.Коломия, деривацій-ний канал споруд м.Яремче) тощо. При цьому, таке рішення значно підвищує продуктивність системи, що особливо важливо для невеликих міст, які мають належні площі для розширення.

Прямий гідравлічний зв'язок інфільтраційних водозаборів з річковим стоком, що є їхньою перевагою, водночас обумовлює деяку їхню вразливість до погіршення якості поверхневих вод. У басейні Пруту і Сірету, попри переважання гірської та передгірної частини водозбору в межах Українських Карпат, спостерігається відчутне зростання антропогенного навантаження, зумовлене, як підвищенням рівня благоустрою та зростання кількості синтетичних забрудників, так і непрямим впливом наслідків внаслідок нападу російської федерації. Це створює передумови для розосередженого (сільськогосподарський стік, неорганізовані скиди) та точкового (комунальні й промислові випуски) забруднення поверхневих вод органічними й біогенними речовинами.

По-друге, порушення гідрологічного режиму русел – наявність штучних перепон (гребель, засмічення), які перешкоджають природній течії, змінюють режим наносів і можуть впливати на умови інфільтрації. Проблеми такого характеру є, і мають бути в полі зору міжнародних проєктів з відновлення допливів Дунаю, що дозволить спільно підвищувати можливості усунення наслідків шкідливого впливу у басейні Пруту й Сірету.

По-третє – паводковий режим річок, характерний для Пруту (часті зливові паводки) і Сірету (паводки впродовж усього року), інтенсивність якого, за загальними оцінками, має тенденцію до зростання в умовах кліматичних змін. Проходження високих паводкових хвиль підвищує ризик короткочасного різкого погіршення якості річкової води (мутність, органічне забруднення, можливе змивання забруднювальних речовин із заплави) і, відповідно, тимчасового навантаження на систему природної фільтрації інфільтраційних водозаборів.

Четвертий, особливо важливий транскордонний фактор – можливість перенесення забруднення через державний кордон. Це унеможливлює забезпечення екологічної безпеки водопостачання суто національними засобами і потребує узгоджених дій усіх прибережних держав.

Правовою основою українсько-румунської співпраці з охорони прикордонних вод є Угода між Урядом України та Урядом Румунії про співробітництво в галузі водного господарства на прикордонних водах, підписана 30 вересня 1997 року в м. Галац. Така взаємодія забезпечує регулярний обмін інформацією та узгодження водогосподарських і природоохоронних заходів.

На стратегічному рівні План управління суббасейнами Пруту та Сірету на 2025–2030 роки інтегровано до Плану управління річковим басейном Дунаю, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2024 року № 1347, що розроблено відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС. У межах суббасейнів Пруту та Сірету за відповідною методикою виокремлено масиви поверхневих вод і передбачено програми заходів, спрямованих, зокрема, на зменшення забруднення органічними й біогенними речовинами та відновлення гідрологічного й гідроморфологічного режиму водних об'єктів. Це створює формальну основу для узгодження національних водоохоронних заходів із загальноєвропейськими підходами, однак наразі ця основа не деталізована стосовно специфічних вимог до екологічної безпеки саме інфільтраційних водозаборів як особливого типу об'єктів для питного водопостачання.

З огляду на визначені умови, потрібно структурувати комплексну оцінку екологічної безпеки інфільтраційних водозаборів басейну Пруту і Сірету за індикаторною рамкою DPSIR, адаптованою до транскордонного контексту:

– рушійні сили (Driving forces): демографічне навантаження на басейн, структура землекористування та господарської діяльності (сільське господарство, промисловість, енергетика, урбанізація) обабіч кордону;

– тиск (Pressures): обсяги й структура скидів стічних вод, дифузне забруднення від сільськогосподарських угідь, наявність гідроморфологічних бар'єрів, обсяги водозабору для інфільтраційних систем;

– стан (State): гідрохімічні й мікробіологічні показники якості річкової та інфільтраційної (підземної) води в зоні впливу водозаборів, режим рівнів і витрат річок, стан визначених масивів поверхневих вод суббасейнів Пруту та Сірету;

– вплив (Impact): ризики для здоров'я населення, що споживає воду з інфільтраційних водозаборів, стан водних екосистем і біорізноманіття (зокрема мігруючих та зникаючих видів риб басейну);

– реагування (Response): спільний транскордонний моніторинг, узгоджені програми водоохоронних заходів у межах планів управління річковими басейнами, санітарно-захисні зони водозаборів, системи раннього попередження про аварійне забруднення.

Особливої уваги в межах блоку «реагування» заслуговує використання власне часу фільтраційного руху води від річища до водозабірної свердловини як технологічного резерву для раннього попередження: за умови узгодженого транскордонного моніторингу якості річкової води вище за течією цей інтервал часу може бути використаний для оперативного інформування підприємств-надавачів послуг з водопостачання про наближення забрудненої водної маси та вжиття превентивних заходів (тимчасове зниження продуктивності водозабору, посилений контроль якості). До слова, в Державних будівельних нормах України наведені основні рекомендації, щодо розрахунку відстані у подібних ситуаціях. Реалізація такого підходу потребує узгодження підходів до моніторингу між зацікавленими сторонами, а також визначення чітких протоколів обміну оперативною інформацією в межах уже наявних робочих груп і Басейнової ради Пруту та Сірету.

Запропонована методична рамка має стати основою для подальшого емпіричного етапу дослідження, який передбачає збір і аналіз натурних гідрохімічних, гідрогеологічних та санітарно-епідеміологічних даних по конкретних інфільтраційних водозаборах Південно-Східного Передкарпаття (особливо водозабірних споруд м.Чернівці та селища Глибока).

Головні висновки. Проведений аналіз показав, що екологічна безпека водопостачання з інфільтраційних водозаборів у басейні річок Прут і Сірет визначається поєднанням сприятливих природних гідрогеологічних умов південно-східного Передкарпаття та комплексу ризиків, притаманних транскордонному й антропогенно навантаженому водозбору.

Чинна інституційно-правова база українсько-румунського співробітництва формує потрібну, проте недостатню основу для забезпечення екологічної безпеки саме інфільтраційних водозаборів: наразі відсутні деталізовані узгоджені вимоги та індикатори, орієнтовані на специфіку цього типу водозабірних споруд.

Перспективи використання результатів дослідження.

Запропонований методичний підхід на основі індикаторної рамки DPSIR, адаптованої до транскордонного контексту, дає змогу системно структурувати оцінку екологічної безпеки власне інфільтраційних водозаборів і визначає перспективний напрям практичного використання тривалості фільтраційного руху води як інструменту раннього попередження. Подальші дослідження належить спрямувати на емпіричну апробацію запропонованої методики на конкретних спорудах південно-східного Передкарпаття з використанням натурних гідрохімічних і гідрогеологічних даних, а також узгодження протоколів обміну моніторинговою інформацією.

Література

1. Кирилюк М. І. Основи раціонального природокористування та охорони природи. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2012. 352 с.
2. Гідроекологічне обгрунтування безпечного та збалансованого розвитку річкових природно-антропогенних систем Передкарпаття : монографія / Ющенко Ю.С. та ін.; за ред. Ю.С. Ющенка. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2017. 472 с.
3. Григорійчук В. В. Особливості функціонування берегових інфільтраційних водозаборів на річках південно-східного Передкарпаття. Природнича освіта та наука. 2026. (1). С. 216-221.
4. Григорійчук В. В. Регіональні особливості використання інфільтраційних водозаборів у Івано-Франківській області. Науковий вісник Чернівецького університету : Географія. 2013. (655). С. 23-26. https://doi.org/10.32782/NSER/2026-1.31
5. Management of Aquifer Recharge for Sustainability: Proceedings of the 4th International Symposium on Artificial Recharge of Groundwater, Adelaide, September 2002. Edited by P.J. Dillon. CRC Press, 2020. 580 p.
6. Riverbank Filtration. Improving Source-Water Quality. Edited by Ray Ch., Melin G., Linsky R. B. Water Science and Technology Library. 2003. Vol. 43. 366 p. https://doi.org/10.1007/0-306-48154-5
7. Schmidt C. K., Lange F. Th., Brauch H.-J., Kühn W. Experiences with riverbank filtration and infiltration in Germany. DVGW-Water Technology Center (TZW), Karlsruhe, 2003. 17 p.
8. Wiese B., Nützmann G. Transient Leakance and Infiltration Characteristics during Lake Bank Filtration. *Groundwater*. 2009. Vol.47 (1), p. 57-68. https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2008.00510.x.
9. Кілінська К., Ющенко Ю., Смик О., Єремія Г. Гідрогеоморфологічні характеристики транскордонних річок Карпатського регіону (на прикладі території України). Науковий вісник ЧНУ: Географія. 2020. Вип. 824. С. 4–8.
10. Сапко О. Ю. Стан впровадження вимог європейського законодавства щодо охорони і раціонального використання водних ресурсів в України. Екологічні науки. 2024. № 6 (57). С. 83–88. URL: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.12.

11. Заячук М. Д., Пасічник М. Д., Заячук О. В. До питання реалізації заходів плану управління річковими суббасейнами Пруту і Сірету та спроможності територіальних громад. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2024. Вип. 849. С. 96–105. https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.96-105
12. Климчик О. М., Пінкіна Т. В., Пінкін А. А. Впровадження системи інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом. ScienceRise. 2018. № 4 (45). С. 33–38. https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.129789
13. Проєкт Плану управління суббасейном річок Прут та Сірет (2025–2030) / Держводагентство України. 2022. 65 с. URL: davr.gov.ua/fls18/PrutSiret_1-11.pdf
14. План управління річковим басейном Дунаю (2025–2030), затв. розпорядженням КМУ від 31.12.2024 № 1347. 771 с. URL: davr.gov.ua/fls18/PURB_Dunay.pdf
15. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 року. Official Journal of the European Communities. 2000. L 327. P. 1–73.

Дата першого надходження статті до видання: 17.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.11.2026