

УДК 504.4.054:553.81(477.41)

DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-5-2>

ВПЛИВ ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ НА ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ, БІОРІЗНОМАНІТТЯ РІЧКИ УБОРТЬ ТА ВОДОУТРИМУВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Шевчук Лариса Миколаївна,

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0003-4164-514X

Васільєва Людмила Анатоліївна,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0003-0661-927X

Герасимчук Олена Леонтіївна,

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри наук про Землю
Державного університету «Житомирська політехніка»
ORCID ID: 0000-0002-1279-1888

Шабатин Владислав Олександрович,

студент
Державного університету «Житомирська політехніка»

Дослідження присвячене аналізу впливу незаконного видобутку бурштину на екосистему басейну річки Уборть – правої притоки Прип'яті в межах Українського Полісся. Проведено комплексний аналіз змін гідрологічного режиму та біорізноманіття з використанням супутникових знімків Sentinel-2 за період 2017–2024 років і польових досліджень молюсків родини Unionidae протягом 2009–2013 та 2019–2024 років. Застосовано методи дистанційного зондування з використанням індексу FCD (Pseudo Forest Canopy Density) для оцінки щільності лісового покриву та виявлення порушених територій басейну річки.

Результати засвідчили деградацію лісових екосистем, що призвело до порушення водоутримувальної здатності ґрунтів і зневоднення річкової системи. Виявлено катастрофічне зменшення видового різноманіття двостулкових молюсків-біоіндикаторів: повне зникнення *Pseudanodonta complanata*, критичне зменшення популяції *Unio crassus* (на 60–100 %) та локальне зникнення всіх видів у деяких пунктах дослідження, зокрема біля сіл Суццани, Юрове та Хмелівка. Гідравлічний метод видобутку бурштину з використанням високопродуктивних мотопомп спричиняє пряме водовідбирання з інтенсивністю, що перевищує природну водність малих річок, руйнування ґрунтової структури та трансформацію водоносних горизонтів. Установлено просторову кореляцію між максимальною щільністю порушених ділянок і найбільш вираженими проявами зневоднення річкової системи. Порівняльний аналіз часових рядів супутникових знімків підтвердив зростання площ деградованих територій із мозаїчною структурою чергування знищених ділянок і територій із частково збереженою рослинністю. Дослідження обґрунтовує необхідність термінових заходів екологічної реабілітації та запобігання подальшій деградації природних комплексів Українського Полісся.

Ключові слова: незаконний видобуток бурштину, річка Уборть, Unionidae, дистанційне зондування, деградація екосистем, гідрологічний режим, водоутримувальна здатність.

Shevchuk Larysa, Vasilieva Lyudmyla, Herasymchuk Olena, Shabatyn Vladystav. Impact of amber mining on the hydrological regime, biodiversity of the Ubert River and water retention capacity of adjacent territories

This study examines the impact of illegal amber mining on the ecosystem of the Ubert River basin, a right tributary of the Pripyat River within the Ukrainian Polissia region. A comprehensive analysis of hydrological regime changes and biodiversity was conducted using Sentinel-2 satellite imagery from 2017–2024 and field studies of Unionidae mollusks during 2009–2013 and 2019–2024. Remote sensing methods utilizing the FCD (Pseudo Forest Canopy Density) index were applied to assess forest canopy density and identify disturbed areas within the river basin.

Results revealed degradation of forest ecosystems, leading to disruption of soil water retention capacity and dewatering of the river system. Catastrophic decline in freshwater bivalve mollusk bioindicator diversity was documented: complete disappearance of *Pseudanodonta complanata*, critical population reduction of *Unio crassus* (60–100 %), and local extinction of all species at certain study sites, particularly near the villages of Sushchany, Yurove, and Khmelivka. Hydraulic amber extraction methods using high-capacity motor pumps cause direct water abstraction at intensities exceeding the natural water content of small rivers, soil structure destruction, and transformation of aquifer systems. Spatial correlation was established between maximum density of disturbed areas and the most pronounced manifestations of river system dewatering. Comparative analysis of satellite imagery time series confirmed the growth of degraded territory areas with a mosaic structure of alternating destroyed areas and territories with partially preserved vegetation. The research substantiates the urgent need for ecological rehabilitation measures and prevention of further degradation of Ukrainian Polissia natural complexes.

Key words: illegal amber mining, Ubort River, Unionidae, remote sensing, ecosystem degradation, hydrological regime, water retention capacity.

Вступ. Проблема деградації природних екосистем унаслідок незаконного видобутку бурштину на території Українського Полісся набула критичних масштабів протягом останнього десятиліття. Площі порушених земель стрімко зростають, що призводить до незворотних змін ландшафтів, втрати біорізноманіття й порушення гідрологічного режиму територій. Надзвичайно гостро ця проблема постає для річки Уборть, де масштаби екологічних змін набули катастрофічного характеру.

Річка Уборть – права притока Прип'яті, що протікає через Українське Полісся. Її довжина становить 292 км, з яких 174 км проходить територією України, з басейном 5,820 км² та середньою річною витратою води 24,4 м³/с [1]. Басейн Уборті характеризується заболоченістю, значними лісовими масивами та піщаними ґрунтами. Річка має помірно звивисте русло з переважно повільною течією та живиться переважно завдяки сніговому й дощовому стоку (близько 70 % снігового живлення) [1]. Останніми роками екосистема басейну Уборті зазнає негативного впливу через незаконний видобуток бурштину та осушення боліт [2; 3]. Основною проблемою річки є значне зневоднення, особливо помітне з 2014 року [4].

Дослідження видового складу молюсків родини Unionidae проводилося на річці Уборть у кілька етапів: у період 2009–2013 та 2019–2024 років. Основними пунктами дослідження було вибрано населенні пункти: місто Олевськ, села Суцани та Рудня-Хочинська. Додатково в період 2019–2024 років обстежувалася Уборть у межах сіл Юрове та Хмельівка. Загальна довжина обстеження становила близько 30 км.

У період 2009–2013 років в Уборті у межах Олевська було виявлено чотири види молюсків – *Unio tumidus*, *U. pictorum*, *U. crassus*, *Pseudanodonta complanata*. У наступний період дослідження виявлено лише *U. tumidus*, *U. pictorum*. У межах села Рудня-Хочинська у 2009–2013 роках виявлено види *U. tumidus*,

U. pictorum, *U. crassus*, у період 2019–2024 років видовий склад виявлених молюсків не змінився. У межах села Суцани в період 2009–2013 років виявлено *U. pictorum*, *U. crassus*, *P. complanata*. У наступний період обстеження жодного виду виявлено не було. У межах сіл Юрове та Хмельівка поселень двостулкових молюсків також не було виявлено. Загальний характер змін наведено у таблиці (табл. 1). Лише в одному пункті (с. Рудня-Хочинська) протягом близько 15 років змін складу малакофауни не відбулося.

Таблиця 1
Частота трапляння видів родини Unionidae у річці Уборть

Вид	До 2013 р. (%)	2019–2024 рр. (%)	Зміна (%)
<i>Unio tumidus</i>	67	40	–40,3
<i>Unio pictorum</i>	100	40	–60,0
<i>Unio crassus</i>	100	20	–80,0
<i>Anodonta anatina</i>	0	0	0
<i>Anodonta cygnea</i>	0	0	0
<i>Pseudanodonta complanata</i>	67	0	–100,0

Двостулкові молюски родини Unionidae є визнаними біоіндикаторами стану прісноводних екосистем і виконують важливі екологічні функції [5; 6]. Вони є обов'язковими компонентами прісноводних екосистем – одна доросла особина фільтрує за добу до 40 літрів води, формуючи її якість та створюючи умови для нормального існування інших гідробіонтів [7; 8]. Для фауни України характерно шість нативних видів, які ще в минулому столітті були типовими для цієї річки [6].

Катастрофічне зниження частоти трапляння представників родини Unionidae у річці Уборть (від 60 до 100 % для окремих видів) є прямим наслідком антропогенної трансформації водної екосистеми. Повне зникнення *Pseudanodonta complanata* та критичне зменшення популяцій *Unio crassus* свідчать про незворотні зміни у структурі донних біоценозів [9; 10].

Однією з імовірних причин такого явища є значне зневоднення та падіння рівня води,

особливо в районі села Сущани. Через це ділянка річки може зазнавати повного промерзання в зимовий період і критичного падіння рівня води влітку. Інтенсивний видобуток бурштину в цьому регіоні, що розпочався з 2014 року, спричинив деградацію лісових екосистем на площі понад 1066 га та втрату водоутримувальної здатності ґрунтів [3; 11]. Гідравлічний метод видобутку бурштину призводить до ерозії ґрунтів та змішування органічної речовини з іншими ґрунтовими горизонтами, що є провідною причиною деградації екосистем [11]. Саме факт зникнення перлівницевих, деяких видів чи повного зникнення в певних пунктах, спонукав до проведення цього дослідження.

Більшість європейських моніторингових програм прісноводних екосистем орієнтована на контроль якості питної води, а не на дослідження гідрологічних особливостей і використання земель водозбірних басейнів. Ці проблеми водозбірних територій негативно впливають на прісноводних двостулкових молюсків через гідравлічні та хімічні чинники [12; 13]. Водна рамкова директива ЄС потребує оцінки гідроморфологічних параметрів та якості підземних вод, але ці оцінки часто є неадекватними для захисту загрожених видів прісноводних двостулкових молюсків. Відсутність інформації щодо здатності підземних вод до відновлення рівня зволоженості водозбірних басейнів для забезпечення достатньої швидкості течії біля дна та захисту від накопичення седиментів і поживних речовин під час маловоддя є критичною у деяких випадках.

Комплексне застосування методів дистанційного зондування Землі, включно з аналізом часових рядів FCD та візуальним дешифруванням супутникових знімків, забезпечує всебічну оцінку трансформації екосистем Українського Полісся під впливом нелегального видобутку бурштину. Також такий підхід дає можливість оцінити площі деградованих земель, динаміку процесів і точно локалізувати осередки найбільш інтенсивних порушень. Інтеграція різночасових даних забезпечує розуміння темпів деградації та дає змогу розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо рекультивациі та відновлення екосистем басейну річки Уборть.

Мета роботи – визначити наявність і характер кореляції між інтенсивністю видобутку бурштину та змінами водності та біорізноманіття річки Уборть, а також водоутримувальної здатності територій її басейну шляхом порівняльного аналізу різночасових супутникових знімків із застосуванням спеціалізованих індексів і встановлення просторового розподілу

маловодних ділянок річки відносно локацій видобутку бурштину.

Отримані результати можуть бути використані для ідентифікації найбільш уразливих ділянок, що потребують першочергового втручання, моделювання сценаріїв розвитку екологічної ситуації та розробки регіональних програм екологічної реабілітації Полісся. Крім того, апробована методика може бути адаптована для моніторингу інших територій, що зазнають антропогенної трансформації унаслідок несанкціонованої господарської діяльності.

Методи та методики дослідження. Для аналізу змін лісового покриву та гідрологічного режиму басейну річки Уборть використовувалися дані супутникової системи Sentinel-2 Європейського космічного агентства (ESA). Дослідження базувалися на мультиспектральних знімках Sentinel-2 L2A з атмосферною корекцією та просторовою роздільною здатністю 10–20 м за період 2017–2024 років. Основна територія дослідження охоплювала басейн річки Уборть у Житомирській області з фокусом на ключові населені пункти: Сущани, Замисловичі, Юрове й Олевськ.

Обробка супутникових даних передбачала застосування спеціального скрипту FCD (Pseudo Forest Canopy Density) для оцінки щільності лісового покриву та виявлення порушених ділянок лісу з пониженою здатністю утримувати вологу, а також використання композиції True Color (комбінація каналів B4, B3, B2) для природного відображення місцевості та візуальної інтерпретації. Проводився порівняльний часовий аналіз шляхом зіставлення знімків однієї території за різні роки та сезони для виявлення динаміки змін у водному режимі та лісовому покриві. Візуальна інтерпретація дала змогу ідентифікувати місця видобутку бурштину за характерними ознаками та виявити зміни у русловій мережі річки Уборть.

Дослідження видового складу молюсків родини Unionidae проводилось у два етапи: 2009–2013 роки та 2019–2024 роки на ділянках біля міста Олевськ та сіл Сущани, Рудня-Хочинська, Юрове, Хмелівка із загальною довжиною обстеження близько 30 км (рис. 1). Прісноводних молюсків збирали вручну на глибині до 1 м стандартними методами малакологічних досліджень [6]. Видову ідентифікацію проводили за морфологічними ознаками раковин. Результати польових досліджень аналізували методами порівняльної екології з розрахунком частоти трапляння видів у різні періоди дослідження, при цьому зміни у видовому складі оцінювали як індикатор стану водних екосистем.

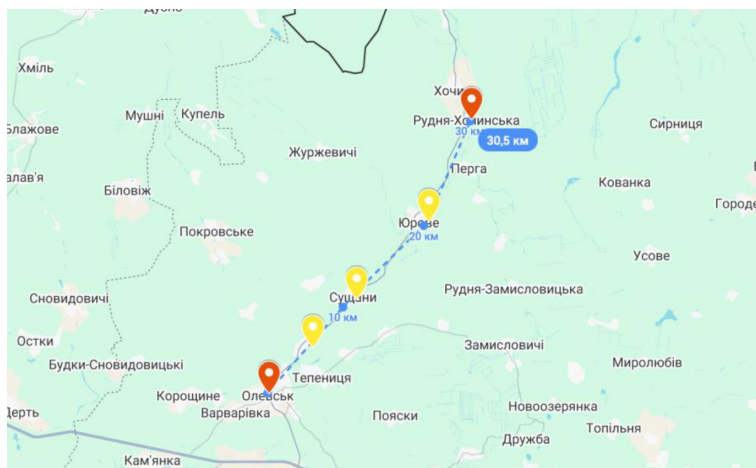


Рис. 1. Пункти дослідження на річці Уборть

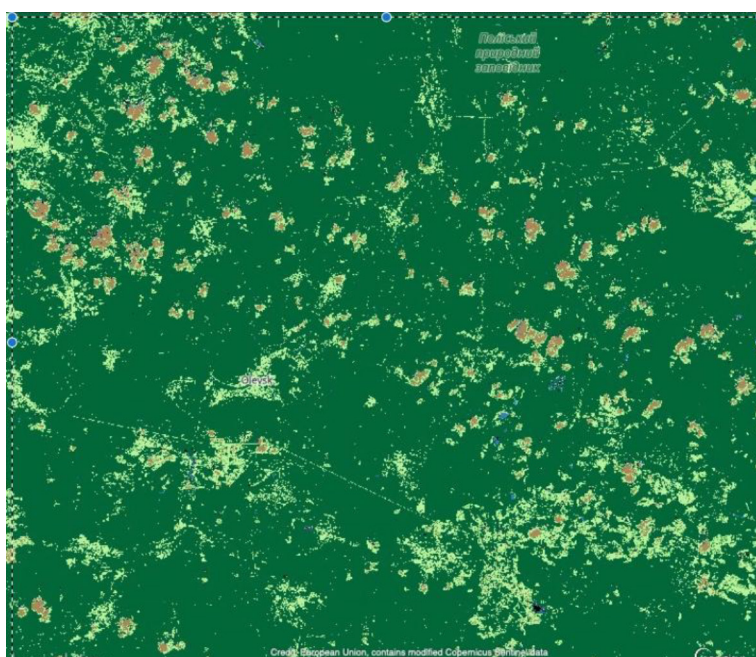


Рис. 2. Ділянки видобутку бурштину уздовж річки Уборть
(Космічний знімок Sentinel-2 з використанням спеціального скрипту FCD
(Pseudo Forest Canopy Density) 18.06.2024)

Результати. Супутниковий знімок системи Sentinel-2, отриманий 18 червня 2024 року із застосуванням спеціалізованого алгоритму FCD (Pseudo Forest Canopy Density), демонструє незадовільний стан лісових екосистем басейну річки Уборть унаслідок антропогенного впливу незаконного видобутку бурштину (рис. 2).

Скрипт FCD забезпечує псевдокольорове відображення щільності лісового покриву, де зелені відтінки відповідають збереженим лісовим масивам, а жовто-коричневі та світлі тони індикують ділянки з порушеною або відсутньою деревною рослинністю. Ця методика дає змогу ефективно ідентифікувати антропогенні порушення лісових екосистем та оцінювати їх просторовий розподіл [14].

Аналіз супутникових даних виявив значну концентрацію порушених ділянок у безпосередній близькості до річки Уборть та її приток. Найвища щільність антропогенних порушень спостерігається в районі села Суцани, що корелює з ідентифікованими раніше маловодними ділянками річкової системи. Інтенсивна видобувна діяльність, що формує просторово корельований кластер екологічних порушень, також відмічена поблизу населених пунктів Замисловиць та Юрове.

Характерною особливістю просторового розподілу ділянок видобутку є їх переважна локалізація в межах водозбірних басейнів притоків Уборті, що свідчить про цілеспрямований вибір ділянок з оптимальними гідрогеологічними

умовами для застосування гідравлічних методів видобутку.

Незаконний видобуток бурштину в досліджуваному регіоні здійснюється переважно методом гідромеханічного розмиву четвертинних відкладів із використанням високопродуктивних мотопомп [2; 3]. Технологічний процес передбачає інтенсивне водоспоживання з локальних водних об'єктів, що призводить до критичного зниження водності річки Уборть та її приток [4].

Гідродинамічний вплив видобувної діяльності проявляється через декілька взаємопов'язаних механізмів: пряме водовідбирання з використанням мотопомп для забору води з річкової системи з інтенсивністю, що значно перевищує природну водність малих річок у літній період; порушення ґрунтової структури внаслідок гідромеханічного розмиву, що призводить до деструкції природної структури ґрунтового профілю та зміни його фільтраційних характеристик; трансформацію водоносних горизонтів, коли технологічні процеси спричиняють порушення природної стратифікації водоносних горизонтів та зміну напрямків підземного стоку [11].

Результатом видобувної діяльності є формування техногенних ландшафтів із порушеним гідрологічним режимом. Спостережувана на супутникових знімках мозаїчна структура порушених ділянок свідчить про фрагментацію лісових екосистем та утворення екологічно деградованих територій з втраченою водоутримувальною здатністю [11; 3].

Особливо критичною є ситуація в районі села Суцани, де щільність порушених ділянок досягає максимальних значень, що відповідає найбільш вираженим проявам зневоднення річки Уборть. Це підтверджує гіпотезу про причинно-наслідковий зв'язок між інтенсивністю видобутку бурштину та деградацією гідрологічного режиму річкової системи.

Отримані результати супутникового моніторингу засвідчують масштабний і системний характер антропогенного впливу на екосистеми басейну річки Уборть, що потребує термінових заходів екологічної реабілітації та запобігання подальшій деградації природних комплексів Українського Полісся.

Порівняльний аналіз супутникових знімків від 2 серпня 2017 року та 2 серпня 2024 року виявив інтенсифікацію процесів деградації лісових екосистем басейну річки Уборть протягом семирічного періоду спостережень (рис. 3, 4).

Знімок від 2 серпня 2017 року демонструє відносно збережену структуру лісових масивів із переважанням темно-зелених тонів, що свідчить про високу щільність деревного покриву.



Рис. 3. Космічний знімок Sentinel-2 з використанням спеціального скрипту FCD (Pseudo Forest Canopy Density) 02.08.2017



Рис. 4. Космічний знімок Sentinel-2 з використанням спеціального скрипту FCD (Pseudo Forest Canopy Density) 02.08.2024

Спостерігаються нечисленні ділянки з порушеною структурою лісостану, локалізовані переважно вздовж транспортних комунікацій та в межах населених пунктів.

Супутниковий знімок від 2 серпня 2024 року фіксує зростання трансформації лісових екосистем із формуванням масштабних ділянок деградованих територій. Спостерігається зростання площ зі світло-зеленим і жовтуватим відображенням, що індикуює критичне зниження щільності лісового покриву або його повну відсутність.

Візуальний аналіз часової серії засвідчує зростання площ порушених лісових масивів. Формування нових осередків деградації характеризується мозаїчною структурою із

чергуванням повністю знищених ділянок і територій із частково збереженою деревною рослинністю, що узгоджується з даними інших досліджень про динаміку лісових порушень унаслідок незаконного видобутку бурштину [3].

Особливо інтенсивні процеси деградації спостерігаються в районі населених пунктів Суццани, Замисловичі та Юрове, що відповідає ідентифікованим раніше пунктам зникнення перлівницеви.

Висновки. Порушення лісового покриву спричиняє комплексні негативні наслідки для гідрологічного режиму басейну річки Уборть через декілька взаємопов'язаних механізмів. Знищення деревного ярусу призводить до елімінації природного механізму затримки атмосферних опадів кронами дерев і критичного зниження інтенсивності евапотранспірації [15]. Відсутність лісової підстилки унеможливорює природне регулювання поверхневого стоку й інфільтрації вологи в ґрунтовий профіль [16].

Руйнування лісових екосистем супроводжується деструкцією ґрунтової структури, що суттєво знижує водопроникність і водоутримувальну здатність територій. Ущільнення ґрунту внаслідок видобувної діяльності призводить до формування водонепроникних поверхонь із високим коефіцієнтом поверхневого стоку [17]. Відсутність лісової рослинності та порушення ґрунтового профілю спричиняє зміну режиму живлення підземних вод, зниження рівня ґрунтових вод і порушення природного водообміну між поверхневими та підземними водами [18].

Спостережувані зміни значно перевищують природні темпи сукцесійних процесів та свідчать про антропогенний характер трансформацій. Зв'язок між локалізацією найбільш деградованих ділянок та осередками незаконного видобутку бурштину підтверджує причинно-наслідкову залежність між видобувною діяльністю й екосистемною деградацією, а також може пояснити зникнення молюсків родини Unionidae з найбільш зневоднених ділянок.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ubert River. Wikipedia. 2024. URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Ubert_River (дата звернення: 04.08.2025).
2. Hoffman B. Ukraine's Illegal Amber Mining Has Big Social and Environmental Impacts. National Geographic. 2021. URL: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/illegal-amber-mining-ukraine> (дата звернення: 04.08.2025).
3. Smaliychuk A., Ghazaryan G., Dubovyk O. Land-use changes in Northern Ukraine: Patterns and dynamics of illegal amber mining during 1986–2016. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2021. Vol. 193, № 8. P. 502. URL: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09317-2> (дата звернення: 04.08.2025).
4. The Amber Rush in Ukraine. OSW Commentary. OSW Centre for Eastern Studies. 2018. URL: <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/osw-commentary/2017-05-08/amber-rush-ukraine> (дата звернення: 04.08.2025).
5. Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J. et al. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews*. 2017. Vol. 92, № 1. P. 572–607. URL: <https://doi.org/10.1111/brv.12244> (дата звернення: 04.08.2025).
6. Шевчук Л. М., Васильєва Л. А., Пампура М. М., Межжерін С. В. Перлівницеві (Unionidae) України: ресурсна оцінка (чисельність, динаміка ареалів, особливості репродукції). *Вестник зоології*. 2019. Т. 37, спец. вип. 92 с. URL: <http://mail.izan.kiev.ua/vz-pdf/suppl/s37.pdf> (дата звернення: 04.08.2025).
7. Strayer D. L., Caraco N. F., Cole J. J., et al. Transformation of freshwater ecosystems by bivalves: a case study of zebra mussels in the Hudson River. *BioScience*. 1999. Vol. 49, № 1. P. 19–27. URL: <https://doi.org/10.1525/bisi.1999.49.1.19> (дата звернення: 04.08.2025).
8. Vaughn C. C., Hoellein T. J. Bivalve impacts in freshwater and marine ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2018. Vol. 49, № 1. P. 183–208. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110617-062703> (дата звернення: 04.08.2025).
9. Bogan A. E. Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Hydrobiologia*. 2008. Vol. 595, № 1. P. 139–147. URL: <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9011-7> (дата звернення: 04.08.2025).
10. Ferreira-Rodríguez N., Akiyama Y.B., Aksenova O.V., et al. Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. *Biological Conservation*. 2019. Vol. 231. P. 77–87. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.002> (дата звернення: 04.08.2025).
11. Myroniuk V., Bilous A., Khan Y. et al. Tracking rates of forest disturbance and associated carbon loss in areas of illegal amber mining in Ukraine using landsat time series. *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12, № 14. P. 2235. URL: <https://doi.org/10.3390/rs12142235> (дата звернення: 04.08.2025).

12. Geist J. Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia*. 2010. Vol. 644, № 1. P. 69–88. URL: <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0190-2> (дата звернення: 04.08.2025).
13. Sousa R.G., Ferreira A., Carvalho F., et al. Die-offs of the endangered pearl mussel *Margaritifera margaritifera* during an extreme drought. 2018. URL: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/72345> (дата звернення: 04.08.2025).
14. ESA Sentinel-2 User Handbook. European Space Agency. ESA Standard Document. 2015. URL: https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook (дата звернення: 04.08.2025).
15. Zhang L., Dawes W. R., Walker G. R. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resources Research*. 2001. Vol. 37, № 3. P. 701–708. URL: <https://doi.org/10.1029/2000wr900325> (дата звернення: 04.08.2025).
16. Bosch J. M., Hewlett J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*. 1982. Vol. 55, № 1–4. P. 3–23. URL: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(82\)90117-2](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90117-2) (дата звернення: 04.08.2025).
17. Zhao F., Xu Z., Zhang L. Changes in streamflow regime following vegetation changes from paired catchments. *Hydrological Processes*. 2012. Vol. 26, № 10. P. 1561–1573. URL: <https://doi.org/10.1002/hyp.8266> (дата звернення: 04.08.2025).
18. Price K., Jackson C. R., Parker A. J. Variation of surficial soil hydraulic properties across land uses in the southern Blue Ridge Mountains, North Carolina, USA. *Journal of Hydrology*. 2010. Vol. 383, № 3–4. P. 256–268. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.12.041> (дата звернення: 04.08.2025).

REFERENCES:

1. Ubert River (2024). Wikipedia. Retrieved from https://en.m.wikipedia.org/wiki/Ubert_River
2. Hoffman, B. (2021). Ukraine's Illegal Amber Mining Has Big Social and Environmental Impacts. *National Geographic*. Retrieved from <https://www.nationalgeographic.com/history/article/illegal-amber-mining-ukraine>
3. Smaliychuk, A., Ghazaryan, G., & Dubovyk, O. (2021). Land-use changes in Northern Ukraine: Patterns and dynamics of illegal amber mining during 1986–2016. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193 (8), 502. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09317-2>.
4. OSW Centre for Eastern Studies (2018). The Amber Rush in Ukraine. *OSW Commentary*. Retrieved from <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/osw-commentary/2017-05-08/amber-rush-ukraine>
5. Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., et al. (2017). Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews*, 92 (1), 572–607. <https://doi.org/10.1111/brv.12244>
6. Shevchuk, L. M., Vasilieva, L. A., Pampura, M. M., & Mezherin, S. V. (2019). *Perlivnytsevi (Unionidae) Ukrainy: resursna otsinka (chyselnist, dynamika arealiv, osoblyvosti reproduktivnosti)* [Freshwater mussels (Unionidae) of Ukraine: resource assessment (abundance, range dynamics, reproduction features)]. *Vestnyk zoologicheskoy akademii Ukrainy – Bulletin of Zoology*, 37, 92. Retrieved from <http://mail.izan.kiev.ua/vz-pdf/suppl/s37.pdf> [in Ukrainian].
7. Strayer, D. L., Caraco, N. F., Cole, J. J., et al. (1999). Transformation of freshwater ecosystems by bivalves: a case study of zebra mussels in the Hudson River. *BioScience*, 49 (1), 19–27. <https://doi.org/10.1525/bisi.1999.49.1.19>
8. Vaughn, C. C., & Hoellein, T. J. (2018). Bivalve impacts in freshwater and marine ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 49 (1), 183–208. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110617-062703>
9. Bogan, A. E. (2008). Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595 (1), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9011-7>
10. Ferreira-Rodríguez, N., Akiyama, Y. B., Aksenova, O. V., et al. (2019). Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. *Biological Conservation*, 231, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.002>
11. Myroniuk, V., Bilous, A., Khan, Y., et al. (2020). Tracking rates of forest disturbance and associated carbon loss in areas of illegal amber mining in Ukraine using landsat time series. *Remote Sensing*, 12 (14), 2235. <https://doi.org/10.3390/rs12142235>
12. Geist, J. (2010). Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia*, 644 (1), 69–88. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0190-2>
13. Sousa, R. G., Ferreira, A., Carvalho, F., et al. (2018). Die-offs of the endangered pearl mussel *Margaritifera margaritifera* during an extreme drought. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/72345>

14. European Space Agency (2015). ESA Sentinel-2 User Handbook. *ESA Standard Document*. Retrieved from https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook
15. Zhang, L., Dawes, W. R., & Walker, G. R. (2001). Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resources Research*, 37 (3), 701–708. <https://doi.org/10.1029/2000wr900325>
16. Bosch, J. M., & Hewlett, J. D. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55 (1–4), 3–23. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(82\)90117-2](https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90117-2)
17. Zhao, F., Xu, Z., & Zhang, L. (2012). Changes in streamflow regime following vegetation changes from paired catchments. *Hydrological Processes*, 26 (10), 1561–1573. <https://doi.org/10.1002/hyp.8266>
18. Price, K., Jackson, C. R., & Parker, A. J. (2010). Variation of surficial soil hydraulic properties across land uses in the southern Blue Ridge Mountains, North Carolina, USA. *Journal of Hydrology*, 383 (3–4), 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.12.041>

Стаття надійшла: 24.08.2025

Стаття прийнята: 13.09.2025

Опублікована: 10.11.2025

