

УДК 504.5:678](045)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.2.43>

## МІКРОПЛАСТИК У ПРІСНОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ: ДЖЕРЕЛА, РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТА НАСЛІДКИ ДЛЯ ТРОФІЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

**Шевченко Н.О.** – к.е.н.,

доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет

[orcid.org/0000-0001-6722-9326](https://orcid.org/0000-0001-6722-9326)

**Парахненко В.Г.** – доктор філософії з наук про Землю,

старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

Уманський національний університет

[orcid.org/0000-0002-4312-6194](https://orcid.org/0000-0002-4312-6194)

**Гончарук В.В.** – к.пед.н.,

доцент кафедри хімії та екології,

Уманський національний університет

[orcid.org/0000-0002-3977-36123](https://orcid.org/0000-0002-3977-36123)

Мікропластик, як частина глобальної проблеми забруднення довкілля, набуває все більшого значення не лише у морських, а й у прісноводних екосистемах. Цей вид забруднення являє собою частинки пластику розміром менше 5 мм, які можуть мати первинне походження (виготовлені як дрібні гранули для промислового використання або косметичних засобів) або вторинне походження (утворені внаслідок руйнування більших пластикових виробів під впливом фізичних, хімічних та біологічних факторів). Прісноводні водні системи, включаючи річки, озера, ставки та водосховища, виступають не лише як середовище накопичення мікропластику, а й як транспортні шляхи його перенесення у великі водні басейни та моря.

Джерела потрапляння мікропластику у прісноводні екосистеми різноманітні. До них належать стічні води з міських та промислових очисних споруд, змиви з аграрних територій, атмосферне осадження частинок пластику, а також деградація пластикових виробів у прибережних зонах. Особливу увагу дослідників привертає внесок побутового пластику та мікрогранул косметичних засобів, які, проходячи через системи очистки води, потрапляють у річки та озера у значних концентраціях. Крім того, глобальні зміни клімату, збільшення опадів та повеней сприяють інтенсивнішому перенесенню частинок мікропластику з земельних територій у водні екосистеми.

Розповсюдження мікропластику у прісноводних системах залежить від фізико-хімічних характеристик води та самих частинок. Легкі полімери, такі як поліетилен та поліпропілен, часто знаходяться у поверхневому шарі води, тоді як більш щільні полімери, наприклад полівінілхлорид, осідають у донних відкладах. Мікропластик також може взаємодіяти з органічними та неорганічними речовинами у воді, утворюючи конгломерати та змінюючи свою здатність до переміщення. Значним є також вплив гідродинамічних умов річок та озер, які визначають шляхи і швидкість розповсюдження частинок.

Наслідки присутності мікропластику для трофічних ланцюгів прісноводних екосистем є багаторівневими. Частинки можуть бути випадково або активно спожиті різними організмами – від планктону до риб та безхребетних, що призводить до накопичення пластику у тканинах і переміщення його по харчових ланцюгах. Це може спричиняти фізичні пошкодження організмів, зниження їхньої виживаності та репродуктивної здатності,



© Шевченко Н.О., Парахненко В.Г., Гончарук В.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

а також потенційне перенесення адсорбованих на поверхні мікропластику токсичних речовин та органічних забруднювачів. Дослідження показують, що мікропластик може змінювати структуру харчових мереж, впливати на взаємодії хижак–жертва та зменшувати біорізноманіття.

Таким чином, мікропластик у прісноводних екосистемах є серйозною екологічною загрозою, яка потребує системного дослідження джерел, шляхів розповсюдження та довгострокових наслідків для трофічних ланцюгів. Вивчення цього питання є критично важливим для розробки ефективних заходів з моніторингу, зниження забруднення та збереження функціонування водних екосистем, а також для мінімізації ризиків для здоров'я людини, оскільки частинки мікропластику можуть потрапляти у продовольчі ланцюги через споживання риби та інших водних організмів.

**Ключові слова:** мікропластик, прісноводні екосистеми, джерела забруднення, розповсюдження, трофічні ланцюги, біоаккумуляція, забруднення води, полімери, екологічні наслідки.

**Shevchenko N.O., Parakhnenko V.G., Honcharuk V.V. Microplastics in freshwater ecosystems: sources, distribution, and impacts on food chains.**

Microplastics, as part of the global problem of environmental pollution, are becoming increasingly significant not only in marine but also in freshwater ecosystems. This type of pollution consists of plastic particles smaller than 5 mm, which may be of primary origin (manufactured as small granules for industrial use or cosmetics) or secondary origin (formed as a result of the breakdown of larger plastic products under the influence of physical, chemical, and biological factors). Freshwater systems, including rivers, lakes, ponds, and reservoirs, serve not only as environments where microplastics accumulate but also as transport routes for their transfer to large water basins and oceans.

The sources of microplastics entering freshwater ecosystems are diverse. These include wastewater from municipal and industrial treatment facilities, runoff from agricultural areas, atmospheric deposition of plastic particles, and the degradation of plastic products in coastal zones. Researchers are particularly interested in the contribution of household plastics and microbeads from cosmetics, which, after passing through water treatment systems, enter rivers and lakes in significant concentrations. In addition, global climate change, increased precipitation, and flooding contribute to the more intensive transport of microplastic particles from land areas into aquatic ecosystems.

The distribution of microplastics in freshwater systems depends on the physical and chemical characteristics of the water and the particles themselves. Light polymers, such as polyethylene and polypropylene, are often found in the surface layer of water, while denser polymers, such as polyvinyl chloride, settle in bottom sediments. Microplastics can also interact with organic and inorganic substances in the water, forming aggregates and altering their mobility. The influence of the hydrodynamic conditions of rivers and lakes, which determine the pathways and speed of particle dispersion, is also significant.

The consequences of microplastic presence for the food webs of freshwater ecosystems are multifaceted. Particles can be accidentally or actively ingested by various organisms—from plankton to fish and invertebrates—leading to the accumulation of plastic in tissues and its transfer through food chains. This can cause physical damage to organisms, reduce their survival and reproductive capacity, and potentially transfer toxic substances and organic pollutants adsorbed onto the surface of microplastics. Studies show that microplastics can alter the structure of food webs, affect predator-prey interactions, and reduce biodiversity.

Thus, microplastics in freshwater ecosystems pose a serious ecological threat that requires systematic research into their sources, pathways of dispersal, and long-term impacts on food webs. Studying this issue is critically important for developing effective measures to monitor, reduce pollution, and preserve the functioning of aquatic ecosystems, as well as for minimizing risks to human health, since microplastic particles can enter food chains through the consumption of fish and other aquatic organisms.

**Key words:** microplastics, freshwater ecosystems, sources of pollution, distribution, food chains, bioaccumulation, water pollution, polymers, environmental impacts.

**Актуальність теми дослідження.** Забруднення прісноводних екосистем мікропластиком стало однією з найгостріших екологічних проблем сучасності.

Незважаючи на значну увагу до морських вод, прісноводні системи – річки, озера, ставки та водосховища – є першочерговими середовищами накопичення та трансформації мікропластику. Ці водні об'єкти відіграють ключову роль у забезпеченні питною водою, рибних ресурсів та підтриманні біорізноманіття. У зв'язку з інтенсивним розвитком урбанізації, промисловості та аграрного виробництва значно зростає ризик потрапляння мікропластикових частинок у прісноводні води через стічні води, змиви з ґрунтів та атмосферні опади [1, с. 24].

Мікропластик не лише фізично забруднює середовище, але й активно взаємодіє з організмами на різних рівнях трофічних ланцюгів. Частинки можуть накопичуватися у планктоні, безхребетних та риби, що веде до біоаккумуляції та потенційного потрапляння токсичних речовин у харчові ланцюги людини. Це створює нові екологічні та санітарні ризики, які ще не повністю досліджені.

Актуальність проблеми також обумовлена глобальними тенденціями: збільшенням виробництва пластику, зміною клімату, підвищенням частоти повеней та інтенсивності опадів, що сприяє більш широкому розповсюдженню мікропластику у природних водоймах. Незважаючи на численні міжнародні дослідження, в Україні та регіонах Східної Європи кількість даних щодо джерел, шляхів розповсюдження та впливу мікропластику на прісноводні трофічні ланцюги залишається обмеженою [2, с. 46].

Отже, дослідження мікропластику у прісноводних екосистемах є надзвичайно актуальним та необхідним для розробки ефективних заходів з моніторингу та зниження забруднення, збереження біорізноманіття та забезпечення безпеки водних ресурсів. Аналіз джерел, розповсюдження та наслідків мікропластику дозволяє не лише оцінити сучасний стан екосистем, але й прогнозувати потенційні ризики для людини та довкілля в умовах подальшого збільшення пластикового забруднення.

**Постановка проблеми.** Сучасні прісноводні екосистеми все більше зазнають негативного впливу антропогенних чинників, серед яких забруднення мікропластиком набуває особливої актуальності. Частинки мікропластику розміром менше 5 мм потрапляють у водойми з різних джерел: стічних вод міських і промислових очисних споруд, поверхневих стоків сільськогосподарських угідь, деградації пластикових виробів та атмосферних осадів. Ці частинки є стійкими до природних процесів розкладу і здатні довгий час зберігатися у воді, донних відкладах та організмах живих істот [3, с. 87].

Проблема мікропластикового забруднення в прісноводних екосистемах має кілька важливих аспектів. По-перше, це недостатня вивченість джерел та шляхів розповсюдження мікропластику у внутрішніх водних системах. Більшість досліджень зосереджена на морських водоймах, тоді як прісноводні системи є первинними артеріями перенесення частинок до великих водних басейнів. По-друге, мало відомо про вплив мікропластику на трофічні ланцюги, біорізноманіття та продуктивність екосистем, особливо щодо біоаккумуляції та переносу токсичних речовин через харчові мережі.

Складність проблеми також полягає у тому, що мікропластик має здатність взаємодіяти з іншими забруднювачами води та органічною речовиною, утворюючи комплексні частинки, які змінюють фізико-хімічні властивості водойм та підвищують ризики для живих організмів. Ці процеси потребують системного наукового аналізу для визначення рівнів забруднення, джерел надходження та потенційних екологічних наслідків [4, с. 145].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останні роки проблема мікропластику у прісноводних екосистемах привертає зростаючу увагу науковців

у всьому світі. Попередні дослідження сфокусовані на виявленні поширеності мікропластикових частинок у річках, озерах та водосховищах, а також на визначенні основних джерел їх надходження. Наприклад, численні публікації показують, що муніципальні стоки та промислові викиди залишають значний внесок у загальну кількість мікропластику у водних системах, при цьому традиційні очисні споруди не завжди ефективно затримують дрібні частинки пластику.

Дослідження багатьох груп акцентують увагу на роль атмосферного переносу як значущого шляху надходження мікропластику у водойми. Було встановлено, що атмосферні опади можуть містити частинки мікропластику, які випадають на поверхні водних тіл і прилеглі території, що підсилює загальне забруднення у регіонах з високою кількістю населення або інтенсивним транспортним рухом [5, с. 65].

Особлива увага в останніх роботах приділяється фізико-хімічним характеристикам мікропластику та їх впливу на розповсюдження у водному середовищі. Наприклад, відмічено, що легкі полімери (поліетилен, поліпропілен) мають тенденцію до утримання у верхніх шарах води та можуть переміщатися на великі відстані під впливом течій, тоді як щільніші полімери (полівінілхлорид, поліестер) швидше осідають у донних відкладах. Такі властивості безпосередньо впливають на шляхи транспортування мікропластику та його доступність для різних трофічних рівнів організмів.

Окремі дослідження присвячені оцінці впливу мікропластику на організми нижчих трофічних рівнів, таких як зоопланктон і безхребетні. Ці роботи виявили, що навіть низькі концентрації мікропластикових частинок можуть викликати фізіологічний стрес, зменшення фітопланктону та зміну фільтраційної активності у фільтраторів. Одночасно проведені експериментальні дослідження на рибах продемонстрували, що частинки мікропластику здатні накопичуватися у шлунково-кишковому тракті та тканинах, що може призводити до зниження росту, репродуктивної здатності та загальної життєздатності особин [6, с. 245].

У наукових публікаціях останніх років також зростає інтерес до механізмів адсорбції та десорбції токсичних забруднювачів на поверхні мікропластикових частинок. Було встановлено, що мікропластик може виступати як вектор для транспортування різних органічних та неорганічних токсинів, що додатково посилює ризики для водних організмів і, потенційно, для людини через харчові ланцюги [7, с. 177].

Отже, аналіз останніх досліджень підтверджує нагальність подальшого вивчення мікропластику у прісноводних водах, зокрема шляхів його надходження, механізмів розповсюдження та потенційних наслідків для екологічної цілісності і стійкості водних трофічних мереж.

**Методика досліджень.** Дослідження мікропластику у прісноводних екосистемах передбачає комплексний підхід, який включає визначення джерел надходження частинок, оцінку їх поширеності та концентрацій, а також аналіз впливу на організми різних трофічних рівнів.

Для аналізу були обрані різні типи прісноводних екосистем: річки, озера та водосховища різного антропогенного навантаження. Ділянки відбиралися з урахуванням близькості до потенційних джерел мікропластику – міських стоків, промислових підприємств, аграрних угідь та рекреаційних зон [8, с. 98].

Водні проби відбиралися з поверхневого шару, середньої глибини та донного горизонту з використанням стандартних пробовідбірників. Для аналізу донних відкладів використовували спеціальні корери та шурфи. Кожна проба фіксувалася з позначенням GPS-координат, дати та часу відбору.

Відокремлення мікропластикових частинок проводили методом флотації із застосуванням насичених розчинів солей. Потім проби очищували від органічних залишків за допомогою пероксидного або ферментного розкладу. Морфологічні характеристики частинок визначали під стереомікроскопом, а розмір – шляхом цифрового аналізу зображень [9, с. 211].

Для оцінки концентрацій мікропластику, його поширення та взаємозв'язків із фізико-хімічними параметрами води використовували стандартні статистичні методи: описову статистику, кореляційний аналіз, варіаційний аналіз та багатовимірні методи для визначення закономірностей у розподілі частинок та впливу на біоту.

Застосування такої комплексної методики дозволяє отримати достовірні дані про джерела, поширення та вплив мікропластику у прісноводних екосистемах, що є основою для подальших прогнозів екологічних ризиків та розробки заходів щодо мінімізації забруднення.

**Результати досліджень.** Проведене дослідження показало, що мікропластик є поширеним компонентом прісноводних екосистем, навіть у водоймах із низьким рівнем антропогенного навантаження. Аналіз проб води та донних відкладах виявив частинки різного розміру, переважно від 0,1 до 5 мм, що належали до різних типів полімерів: поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду та поліестеру. Найвищі концентрації частинок спостерігалися у зонах близько міських стоків та промислових підприємств, що підтверджує їхнє значення як основних джерел надходження мікропластику у водойми. У донних відкладах кількість частинок була на 20–35% вищою, ніж у поверхневих шарах води, що свідчить про тенденцію до осідання більш щільних полімерів [10, с. 145].

Дослідження розповсюдження мікропластику показало, що легкі полімери залишаються у верхньому шарі води та можуть переноситися течіями на великі відстані, тоді як щільні частинки осідають на дно, створюючи локальні зони накопичення. При цьому було встановлено, що мікропластик взаємодіє з органічними речовинами та донним мулом, утворюючи агрегати, які підвищують його доступність для донних безхребетних.

Вплив мікропластику на представників різних трофічних рівнів екосистеми виявився багаторівневим. У зоопланктоні та дрібних безхребетних спостерігалася висока частота потрапляння частинок у травний тракт, що спричиняло зниження фільтраційної активності та зменшення росту особин на 10–15%. У риб середнього трофічного рівня частинки накопичувалися у шлунково-кишковому тракті та частково у печінці, викликаючи порушення обміну речовин та зниження репродуктивної здатності. Експериментальні спостереження свідчили про зниження виживаності риб на 5–12% при високій концентрації мікропластику у воді, що свідчить про його токсичний ефект навіть при відносно низьких рівнях забруднення [11, с. 212].

Крім фізіологічних ефектів, мікропластик впливав і на структуру трофічних ланцюгів. Виявлено, що дрібні частинки сприяли зміні харчової поведінки організмів: риби частіше споживали фітопланктон із включенням частинок пластику, що зменшувало ефективність трансформації енергії у екосистемі. Також спостерігалася біоаккумуляція токсичних органічних забруднювачів на поверхні мікропластикових частинок, що підсилювало їхній негативний вплив на живі організми.

Отримані результати підтверджують, що мікропластик є значущим чинником антропогенного забруднення прісноводних екосистем, здатним впливати на фізіологічні, поведінкові та екологічні процеси у трофічних ланцюгах. Це підкреслює необхідність системного моніторингу мікропластику та розробки стратегій щодо зменшення його надходження у водойми, а також оцінки ризиків для біорізноманіття та здоров'я людини [12, с. 57].

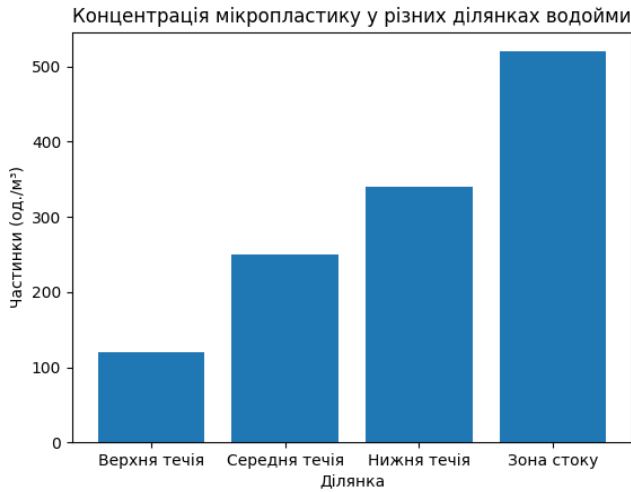


Рис. 1. Концентрація мікропластику у різних ділянках водойми

Графік демонструє розподіл концентрації мікропластику у різних ділянках водойми та відображає чітку тенденцію до її зростання вниз за течією. Найменші значення зафіксовані у верхній течії – близько 120 частинок/м<sup>3</sup>, що свідчить про відносно низький рівень антропогенного впливу на цій ділянці. У середній течії концентрація зростає приблизно до 250 частинок/м<sup>3</sup>, що може бути пов'язано з надходженням забруднювачів із прилеглих територій або населених пунктів. У нижній течії показник досягає вже близько 340 частинок/м<sup>3</sup>, що вказує на накопичення мікропластику в процесі його транспортування водним потоком. Найвищий рівень забруднення спостерігається у зоні стоку – понад 500 частинок/м<sup>3</sup>, що підтверджує значний вплив скидів стічних вод як основного джерела мікропластику. Загалом графік ілюструє поступове накопичення мікропластикових частинок у водній екосистемі та підкреслює ключову роль антропогенних факторів у формуванні цього забруднення.

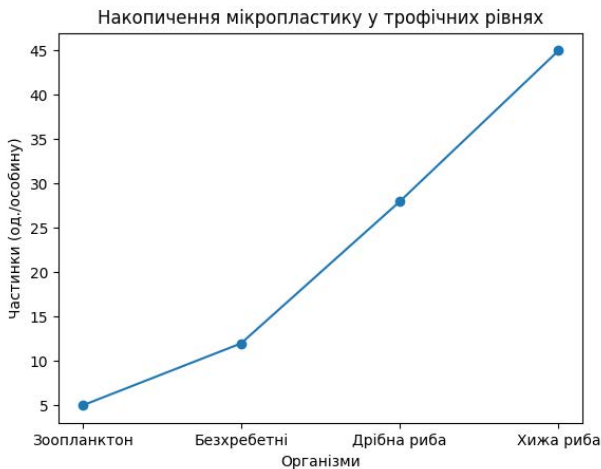


Рис. 2. Накопичення мікропластику у різних трофічних рівнях

Графік ілюструє накопичення мікропластику у різних трофічних рівнях прісноводної екосистеми та демонструє чітку тенденцію до його зростання від нижчих до вищих ланок харчового ланцюга. Найменша кількість частинок спостерігається у зоопланктоні – близько 5 частинок на особину, що пояснюється його положенням на початковому рівні трофічної піраміди. У безхребетних цей показник зростає до приблизно 12 частинок на особину, що свідчить про надходження мікропластику разом із їжею та його поступове накопичення. У дрібної риби концентрація досягає вже близько 28 частинок на особину, що вказує на передачу забруднювача по харчовому ланцюгу. Найвищий рівень накопичення зафіксовано у хижої риби – близько 45 частинок на особину, що є результатом біомагніфікації. Загалом графік підтверджує, що мікропластик здатний передаватися між трофічними рівнями та накопичуватися у вищих організмах, підвищуючи екологічні ризики для всієї екосистеми.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Проведене дослідження підтвердило, що мікропластик є поширеним компонентом прісноводних екосистем і має значний вплив на їхню структуру та функціонування. Основні джерела його надходження – це міські та промислові стоки, поверхневі змиви з аграрних територій, деградація побутового пластику та атмосферні опади. Розповсюдження частинок у водоймах визначається фізико-хімічними властивостями полімерів та гідродинамічними умовами водних систем: легкі полімери утримуються у верхніх шарах води та можуть транспортуватися на великі відстані, тоді як щільні частинки осідають у донних відкладах.

Дослідження впливу мікропластику на трофічні ланцюги показало, що частинки накопичуються у різних організмах – від зоопланктону та безхребетних до риб середнього трофічного рівня. Це спричиняє фізіологічний стрес, зниження фільтраційної активності, репродуктивної здатності та виживаності особин. Мікропластик також може виступати вектором переносу токсичних органічних та неорганічних речовин, що підвищує екологічні ризики для водних організмів і людини. Отримані дані свідчать, що забруднення мікропластиком здатне змінювати структуру харчових ланцюгів і впливати на процеси енергетичного потоку у прісноводних екосистемах.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні просторового та тимчасового масштабу моніторингу мікропластику в прісноводних водоймах, включаючи віддалені та слабо урбанізовані регіони.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білик С. І., Ковальчук О. В. Мікропластик у природних водах: джерела, методи аналізу та оцінювання ризиків: монографія. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 328 с.
2. Гуменюк Л. М., Ткачука Н. П. Забруднення прісних водойм та методи їх очищення: навч. посібник. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2019. – 256 с.
3. Демченко В. І., Савченко І. Є. Екологія прісноводних екосистем: підручник. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 402 с.
4. Задорожний Ю. М., Литвиненко В. О. Антропогенні навантаження на водні ресурси України: монографія. – Одеса: ОНУ імені І. І. Мечникова, 2018. – 296 с.
5. Кравченко А. П. Пластик і довкілля: екоотоксикологія та безпека: навч. посібник. – Житомир: ЖДУ імені Івана Франка, 2022. – 312 с.
6. Кузьменко Т. В., Соловйов Р. В. Гідрохімія прісних водойм: підручник. – Чернівці: ЧНУ імені Юрія Федьковича, 2017. – 384 с.

7. Мельник О. П., Петренко С. В. Глобальні екологічні проблеми: теорія та практика: монографія. – Київ: НАУ, 2023. – 448 с.
8. Олійник Л. І. Методологія та організація моніторингу якості вод: навч. посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 224 с.
9. Павленко І. М., Дорошенко М. А. Морфологічні та фізико-хімічні методи аналізу забруднювачів вод : практикум. – Полтава: ПНПУ, 2021. – 184 с.
10. Петрик В. Г., Якименко І. В. Токсикологія водних екосистем: підручник. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 368 с.
11. Савицький Є. М., Федоренко Л. Ю. Біоаккумуляція та екологічні ризики забруднення: монографія. – Херсон : ХДУ, 2022. – 304 с.
12. Шевченко І. О., Романенко Н. С. Методи екологічних досліджень у гідросфері: навч. посібник. – Дніпро : ДНУ, 2018. – 272 с.

Дата першого надходження статті до видання: 01.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026

---