DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2025.03.041

**Насєдкін Є. І.**[1, 2] 0000-0003-2633-9291 **Гаврилюк Р. Б.**[1, 2] 0000-0002-6465-9440

[1] Інститут геологічних наук Національної академії наук України, Київ
[2] Національний екологічний центр України, Київ

# Виклики у сфері моніторингу седиментів в Україні в контексті євроінтеграційних вимог (на прикладі басейну Дунаю)*

УДК 556.53:504.05:628.1:341.217:911.2(282.243.7)(477)(045)

У публікації розглянуто питання стану та розвитку моніторингу річкових седиментів, зокрема в контексті впровадження Водної рамкової директиви Європейського Союзу. Визначено загальну термінологічну базу відносно їх типів, вимоги щодо контролю якісних та кількісних показників. Проаналізовано особливості функціонування відповідних спостережних систем в Україні на прикладі басейну Дунаю, обговорено шляхи створення необхідних умов для її поліпшення і гармонізації з відповідними європейськими мережами. Окреслено доцільність впровадження комплексних натурних спостережень рухомої складової седиментаційної речовини для формування науково обґрунтованих управлінських рішень щодо покращення екологічного стану водних об'єктів та контролю динаміки седиментів.

***Ключові слова:*** *седименти, Водна рамкова директива ЄС, Дунай, моніторинг, екологічний стан, забруднювальні речовини, річковий басейн.*

## Актуальність теми дослідження

Міжнародний досвід досліджень водних об'єктів свідчить про багаторічну практику залучення спостережень за розподілом речовини седиментаційних потоків (синоніми — седименти, осадова, завислa речовина, зважені наноси тощо) у водному середовищі як елементу оцінки стану довкілля. Наукові роботи у цій сфері спрямовані на визначення якісних та кількісних властивостей речовини, зокрема вмісту органічної складової та мінеральної компоненти, динаміки надходження та транспортування завислих у водній товщі твердих частинок, характеру седиментаційних процесів, їх сезонності, зв'язку з гідродинамікою акваторій. Процеси пересування її в потоці складні й багатофакторні: відбувається агрегація, механічна, хімічна та біологічна трансформація частинок, за певних умов мають місце процеси їх осідання та повторної реседиментації. Оскільки седиментаційна речовина активно задіяна у гідрохімічних процесах, вона також є інформативним показником перебігу та інтенсивності процесів антропогенного впливу на водне середовище ***[1–3]***.

Її склад та вміст у воді впливають на екологічні, гідрохімічні та гідробіологічні показники водойм, стан та властивості донних відкладів на нерестовищах та у водно-болотних угіддях ***[4–5]***. Визнання суттєвої ролі седиментацій-

* Це дослідження є частиною проєкту «SUstainNable DANube black Sea system SUNDANSE», який співфінансується Європейським Союзом. Погляди та думки, висловлені в цій публікації, належать виключно авторам і не обов'язково відображають позицію Європейського Союзу або Європейського виконавчого агентства з питань клімату, інфраструктури та довкілля. Ні Європейський Союз, ні орган, що надав грант, не можуть нести за це відповідальності.

**Цитування:**
Насєдкін Є. І., Гаврилюк Р. Б. Виклики у сфері моніторингу седиментів в Україні в контексті євроінтеграційних вимог (на прикладі басейну Дунаю). *Український географічний журнал.* 2025. № 3 (131). С. 41–50. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2025.03.041

**© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2025.**
Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

ної речовини, зокрема у формуванні річкових екосистем, їх збереженні та сталому функціонуванні, в останні десятиліття почало активно відображатись в низці важливих європейських документів екологічного спрямування, зокрема Водній Рамковій Директиві ЄС (директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради Європейського Союзу про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики від 23.10.2000 р.) (далі — ВРД ЄС) ***[6]***. Це, в свою чергу, обумовило подальшу розробку та впровадження систем моніторингу зважених частинок, що переносяться поверхневими водотоками, як елементу контролю відповідних водних об'єктів при формуванні низки керівних настанов, пропозицій та рекомендацій у сфері сталого розвитку річкових екосистем ***[7–8]***.

## Стан вивчення питання

Як зазначалось, базовим системним документом у сфері моніторингу седиментаційної речовини є ВРД, яка в цілому формує водну політику ЄС. Транспонування цієї директиви є важливою складовою виконання євроінтеграційних зобов'язань України в сфері захисту довкілля. Директива спрямована на узгоджене вирішення завдань з управління водними ресурсами для забезпечення «доброго» екологічного стану кожного водного об'єкта. Директива містить значну кількість додатків, також у рамках виконання ВРД прийнято низку керівних документів (WFD CIS Guidance Document) з питань, присвячених різним аспектам впровадження директиви.

Управління рухомою складовою седиментаційних потоків (наносами та завислими речовинами), як важливою складовою регулювання певних видів господарської діяльності чи утримання природоохоронних територій в належному стані, регулюється також іншими рамковими документами ЄС, зокрема, Директивою про повені (Директива 2007/60/ЄС Європейського парламенту та Ради від 23.10.2007 р. про оцінку і управління ризиками затоплення), Оселищною директивою (Директива Ради 92/43/ЄЕС від 21.05.1992 р. про збереження природних середовищ існування та дикої фауни і флори), Рамковою директивою про морську стратегію ЄС (Директива 2008/56/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 17.06.2008 р. про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища).

Аналіз зазначених документів свідчить про відсутність єдиного підходу та доволі широкий діапазон трактування седиментаційної речовини в термінологічному форматі, починаючи від повсюдної складової природних процесів річкового транспорту осадової речовини, закінчуючи компонентом конкретних географічних об'єктів в межах руслових ділянок та заплав поверхневих водотоків. Як правило, тверда рухома складова водних потоків, що згадується в європейських керівних настановах чи документах рекомендаційного характеру, характеризується в більшості інтегральним терміном «седименти», що означає тверді частинки, які переносяться водними та іншими шляхами, та можуть відкладатися на дні водойм ***[9]***. ВРД, Директиви EQS (2008/105/ЄС) та керівні документи ВРД ЄС визнають загальний термін «седименти» для завислих у водному шарі та осілих в руслі річки, включаючи заплави, частинок. Тобто, термін узагальнює в собі і рухому фазу — речовини що транспортуються потоками, і що перебувають в стані тимчасової чи постійної фіксації на дні в межах динамічних середовищ (зокрема, річок), і складають діапазон розмірності від колоїдів до валунів ***[10]***.

## Методика дослідження

Залежно від гідродинаміки водних об'єктів, зокрема річок, та характеру перенесення частинок,

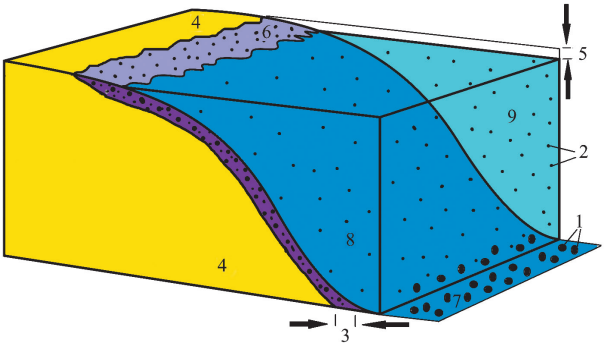


Рис. 1. Розподіл різних типів седиментів в зрізі річкового русла: 1) донні рухомі седименти; 2) завислі рухомі седименти; 3) статичні седименти, що складають верхній шар донних відкладів; 4) материнські породи, в яких пролягає русло водойми; 5) різниця повеневого та меженного вертикальних рівнів води в річці; 6) заплавні седименти; 7) ложе русла; 8) підводний схил; 9) водна товща.

седименти в цілому класифікуються за такими загальними категоріями ***(рис. 1)***:

• завислі седименти (зважені седименти, англійською — suspended particular matter, suspended solids, suspended sediment (SS)), що складаються з дрібних частинок мінеральної та органічної речовини, біогенних неорганічних компонентів і переносяться безпосередньо водними потоками в «тілі» річки. Їхня маса в одиниці об'єму води визначає показник каламутності;

• донні седименти, які перекочуються по дну (stream bottom sediment) — вони складаються з надто великих частинок, щоб бути завислими у потоці води певної швидкості, але не достатньо важких, щоб залишатись нерухомими на дні русла річки. Такі об'єкти переміщуються потоком в придонному шарі вод шляхом перекочування, а також шляхом стрибкоподібного переміщення частинок на відносно короткі відстані під дією несучого середовища (creep, rolling, sliding, saltating). Цей тип відкладів може включати пісок, гравій і навіть валуни в річках з високими швидкостями течій, і як правило асоціюється з терміном «річкові наноси» (bedload transport, bottom material);

• заплавні седименти (floodplain sediment), що виникають відповідно до сезонної динаміки руслових процесів і складають поверхню річкової долини, що лежить вище від меженевого рівня води в річці й періодично затоплюється під час повені.

Ці типи взаємопов'язані, але одночасно відкладаються в різних частинах річкових систем, і вважаються генетично, фізично та хімічно відмінними ***(рис. 1)***.

Виділення типів седиментів за особливостями пересування є певною мірою умовним, бо зі зміною характеристик потоку в залежності від глибини, швидкості течії, донних форм рельєфу тощо постійно відбувається перехід деякої частини придонного потоку, поверхневих донних та заплавних відкладів у завись і навпаки. Рухомі седименти у період зменшення гідродинамічної активності водойми переходять до складу донних відкладів і беруть участь в формуванні поверхні заплавних терас, утворенні руслових акумулятивних форм, які при мінливому гідрологічному режимі залишаються в активному стані. За зміни гідродинамічних умов вони мають здатність переміщатися по руслу залежно від форми рельєфу, будови русла в конкретних створах і варіацій гідравлічних характеристик потоку на різних його ділянках.

Базовим принципом ВРД є визначення району річкового басейну основною гідрографічною одиницею управління водними ресурсами — як цілісного природного гідрографічного об'єкту, який не може обмежуватися адміністративними (державними) кордонами. Відповідно, управління здійснюється на основі «Плану управління річковим басейном» (ПУРБ), що містить аналіз стану басейну та програму заходів для його екологічно збалансованого використання. Як вже зазначалось, зважаючи на природну динаміку седиментів та вплив і взаємодію з багатьма господарськими галузями, що функціонують в межах річкового басейну, ВРД розглядає їх в широкому сприйнятті терміну (завислі речовини, річкові наноси, рухомі відклади заплавних терас, донні осадки, субстрат берегової та руслової частини водних тіл) ***[10–11]***.

Процеси транспортування седиментів та стан субстрату дна визначаються ВРД як важливі складові водних тіл, оскільки вони обумовлюють їхні гідроморфологічні характеристики. Безпосередньо розглядаються питання визначення фізико-хімічних характеристик седиментів; джерел їх надходження та шляхів транспортування; можливі шляхи забруднення; формування систем моніторингу кількісних характеристик та перенесення ними забруднювачів. Впровадження цілісної концепції інтегрованого планування управління седиментами, яка визначає масштаб системи, роль всіх процесів, пов'язаних з ними, і узгоджує їх з цілями екологічної політики та завданнями соціально-економічного формату, вимогами ВРД та інших директив щодо води та біорізноманіття, вважається сучасним ефективним рамковим форматом у цій сфері. Складним і невирішеним в повному обсязі залишається питання уніфікації всіх функцій і властивостей седиментів в межах такого єдиного формату із взаємопов'язаними елементами моніторингу, оцінки і управління, особливо в межах великих транскордонних річкових басейнів. Очевидно, що різні географічні, геологічні, гідрографічні фактори, властиві певним територіям водозбору, визначатимуть конкретні проблеми та заходи з їх вирішення в окремих просторових і часових масштабах. В свою чергу, територіально диференційований

вплив антропогенного фактору додаватиме контрасту в оцінку негативних факторів та механізмів їх мінімізації для окремих ділянок басейну однієї річки. А управлінські заходи з вирішення питань, пов'язаних з седиментами на місцевому рівні можуть виявитися непродуктивним чи навіть шкідливим в разі руйнівного впливу результатів їх впровадження на інші частини водойми.

## Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням наукових результатів

Необхідність впровадження нормативів Водної рамкової директиви Європейського Союзу ставить за мету створення в Україні відповідних спостережних систем, і зокрема — моніторингу річкових седиментів як важливої складової контролю «доброго стану» водних тіл. Шляхи реалізації цього завдання, між іншим, полягають у гармонізації таких систем з відповідними європейськими мережами, аналізі їх ефективності та практичності. Визначення основних функцій седиментів, їх типізація, дослідження впливів на річкові басейни є необхідною умовою створення ефективних спостережних мереж.

Придатність різних типів седиментів (в стані руху чи спокою) для моніторингу гідрологічних та екологічних процесів, що відбуваються у водоймах, є темою обговорення. Наприклад, в екологічному сенсі — визначенні вмісту полютантів — завислі частинки демонструють оперативні дані — нещодавнє забруднення водного шару. Водночас осілі седименти (фактично — верхній шар донних відкладів) фіксують рівні забруднення, що сформувались за певний час, і несуть в собі інтегральну оцінку за більш широкий часовий період. Розмитий в конкретному розумінні термін «седименти» має певні, відмінні між собою групи завислих речовин, що характеризуються різними фізико-хімічними властивостями та видами і масштабами впливу на екосистеми, господарську складову і в цілому на процеси, що відбуваються в річкових басейнах. Один з таких аспектів, до прикладу — їхня гранулометрична характеристика.

Основною загрозою змін природного чи антропогенного характеру, переміщень «руслових» чи «придонних» седиментів, є створення їх надлишку чи дефіциту на певних ділянках водойм (один з елементів змін «гідроморфологічної» складової). Йдеться про утворені шляхом руйнування гірських порід тверді частинки псефітової та псамітової розмірності, переніс яких визначається водними потоками значної швидкості. Їх дефіцит створює загрози для опор і фундаментів гідротехнічних і транспортних споруд на ділянках з активною гідродинамікою, а накопичення з утворенням мілин та кіс в місцях з пасивним гідродинамічним режимом — перешкоди судновим шляхам. Як правило, такі форми завислих речовин (в загальному розумінні терміну) не є потенційними переносниками полютантів, а їх хімічний склад визначається властивостями материнських порід областей мобілізації твердого матеріалу в річковому стоці.

У свою чергу, властивості завислої речовини алевритової, і головним чином пелітової розмірності можуть нести екологічні загрози у зв'язку з можливістю накопичувати на своїй поверхні низку небезпечних елементів чи сполук, і впливають на якість водозаборів, екологічні, гідрологічні та гідробіологічні показники водойм ***[5, 12–15]***. Ця складова — не тільки основний переносник забруднювачів в завислій формі, її концентрація у воді також має безпосередній вплив на функціонування і розвиток низки гідробіонтів в складі річкових екосистем, починаючи з мікрофітів і закінчуючи представниками іхтіофауни. Одночасно, у зв'язку з розмірністю, яка чутлива до гідродинамічних процесів, ці седименти не створюють нових форм рельєфу в межах руслових ділянок, а в більшості виносяться і осідають на площах нижньої течії річок на ділянках з пасивною течією.

Відповідно до ВРД моніторинг саме забруднювачів (hazardous substances, HS) в седиментах має включати відбір проб, хімічні аналізи та оцінку ризику їх накопичення на дні водойм. Стандарти якості навколишнього середовища (EQS) встановлюються згідно переліку пріоритетних речовин ВРД у седиментах, при цьому експертна група має періодично переглядати існуючі методології для формування відповідної глобальної європейської стратегії. EQS визначаються як концентрація конкретного забруднювача або групи забруднюючих речовин у воді, седиментах або біоті, яку не можна перевищувати, зважаючи на захист здоров'я людини та навколишнього середовища.

Вважається, що забруднення може вплинути на хімічний або екологічний потенціал водно-

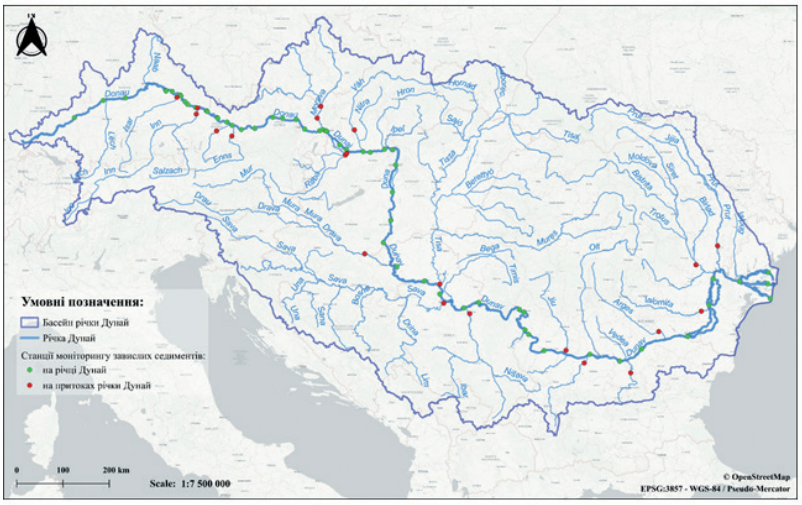


Рис. 2. Розподіл станцій моніторингу завислих седиментів уздовж р. Дунай та її окремих притоках.

го тіла. Хімічний стан оцінюється як поганий, якщо виміряні концентрації одного чи кількох забруднювачів перевищують стандарти якості навколишнього середовища ***[16]***.

Директива 2008/105/ЕС надає державам-членам можливість застосовувати EQS осаду для низки речовин (додаток 1 Директиви 2008/105/ЕС, зі змінами, внесеними Директивою 2013/39/ЄС). Водночас вона не містить конкретних вимог — держави-члени повинні розрахувати EQS для осаду відповідно до методології, описаної в CIS 27, а також проводити аналіз (стаття 3(6) Директиви EQS) довгострокових тенденцій змін концентрацій пріоритетних речовин (частина А додатку I), які мають властивість накопичуватися в седиментах. Екологічний стан можна вважати погіршеним через наявність факторів впливу на біоту — надлишок поживних речовин, нестачу кисню, інше.

Граничні значення QS для седиментів не розроблені в більшості країн, і наразі немає їх відповідних затверджених значень на рівні ЄС. Доступні показники якості на рівні ЄС відносяться тільки до загальних концентрацій у воді розчинених органічних небезпечних речовин та металів. Оцінка якості седиментів має враховувати хімічну взаємодію між ними та водою. Тому, теоретично, при рівновазі сорбції та десорбції HS в системі «зважені частинки — вода», специфічний для полютантів коефіцієнт розподілу можна опосередковано використовувати для оцінки їх концентрації у будь якій із складових водних тіл. Але існує низка додаткових факторів, що унеможливлюють такі прості рішення, зокрема індивідуальні хімічні властивості кожного типу полютантів, зміни вмісту органічного вуглецю (ОВ), що відіграє домінуючу роль у поглинанні забруднювачів, нестабільні концентрації седиментаційних потоків на різних ділянках акваторій, зміни мінерального та гранулометричного складу седиментів.

У процесі впровадження завдань ВРД, зокрема у сфері контролю транспорту седиментів та моніторингу гідроморфологічних характеристик водних тіл, європейськими країнами на різних рівнях та з різним ступенем реалізації впроваджуються відповідні системи моніторингу. Найбільш показовим прикладом можна вважати міжнародне транскордонне співробітництво в межах Дунаю — другої за довжиною і площею басейну річки Європи, що протікає територією 10 держав: Німеччини, Австрії, Словаччини, Угорщини, Хорватії, Сербії, Болгарії, Румунії, Молдови та України, і щорічно виносить в Чорне море близько 120 млн т седиментів і розчинених мінеральних речовин ***[17]***.

Вздовж Дунаю у всіх країнах, через які він протікає, працюють станції спостережень за седиментами ***(рис. 2)***. Основним способом їх моніторингу поки залишаються стандартні процедури з вимірювання кількості завислих частинок (чи донних наносів) в потоці води. Але за останнє десятиріччя країнами басейну було впроваджено низку перспективних проєктів, що стосувались різних аспектів моніторингу седиментів з використанням низки наборів методів, технологій та технічних засобів реалізації таких завдань.

У рамках проєкту «Дослідження та управління наносами на річці Дунай II» (SEDDONII) Програми транскордонного співробітництва, що фінансується Європейським фондом регіонального розвитку (ЄФРР), було проведено

аналіз поточних проблем, пов'язаних з наносами на певних ділянках верхнього та середнього Дунаю ***[18]***. Спрямоване на покращення гідроморфологічного стану річки, завдання включало аналіз подібності та відмінності цих певних ділянок річки, визначення основних процесів, що призводять до проблем з накопиченням чи розмивом наносів, розробку та оптимізацію інженерних заходів, які можуть компенсувати негативний вплив антропогенного тиску вздовж річкової системи.

Посиленню управління наносами на Дунаї було присвячено проєкт "DanubeSediment," що співфінансувався Європейським Союзом ERDF та фондами IPA в рамках Дунайської транснаціональної програми ***[19]***. Результатом спільних досліджень країн басейну стали рекомендації щодо зменшення впливу порушеного балансу наносів на екологічний стан в рамках транснаціонального управління водними ресурсами.

Наймасштабнішим з реалізованих спільних європейських проєктів став «SIMONA» (Система інформації, моніторингу та оцінки якості опадів для підтримки транснаціональної співпраці для спільного управління водними ресурсами басейну Дунаю) ***[20]***, дослідження в рамках якого включали не тільки питання балансу наносів в Дунаї, але й проблему переносу забруднювачів завислими седиментами. Найвагомішим втіленим результатом проєкту слід вважати створену міждержавну базову мережу моніторингу забруднюючих речовин в седиментах з внеском кожної з країн-партнерів «SIMONA» в проведення натурних досліджень та оцінку та порівняння отриманих польових даних у референсній та національних лабораторіях кожної з країн. При цьому роботи, як правило, проводились в межах двох науково обгрунтованих кожною країною локацій (базових станцій загальної мережі моніторингу седиментів) в межах територіальних вод і включали відбір завислих, донних та заплавних типів седиментів.

Під час виконання робіт були обґрунтовані, на основі геологічної, гідрологічної та екологічної інформації місця відбору проб, описані методи відбору натурної речовини та методики вимірів концентрацій забруднювачів у лабораторіях, визначено проблемні питання уніфікації методичної складової. Інтерпретація лабораторних результатів ґрунтувалася головним чином на розробленому в рамках проєкту протоколі оцінки, а для аналізу даних було створено інструмент в програмі Excel, який дозволяє розрахувати коефіцієнт ризику на основі досьє стандартів якості навколишнього середовища (EQS).

У цілому необхідно зазначити, що мобілізація зусиль всіх зацікавлених країн басейну Дунаю та посилення міждержавної співпраці призводять до позитивних трансформацій організаційних, прикладних і нормативно-законодавчих механізмів сфери управління наносами кожної країни–учасниці, а також певних інтеграційних процесів.

В Україні дослідження завислих речовин у системі оцінки санітарно-екологічного стану та гідрохімічного контролю якості поверхневих вод відповідними державними органами обмежується визначенням їх валового вмісту у воді (г/м$^3$). «Порядком здійснення державного моніторингу вод», затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 758 передбачено певні заходи, які стосуються контролю седиментів, також в широкому розумінні цього терміну. Державний моніторинг вод має включати такі складові, пов'язані з розподілом седиментів:

• інформацію про гідроморфологічні показники об'єкту державного моніторингу вод (між іншим — характер русла та структура і субстрат річкового/озерного ложа; структура прибережної зони або озерних берегів);

• скринінґ проб донних відкладів за певні часові проміжки для визначення переліку специфічних синтетичних та несинтетичних забруднюючих речовин;

• інформацію про структуру русла річки, прилеглої частини заплави, об'єм та структуру донних відкладів, прозорість води.

Також при здійсненні державного моніторингу морських вод визначатиметься характеристика донних відкладів, здійснюватиметься їх скринінг для визначення переліку специфічних синтетичних та несинтетичних забруднюючих речовин і кількості сміття та мікропластику.

Слід звернути увагу, що заходи, передбачені вітчизняним форматом моніторингу вод, на сьогодні стосуються фактично тільки осілої складової седиментів, які перебувають в стані відносного спокою на дні водойм — поверхневих донних відкладів.

За офіційними даними, у 2024 р. Басейновим управлінням водних ресурсів (БУВР) річок При-

Рис. 3. Пости спостережень та їхні ідентифікатори в системі державного моніторингу поверхневих вод суббасейну нижнього Дунаю

чорномор'я та нижнього Дунаю здійснювався державний моніторинг поверхневих вод (діагностичний та операційний) суббасейну нижнього Дунаю — 31 пункт спостереження, з них безпосередньо на р. Дунай — 8 пунктів ***(рис. 3)***. До програми моніторингу було включено також пункти спостереження поверхневих вод, забір з яких здійснюється для задоволення питних потреб населення: питний водозабір м. Вилкове; питний водозабір м. Кілія; канал Дунай-Сасик. Щомісячний відбір та виконання досліджень на вміст пріоритетних і специфічних забруднюючих речовин, фізико-хімічні дослідження по питних та транскордонних пунктах здійснюється лабораторією моніторингу вод Південного регіону БУВР річок Причорномор'я та нижнього Дунаю.

Щодо моніторингу гідроморфологічних змін, що вважаються ВРД однією із головних водно-екологічних проблем, в Плані управління річковим басейном Дунаю констатується факт порушення неперервності потоку води та руху наносів низкою гребель та інших поперечних руслу споруд на низці масивів поверхневих вод (МВП) басейну Дунаю, порушення гідравлічного зв'язку між руслами річок та їх заплавами. Гідрологічні зміни у басейні Дунаю вважаються відсутніми, а основними чинниками, які негативно впливають на природну морфологію русел, зазначаються спрямлення, днопоглиблення,

укріплення берегів, розорювання прилеглої до русла частини заплав. Ступінь зміненості МПВ визначається тільки на основі існуючого фактажу — з використанням космічних знімків, топографічних та кадастрових карт.

Завислі речовини та донні наноси згадуються в «Плані управління річковим басейном Дунаю» одноразово в аспекті негативної зміни режиму стоку греблями, де зазначається, що седименти зазвичай накопичуються у верхній частині гідротехнічних споруд, а в нижній, відповідно, спостерігаються процеси ерозії і вимивання.

## Висновки

Очевидно, що організація натурних спостережень за динамікою і складом рухомих седиментів, в основі якої лежить безперервний моніторинг завислих речовин, могла б забезпечити додаткову інформативну складову для державного моніторингу рядом натурних даних для кращого розуміння як екологічних, так і гідроморфологічних проблем української частини нижнього Дунаю. Такі дослідження можуть бути засновані, зокрема, на дослідницьких проєктах наукових установ чи ініціативних програмах громадських об'єднань, а основою для організації моніторингу доцільно використовувати досвід робіт європейських колег на інших, аналогічних за гідрологічними та географічними умовами ділянках річки. Це дозволить в подальшому, в разі позитивного результату експерименту, провести уніфікацію технічної та методичної складових моніторингу та створити розгалужену систему досліджень як складову міжнародного формату.

Цінним може бути досвід Румунії, де науковцями в рамках проєкту «SIMONA» з досліджень розподілу наносів та визначення вмісту полютантів в рухомій складовій седиментів, було проведно польові дослідження (район Сулинського гирла), зокрема визначено вміст забруднювачів в складі всіх категорій седиментів — завислій речовині, донних відкладах та верхньому шарі наносів заплав.

Слід зазначити, що район нижньої течії Дунаю — найоптимальніша ділянка для досліджень виносу та розподілу забруднювачів у водному стоці, і зокрема в завислих седиментах, в контексті впливу не лише на екоситему пониззя Дунаю, але й Чорного моря, де вони представляють собою найбільш дрібнодисперсну фазу завісі в межах всієї руслової частини річкового басейну. Організація ефективного відбору можлива на ділянках з невисокою течією за допомогою визначених ДСТУ ISO 5667-17:2007 типів пасивних пробовідбірників, при цьому можливість створення пунктів безперервного відбору речовини протягом тривалого періоду (рік і більше) дозволяє вивчати не тільки якісні характеристики завісі, але й її кількісні показники. Зокрема це стосуватиметься речовинного та гранулометричного складу рухомих седиментів, інтенсивності вертикальних потоків та перерозподілу їх основних компонентів протягом року, концентрацій та обсягів перенесення різноманітних забруднювачів. Одночасне щомісячне визначення комплексу перелічених показників за тривалий період (більше року), та зв'язку їх з гідрологічними характеристиками річки дозволяє визначити низку взаємозалежностей та дійти певних висновків щодо природних та техногенних факторів формування стоку Дунаю на українській ділянці. Такі дослідження відкриють Україні можливість інтеграції в європейську систему спостережень, посилити міждержавну співпрацю та покращити внутрішні механізми управління седиментами, зокрема на шляху впровадження найкращих практик імплементації ВРД.

### *Література [References]*

**1.** Wijdeveld, A., Lemière, B., Coftier, A. et al. (2024). Beneficial use of sediments, tools, pilot sites and measuring techniques developed and used within seven European Union INTERREG projects. *J Soils Sediments* 24, 3841–3853. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-024-03811-z

**2.** Assessment of river sediment quality according to the eu water framework directive in large river fluvial conditions. a case study in the lower danube river basin. (2023). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences February,* Vol. 18, No. 1, p. 195-211. DOI: https://doi.org/10.26471/cjees/2023/018/251

**3.** Nasiedkin, Ye. I., Havryliuk, R. B., & Ivanova, G. M. (2024). Factor of modern sedimentogenesis in the ecological assessment of the Kakhovka dam disaster. Materials of the All-Ukrainian Conference "From Mineralogy and Geognosy to Geochemistry, Petrology, Geology and Geophysics: fundamental and applied trends of XXI century" (Taras Shevchenko National University of Kyiv, September 25–27, 2024). 115–120.

**4.** Linnik, P. M., Zubenko, I. B. (2000). Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy-metal compounds. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 5: 11–21. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1440-1770.2000.00094.x

**5.** Bilotta, G. S., Brazier, R. E. (2008). Understanding the Influence of Suspended Solids on Water Quality and Aquatic Biota. *Water Research*, 42, 2849-2861. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.03.018.

**6.** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official website of the European Union.* URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060.

**7.** Brils, J. Including sediment in European river basin management plans: Twenty years of work by SedNet. (2020). *Journal of Soils and Sediments* 20, 4229–4237. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-020-02782-1

**8.** Vijdea A., Alexe's V. E., & Balan L. L. (2022). Assessment of the quality of river sediments in baseline national monitoring stations of 12 countries in the danube river basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* Vol. 17, No. 2, p. 425–440; DOI: https://doi.org/10.26471/cjees/2022/017/233

**9.** Dalezios N. R. et al. (2018). Water scarcity management: Part 1: Methodological framework; International Journal of Global Environmental Issues, 17(1):1. DOI: https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2018.090629

**10.** Integrated sediment management Guidelines and good practices in the context of the Water Framework Directive. 226 p. URL: https://environment.ec.europa.eu/system/files/2022-09/CISdocumentsedimentfinalTO_BE_PUBLISHED_1430554724.pdf

**11.** Pilipović, D. T., Bečelić-Tomin, M., Krčmar, D. et al. (2025). Methodological Framework for Sediment Management in Developing Countries: Shifting the Paradigm from Waste to Resource. *Water*, 17(5), 618. DOI: https://doi.org/10.3390/w17050618

**12.** Badgley, B. D. et al. (2011). Quantifying environmental reservoirs of fecal indicator bacteria associated with sediment and submerged aquatic vegetation. *Environmental Microbiology.* Volume 13, Issue 4. 932–942. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2010.02397.x

**13.** Mitropolsky, O. Yu., Nasiedkin, E. I., & Osokina, N. P. (2006). Ecogeochemistry of the Black Sea. *Akademperiodika*, Kyiv,. 279 p. [In Ukrainian]. [ Митропольський О. Ю., Наседкин Є. И., Осокина Н. П. Екогеохімія Чорного моря. К.: Академперіодика, 2006. 279 с. ].

**14.** Ogorodnikov, V. I. (2001) Modern subaquatic sedimentogenesis in intracontinental basins of the humid zone Dissertation for the degree of Doctor of Geological Sciences. K., 341 p. [In Ukrainian]. [ Огородніков В. І. Сучасний субаквальний седиментогенез у внутрішньоконтинентальних басейнах гумідної зони Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук. К., 2001. 341 с. ].

**15.** Reis, A.R., Vieira, B. & Roboredo, M. (2025). Defining the quality of sediment in the context of the WFD monitoring plans: metal enrichment in two catchments from the north of Portugal. *J Soils Sediments*. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-025-03963-6

**16.** Brils J, Maring L (2023) A conceptual model for enabling sustainable management of soil-sediment-water ecosystems in support of European policy. *Aquatic Ecosyst Health Manag* 26(2): 63–79. DOI: https://doi.org/10.14321/aehm.026.02.063.

**17.** Habersack, H., Jäger, E. & Hauer, C. (2013). The status of the Danube River sediment regime and morphology as a basis for future basin management. *International Journal of River Basin Management,* 11(2), 153–166. DOI: https://doi.org/10.1080/15715124.2013.815191

**18.** Sediment Research and Management at the Danube River II. URL: https://environmentalrisks.danube-region.eu/projects/seddon-ii/

**19.** Danube Sediment Management transnational Programme «DanubeSediment». URL: https://environmentalrisks.danube-region.eu/projects/danube-sediment/

**20.** Danube Region Programme "SIMONA." URL: https://dtp.interreg-danube.eu/approved-projects/simona

**Стаття надійшла до редакції 09.04.2025,**
**прийнята до друку 08.07.2025.**

**Nasiedkin, Ye. I.**[1, 2] 0000-0003-2633-9291 **Havryliuk, R. B.**[1, 2] 0000-0002-6465-9440

[1] Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv
[2] National Ecological Centre of Ukraine, Kyiv

# Challenges in the Field of Sediment Monitoring in Ukraine in the Context of European Integration Requirements (Using the Danube Basin as an Example)

UDC 556.53:504.05:628.1:341.217:911.2(282.243.7)(477)(045)

The publication addresses the issue of the state and development of river sediment monitoring, particularly as part of the European Union Water Framework Directive (EU WFD) implementation standards. A general terminological basis for their types, as specified in the relevant EU guidance documents, as well as requirements for controlling their qualitative and quantitative indicators, has been established. The state and development of the relevant observation system in Ukraine is considered using the example of the Danube basin, and ways of creating the necessary conditions for its improvement and harmonization with relevant European networks are discussed. The main threats to the harmonious development and sustainable functioning of transboundary river basins are outlined, associated with the redistribution of sediment runoff volumes in their individual sections and the emission of pollutants in their composition. The feasibility of conducting complex field observations of the mobile component of sedimentary matter to understand the relevant natural and anthropogenic processes, thereby informing scientifically based management decisions to improve the ecological state of water bodies, is substantiated. The study is based on both data obtained during the analysis of the regulatory framework of the EU and Ukraine within the framework of the harmonization and implementation of the WFD requirements and on the results of the most significant projects of the EU Danube countries on sediment management within the Danube basin, which have been implemented over the last decade. Information obtained during the implementation of the initiated continuous monitoring of suspended solids in the lower Danube, as part of the project's tasks, "Innovative sediment management structure (SUstainNable DANube black Sea system (SUNDANSE))," was also included.

***Keywords:*** *sediments, Water framework directive, Danube, monitoring, ecological status, pollutants, river basin.*

**For citation:**
Nasiedkin, Ye. I.,Havryliuk, R. B. Challenges in the Field of Sediment Monitoring in Ukraine in the Context of European Integration Requirements (Using the Danube Basin as an Example). *Ukrainian Geographical Journal.* No. 3(131): 41–50. [In Ukrainian]
DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2025.03.041

**Copyright © 2025** Publishing House *Akademperyodyka* of the National Academy of Sciences of Ukraine.
The article is published under the open access license CC BY-NC-ND license
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/