

УДК 504.45:551.312.3:574.64

Бєдункова О. О., к.с.-г.н., доцент, Глаз С. М., аспірант
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ДОННІ ВІДКЛАДИ ЯК ПОТЕНЦІЙНЕ ДЖЕРЕЛО ВТОРИННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Проведено огляд літературних джерел, які висвітлюють особливості накопичення та розподілу забруднюючих речовин у донних відкладах. З'ясовано, що донні відклади як невід'ємна складова гідроєкосистем можуть використовуватись в якості своєрідного інтегрального показника екологічного стану водойм.

Ключові слова: донні відклади, природні води, хімічні елементи.

Довготривалі перспективи комплексного використання гідроєкосистем вимагають вивчення їх сучасного екологічного стану та оцінку рівнів забруднення, з метою прогнозування якості води. Одним з найбільш об'єктивних і надійних показників стану забруднення водного об'єкта та загального рівня техногенного навантаження на нього є вміст забруднюючих речовин у донних відкладах (ДВ). Вони акумулюють в собі солі винесених поверхневими водами забруднюючих речовин, продуктів вітрової ерозії ґрунтів, важких сполук, що утворюються в приземній атмосфері, а також тверду фазу промислових та побутових стоків [3].

Особливо найчутливішим середовищем для накопичення хімічних елементів є тонкодисперсна алювіальна фракція ДВ, що формується на дні водоймищ і русел річок [1, 2].

Багаточисельні дослідження доводять, що коефіцієнти накопичення деяких металів та високомолекулярних органічних з'єднань у ДВ значно вищі, ніж у товщі води [4, 5, 6].

Таким чином, ДВ є своєрідним "підводним ґрунтом", який визначає особливості екології водних об'єктів. Вони відіграють роль своєрідних "депо", де проходить накопичення як найбільш розповсюджених пріоритетних (нафтопродукти, поліциклічні ароматичні вуглеводи, пестициди, метали), так і специфічних (поліхлорбіфеніли, поліхлорфеноли, поліароматичні з'єднання, сіркоорганічні з'єднання та ін.) забруднюючих речовин [7]. Будь-які зміни антропогенного навантаження тягнуть трансформацію екосистемних зв'язків, що викликає незворотні зміни в будові і складі ДВ. З одного боку, це сприяє самоочищенню водного

середовища, оскільки акумулюються різні екотоксиканти, в тому числі сукупності мікроелементів, з іншого – є джерелом вторинного забруднення водойм і індикатором динаміки антропогенеза, оскільки саме донні відклади відображають зміни в багаторічному надходженні мікроелементів до водних екосистем [8].

Метою даної статі був аналіз вивченості питань особливостей накопичення та розподілу забруднюючих речовин у ДВ водойм, а також виявлення пріоритетних факторів, що впливають на формування хімічного складу донних відкладів.

Численні дослідження доводять, що на розподіл та накопичення забруднюючих елементів у донних відкладах, в першу чергу впливають їх фізико-хімічні характеристики. За даними мінералогічних досліджень в складі донних відкладів виділяються три складові частини: піщана (кварц-польовошпатована), тонкодисперсна (глиняна) і органічна речовина. Перераховані різновидності знаходяться в різних співвідношеннях, що в першу чергу залежить від швидкості потоку, який і визначає умови осадження [9].

Досвід проведення геохімічних робіт і дані про розподіл елементів забруднювачів в різних гранулометричних класах донних відкладів вказують на доцільність опробування дрібних фракцій, потоки розсіяння в яких найбільш і досить контрастні. Так, вивчення донних відкладів р. Дністер показало, що майже всі мікроелементи (Pb, Y, Yb, Ti, Sc, Be, Ni, Cr, Mn, Ba, Ga, V, Co, Sr, Mo, Ag, Zn, La) концентруються переважно у пелітовій фракції (< 0,01 мм) донних відкладів. Винятком є Ge і Cu, концентрація яких підвищена в алевритовій фракції, а також Sn і Zr, концентрації яких приблизно однакові в алевритовій і пелітовій складових. Мікроелементи в пелітовій фракції нагромаджуються глинистими мінералами – гідролуодою (переважно Ag, Ge, Pb), хлоритом (Ga, Cu, Yb, Zr, Sr, Ni, Cr, Ti, Co, Mo, Be, Mn), каолінітом (Zn), змішаношаруватими монтморилоніт-хлоритовими утвореннями (Y) [6].

Відомо, що найсуттєвіший внесок у сорбцію мікроелементів здійснюють глинисті мінерали, особливо дрібнозерниста пелітова фракція. Такі мінерали розглядаються як поліфункціональні сорбенти, у яких одні центри характеризуються іонообмінними властивостями, а інші комплексоутворюючими [7]. Наприклад, найбільш висока концентрація важких металів характерна саме для тонкодисперсної фракції, де вони накопичуються внаслідок присутності акцесорних мінералів, а також сорбції глинистими мінералами [10].

На думку авторів [11], для тонкодисперсних відкладів характерний підвищений вміст органічного вуглецю, крім того саме тонкодисперсні відклади переважно накопичують Ni, Co, V, Ti, Fe, Mn; органічні речо-

вини – Zn и Cu; карбонатні мінерали концентрують Sr та As.

При вивченні формування сучасного еколого-токсикологічного стану водойм київської ділянки Дніпра, було з'ясовано, що накопичення нафтопродуктів донними відкладами відбувається як у піщаній фракції – від 32,175 мг/кг сухої маси до 54,965 мг/кг сухої маси, так і в мулі – від 2757,78 мг/кг сухої маси до 3443,0 мг/кг сухої маси [12]. Аналогічна тенденція була виявлена і при дослідженнях Куйбишевського водосховища, де рівень забруднення донних відкладів нафтопродуктами зростає із вмістом органічної речовини в них, тобто при переході від піску до мулу [13].

Відомі ґрунтовні дослідження, які доводять, що у руслах річок промислово-урбанізованих районів формується новий тип сучасних донних відкладів – техногенні мули, при цьому інтенсивне їх накопичення фіксується безпосередньо нижче скиду стічних вод [14, 15, 16]. Виявлено, що донні відклади утворюють антропогенні потоки розсіяння з різко варіюючим розподілом концентрацій елементів вниз по потоку ріки і відсутністю зональності на значних відстанях [15]. У дослідженнях [16] при розрахунках балансу важких металів було з'ясовано, що частка антропогенної складової в надходженні важких металів на територію басейну р. Рось становить від 1,2% (Zn) до 15,2% (Ni), а з річковим стоком за межі басейну виноситься (у % від надходження): 3,8 – Zn, 6,8 – Cu, 16,8 – Pb, 21,5 – Ni, 54,7 – Mn.

Сучасні дослідження пояснюють механізм сорбції та участі донних відкладень у процесах самоочищення водойм з різними типами живлення. Так, у водоймах з джерельним живленням, донні відклади яких складаються в основному з кам'янистих та піщаних порід з незначним вмістом органічних речовин, самоочищення водних мас від з'єднань важких металів проходить кілька етапів. Процес починається з утворення та седиментації важкорозчинних продуктів хімічної взаємодії солей металів, далі відбуваються окисні процеси для металів з перемінною валентністю, які призводять до переходу розчинних закисних форм у важкорозчинні оксиди. Завершується процес гідролізом, з утворенням важкорозчинних гідроксидів та солей (в основному сульфідів та карбонатів).

У водоймах болотного живлення, навпаки найсуттєвішу роль у зв'язуванні металів відіграють органічні речовини [17]. Як правило, це речовини, які містять активні фенольні та карбоксильні групи; значний внесок у зв'язуванні металів роблять і гумінові кислоти [17, 18].

Зокрема, експериментальні дослідження [18] доводять визначальну роль фульво- та гумінових кислот у процесах міграції іонів важких металів у прісноводних екосистемах. Причому, комплексоутворення з

гуміновими та фульвокислотами є прикладами двох якісно різних процесів: сульфокислоти посилюють міграцію важких металів та зменшують їх токсичність; гумінові кислоти як комплексоутворюючий сорбент, концентрують важкі метали у донних відкладах, також знижуючи їх токсичність.

Про можливість переходу забруднень з донних відкладів у водну масу при впливі різних факторів свідчать результати численних експериментальних спостережень. Доведено, що перехід важких металів з донних відкладень в придонний шар може здійснюватися, як за рахунок взмутьчування донних відкладень, так і за рахунок процесів розчинення і десорбції раніше накопичених в донних відкладеннях елементів [19]. Важливими факторами регуляції вмісту металів у донних відкладах є також рН, дефіцит розчиненого кисню, седиментація розчинених органічних речовин і завислих частинок, життєдіяльність гідробіонтів, атмосферні опади, підземні води та сезон року, зокрема зниженням вмісту Zn у донних відкладах р. Збруч до найнижчого показника було зафіксовано у вересні, надалі спостерігалось деяке підвищення у жовтні-листопаді, зниження у грудні-лютому та зростання у березні; фонові значення у ГДК перевищувались у квітні-травні-червні, відповідно у 4,85, 16,97, 9,32 та 2,29, 8,48 та 4,66 разів [20].

У проведених модельних дослідях [21], дефіцит розчиненого у воді кисню та зниження величини рН води сприяли посиленню процесу міграції молібдену з мулистих донних відкладів, при чому, інтенсивність десорбції зростала зі збільшенням концентрації фульвокислот в експериментальних системах в 1,6, 2,4 і 3,6 разів порівняно із системою, до якої ФК не додавалися.

Аналіз результатів експериментального моделювання процесів десорбції Zn і Pb з донних відкладів, що відбуваються в аеробних та анаеробних умовах у природній воді, доводить, що при наявності гумінових кислот вміст Zn зростає майже в 5-9 разів, а Pb – у 3-4,5 рази [22].

При вивченні закономірностей розподілу Pb і Hg у донних відкладах Таганрозької затоки та південно-східної частини Азовського моря на ділянках антропогенного впливу [23] було з'ясовано, що максимальний вміст Hg приурочено до підвищеної концентрації метану, в той час як для Pb такий зв'язок в донних відкладеннях не відзначався. Це, на думку автора, пояснюється геохімічними особливостями міграції та акумуляції свинцю і ртуті.

Іншими словами, накопичення в ДВ забруднюючих речовин, з одного боку, сприяє самоочищенню водою, з іншого боку викликає небезпеку залпового викиду токсикантів.

Так, при дослідженнях розподілу різних форм важких металів у рі-

чкової воді було з'ясовано, що при забрудненні водотоків NaCl з концентраціями Na від 13 до 390 мг/л призводить до росту хлоридних комплексів важких металів приблизно у 10 разів. Проте, доля даних форм лишається незначною (<5%) і в цілому ніяк не впливає на поведінку металів. При забрудненнях CaCl₂ збільшення концентрації Ca від 23 до 360 мг/л та Mg від 5 до 55 мг/л призводить до перерозподілу форм знаходження металів. Конкуруюча реакція лужноземельних елементів та важких металів з органічною речовиною призводить до зниження частки CuFu р 97 до 77%, PbFu з 28 до 5%, ZnFu р 6 до 1%. Цей процес супроводжується ростом доли вільних іонів Pb²⁺ з 18 до 33%, Zn²⁺ з 74 до 81%, Cu²⁺ з 1 до 9%. Для Pb відмічено також зростання PbCl⁺ (0,4 – 9%). Таким чином, було з'ясовано, що надходження забруднювачів, які містять CaCl₂, може призвести до збільшення у річкової воді токсичних форм металів, при цьому найбільший ефект спостерігається для Pb [24].

Хімічне елементи в донних відкладах в значній мірі знаходяться в рухомій формі і взаємодіють з водною фазою. Вихід металу з водної фази (наприклад, випадіння з розчину в осад) свідчить лише про тимчасове самоочищення водної маси, але не водної системи в цілому. Це підтверджують дослідження [25], в ході яких було помічено, що зменшення вмісту рухомого Fe в донних відкладах збігається з його одночасним збільшенням у воді (травень-червень), а в умовах дефіциту кисню в кінці зими та ранньої весни при зниженні вмісту рухомого Pb в донних відкладах простежувалось одночасне зростання його у воді внаслідок десорбції.

Вивчення форм міграції важких металів у річкових водах басейну р. Сось показує, що частка завислої форми міграції, в середньому за рік складає від 31,5% (Zn) до 71,4% (Fe), сягаючи під час весняного водопілля 90-93%. Крім того, у внутрірічному розподілі вмісту розчинених форм металів найвищі концентрації Cu, Ni, Cd припадають на період весняного водопілля, найменші – на меженні періоди. Для Fe та Mn характерними є значний вплив на міграцію внутрішньоводоймних процесів: автором відмічено прямий зв'язок коливань вмісту розчинених форм міграції Fe, Mn, Zn з коливаннями витрат води та її мутності [26].

Аналіз вмісту металів у донних відкладах р. Чорна виявив високу кореляцію між вмістом розчинних форм металів у воді та вмістом металів у донних відкладеннях (за критерієм Пірсона $r=0,84$), що свідчить про активний перехід металів між обома середовищами [27].

Літогеохімічне опробування донних відкладів дозволяє достатньо оперативно отримати геохімічну інформацію про стан елементарних

ландшафтів, де проходить багаторічна акумуляція хімічних елементів і токсичних сполук - продуктів техногенного та природного походження.

Валовий вміст важких металів дозволяє отримати загальну характеристику елементного фону донних відкладень. Найбільш рухомі форми важких металів, включаючи сорбовані і пов'язані з карбонатами, знаходяться в постійному обміні з придонною водою, здатні вступати в реакції іонного обміну, переходити у водну масу, доступні гідробіонтам. Важкі метали, пов'язані з органічною речовиною і сульфідами здатні чинити не тільки токсичний вплив на гідробіонтів, завдяки значній біологічній доступності, але і вдруге забруднювати придонні води [28].

Якщо валовий вміст хімічних елементів в донних відкладах є кількісною характеристикою, яка визначає участь металів в рівновазі з розчиненою формою, то рухома форма в завислих речовинах донної складової визначає їх участь в динамічній рівновазі між водою і твердою фазою.

В умовах забруднення донних відкладів в порівнянні з фоновими значеннями значно збільшується роль карбонатних (нікель, кобальт), органічних (мідь) і залізо окисних (марганець, хром, молібден) сполук. Встановлено, що 20-50% валового вмісту нікелю, кобальту, міді і марганцю є легко рухомими. Вміст легко рухомих форм в донних відкладах і водній фазі тісно взаємопов'язаний і обумовлений їх водно-фізичними і хімічними характеристиками.

Важливим екологічним аспектом є те, що ДВ є середовищем існування бентосних організмів і субстратом вищої водної рослинності, які є кормовою базою риб. Очевидно, що акумуляція хімічних елементів у ДВ не запобігає надходженню забруднюючих речовин в трофічні ланцюги і, в кінцевому рахунку, впливає на здоров'я людини.

Так, дослідженнями [29] було з'ясовано, що у організмі риб-бентофагів вміст важких металів в органах і тканинах особин був на порядок вищим, ніж у риб-фітофагів. Крім того, було показано, що серед представників вищої водної рослинності, укорінені рослини мали більший коефіцієнт накопичення міді та цинку, порівняно з вільно плаваючими формами.

ДВ, депонуючи забруднюючі речовини, певною мірою знешкоджують їх токсичність, особливо на початкових етапах забруднення; однак буферна здатність відкладень щодо забруднювачів не безмежна, а хімічні реакції і мікробіологічні процеси, які відбуваються в них, сприяють утворенню рухомих і токсичних сполук багатьох забруднювачів навіть при повному припиненні скидання стічних вод у водотоки.

Тож, відклади тривалий час лишаються вторинним джерелом забруднення водної маси, біоти і заплавних ландшафтів. Саме тому, у разі проведення меліоративних днопоглиблювальних робіт у водних об'єктах може виникати проблема утилізації забруднених ДВ.

Таким чином, проведений огляд вивченості ДВ як важливої складової гідроекосистем, дозволяє узагальнити наступне:

- ДВ містять як автохтонні (що утворюються в самих водоймах), так і алохтонні (що надходять ззовні) частки. Автохтонні компоненти включають продукти руйнування (абразії) берегів, елементи, які випадають з розчину, залишки відмерлих гідробіонтів. Алохтонні компоненти приносяться стоком, вітром, можуть надходити в результаті господарської діяльності людини (скидання стічних вод);

- накопичені компоненти активно впливають на формування якості води, причому в разі сильного забруднення ДВ, час їх негативної дії може бути значний навіть при призупиненні впливу джерела забруднення;

- серед головних факторів, що впливають на процеси міграції хімічних елементів в ДВ можна виділити: зміну солоності природних вод, зміни окисно-відновних і лужно-кислотних умов, дію природних і синтетичних комплексних сполук, діяльність мікроорганізмів і донної біоти.

Враховуючи таку широку можливість акумулювати в собі забруднюючі речовини, в тому числі і токсиканти різного походження, вивчення еколого-токсикологічних характеристик ДВ має значну актуальність при оцінках і прогнозах екологічного стану водойм і водотоків, які повинні ґрунтуватись на аналізі просторово-часового розподілу хімічних елементів, вивченні особливостей накопичення токсикантів та дослідженні трансформації з'єднань забруднювачів у донних відкладах.

1. Белоконь В. Н. Содержание тяжелых металлов, органических веществ и соединений биогенных элементов в донных отложениях Дуная / В. Н. Белоконь // Водн. ресурсы. – 1993. – Т. 20. – С. 469–478. 2. Линник П. Н. Донные отложения водоемов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжелых металлов / Линник П. Н. // Гидробиологический журнал. – 1999. – Т. 35. – № 2. – С. 97–107. 3. Фоновое содержание микроэлементов в природных средах (по мировым данным) // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – Вып. 5. – С. 4–30. 4. Еколого-токсикологічне дослідження рівнів забруднення води та донних відкладів р. Нивка в районі аеропорту "Київ" / І. М. Коновець, Л. С. Кіпніс, М. Т. Гончарова, А. Б. Подругіна, Ю. М. Ситник // Рибогосподарська наука України № 2. – 2003. – С. 32–44. 5. Донные отложения водохранилищ и их

влияние на качество воды / А. И. Денисова, В. П. Нахшина, Б. И. Новиков, А. К. Рябов // *Наукова думка*. – К., 1987. – 160 с. **6.** Кошіль Мирослава Богданівна. Донні відклади верхньо-середньої частини р. Дністер (еколого-геохімічний аспект) : дис. ... канд. геол. наук: 04.00.02 / Кошіль Мирослава Богданівна ; НАН України; Національна акціонерна компанія Нафтогаз України. – Львів, 2002. – 248 арк. – Бібліогр.: арк. 219–239. **7.** Ржаницын Н. А. Руслоформирующие процессы рек / Н. А. Ржаницын. – Л. : Гидрометеозиздат, 1985. – 263 с. **8.** Формирование качества поверхностных вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водосборы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). Апатиты / Моисеенко Т. И., Родюшкин И. В., Дувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. – Изд. Кольск.науч.центр, 1996. – 263 с. **9.** Перельман А. И. Геохимия: Учеб. Пособие для геолог. спец. ун-тов / Перельман А. И. – М. : Высш. школа, 1979. – 423 с. **10.** Мур Дж.В. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния / Мур Дж.В., Рамамурти С. – М. : Мир, 1987. – 288 с. **11.** Влияние физико-химических характеристик донных осадков на распределение микроэлементов на примере бухт Севастополя (Черное море) / А. С. Романов, Н. А. Орехова, О. Г. Игнатьева и др. // *Мор. экол. журн.* – 2001. – № 2. – С. 85–90. **12.** Особливості формування сучасного еколого-токсикологічного стану водойм урбанізованих територій та його можливі зміни / О. М. Арсан, Ю. М. Ситник, Л. О. Горбатюк, М. О. Миронюк, О. О. Пасічна, М. О. Платонов, Т. М. Шаповал, І. Г. Кукля // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* – 2010. – № 2 (43). – С. 14–17. **13.** Степанова Н. Ю. Факторы и критерии оценки экологического риска для устойчивого функционирования Куйбышевского водохранилища : автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук, спец. 03.00.16 – экология / Н. Ю. Степанова. – Ульяновск, 2008. – 44 с. **14.** Кужина Г. Ш. Исследование загрязнения тяжелыми металлами донных отложений верхнего течения р. Урал / Кужина Г. Ш., Янтурин С. И. // *Вестник ОГУ № 6 (100)/ июнь 2009.* – С. 582–584. **15.** Ахмятова Г. Г. Антропогенная трансформация состава донных отложений бассейна р. Пахра (Московская область) / Г. Г. Ахмятова // *Метеорология и гидрология.* – 2009. – № 2. – С. 80–88. **16.** Количественная оценка природных и антропогенных факторов, влияющих на поступление тяжелых металлов в речные воды / Осадчий В. И., Пелешенко В. И., Савицкий В. Н., Гребень В. В. // *Труды респ. научн.-практ. конф. "Региональные экологические проблемы и пути их решения"*. – Черкассы, 1990. – С. 51–52. **17.** Отмахов В. И. Методика оценки экологической безопасности водного бассейна по загрязнению водных объектов / В. И. Отмахов // *Известия Томского политехнического университета.* – 2003. – Т. 306. – № 3. – С. 39–41. **18.** Дину М. И. Влияние комплексообразующих способностей гуминовых и фульвокислот с ионами железа (III), железа (II) и цинка (II) на содержание лабильных фракций отдельных металлов // *Материалы III Всероссийской конференции по водной токсикологии, посвященной памяти Б. А. Флерова, «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы», конференции по гидроэкологии «Критерии оценки качества вод и методы нормирования антропогенных нагрузок» и школы-семинара «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных орга-*

низмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки». Часть 1. (Борок, 11-16 ноября 2008 г.). – Борок, 2008. – 160 с. – С. 26–29. **19.** Оценка химико-экологического состояния водоемов по результатам анализа вод и донных отложений / Ларина Н. С., Шелпакова Н. А., Ларин С. И., Дунаева А. П. // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 7 – С. 56–58. **20.** Андрусишин Т. Сезонна динаміка вмісту важких металів у воді та донних відкладах річки Збруч / Т. Андрусишин, В. Грубінко // Вісник Львівського університету. Серія біологічна, 2012. – Випуск 58. – С. 165–174. **21.** Левинский В. В. Закономерности накопления и распределения тяжелых металлов в донных отложениях Верхней Волги. Диссертация на соиск. ... канд. техн. н., спец. 25.00.36 – геоэкология. Тверь, 2002. – 175 с. **22.** Линник П. М. Десорбція молибдену з донних відкладів за впливу різних концентрацій фульвокислот та рочиного у воді кисню / Линник П. М., Ігнатенко І. І. // Наук. праці УкрНДГМІ, 2006. – Вип. 255. – С.104–112. **23.** Зубко О. В. Вплив різних чинників на міграцію Zn та Pb у системі “донні відклади-вода” / Зубко О. В., Линник П. М. ; Наук. праці УкрНДГМІ, 2004. – Вип. 253. – С. 205–218. **24.** Кизицкий Р. М. Эколого-геохимические особенности распределения свинца и ртути в донных отложениях на примере Таганрогского залива и юго-восточной части Азовского моря: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11 / Кизицкий Роман Михайлович. – Ростов-на-Дону, 2000. – 185 с. **25.** Соколова О. В. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование миграции тяжелых металлов в системе "вода – донные отложения" в зоне антропогенного воздействия: дис. ... канд. геолого-минералогических наук: 25.00.09 / Соколова Олеся Владимировна. – Москва, 2008. – 167 с. **26.** Дослідження металів у річках рекреаційних зон (на прикладі р. Чорна, АР Крим) / М. А. Серветник, Ю. Ю. Виставна, О. Є. Клименко, М. І. Клименко // Научно-технический сборник “Комунальное хозяйство городов” № 95. – Харьков : ХНАГХ, 2010. – С. 65–72. **27.** Гребень В. В. Формування стоку важких металів у лісостеповій зоні України (на прикладі басейну р. Рось): дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.07 / Гребень Василь Васильович. – К., 1998. – 213 с. **28.** Минаева О. В. Современные процессы формирования геохимического фона донных отложений залива Петра Великого : автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук . спец. 11.00.11 – охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов / Минаева О. В. – Москва, 1993. – 24 с. **29.** Клименко М. О. Міграція важких металів у водних екосистемах (на прикладі річки Замчисько). Монографія / Клименко М. О., Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2008. – 215 с.

Рецензент: д.с.-г.н, професор Клименко М. О. (НУВГП)

Biedunkova O. A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Hlaz S. M., Post-graduate Student (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

SEDIMENTS AS A POTENTIAL SOURCE OF SURFACE WATERS SECONDARY POLLUTION

A review of the literature covering the features of accumulation and distribution of contaminants in sediments. It was found that the sediment as an integral component of the hydro can be used as a kind of integral indicator of the ecological state of water bodies.

Keywords: sediments, natural water, chemicals elements.

Бедункова О. А., к.с.-х.н., доцент, Глаз С. Н., аспирант
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Проведен обзор литературных источников, освещающих особенности накопления и распределения загрязняющих веществ в донных отложениях. Выяснено, что донные отложения как неотъемлемая составляющая гидроэкосистем могут использоваться в качестве своеобразного интегрального показателя экологического состояния водоемов.

Ключевые слова: донные отложения, природные воды, химические элементы.
