

Висновки

У формуванні динаміки вод у Дністровському водосховищі основну роль відіграють стокові та вітрові течії. Співвідношення їх дії в залежності від гідрометеорологічних умов постійно змінюється. Вітрові течії, як правило, ускладнюють загальну систему повздовжнього перемішування водних мас, що має суттєве значення для функціонування екосистеми водосховища.

1. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко – К. : Наук. думка, 2006. – 384 с.
2. Фельзенбаум А.И. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений / А.И. Фельзенбаум. – М. : Изд-во Академии наук СССР, 1960. – 126, [1] с.
3. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А.И. Денисова, В.М. Тимченко, Е.П. Нахшина [и др.]; Отв. ред. М.А. Шевченко]. – К. : Наук. думка, 1989. – 210 с.
4. Тимченко В.М. Опыт применения метода полных потоков при моделировании циркуляций вод во внутренних водоемах / В.М. Тимченко, С.С. Дубняк, О.В. Тимченко // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей : VI Всерос. конф., Москва, 22–26 ноября 2004: тез. докл. – М., 2004. – С. 98–100.
5. Тимченко В.М. Циркуляція вод в Саськом водохранилищі / В.М. Тимченко, А.С. Литвинов, М.П. Колесник [и др.] // Гидробиол. журн. – 1988. – Т. 24, № 4. – С. 67–73.
6. Тимченко В.М. Гидрологические условия миграции радионуклидов по каскаду днепровских водохранилищ / Тимченко В.М., Новиков Б.И. // Водные ресурсы. – 1992. – № 1. – С. 95–102.
7. Тимченко В.М. Моделирование течений в водоемах Украины при экологических исследований / В.М. Тимченко, С.С. Дубняк, О.В. Тимченко // Наук. записки Тернопі. нац. пед. ун-ту. Спец. випуск «Гідроекологія». – 2005. – № 3 (26). – С.432–433.
8. Тимченко В.М. Застосування моделювання динаміки вод при розробці способів поліпшення кисневого режиму каскадних водосховищ / Тимченко В.М., Тимченко О.В. // Природничий альманах. Сер: Біол. науки. – Вип. 8.– Херсон, 2006. – С. 234–251.

О.А. Гуляева

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ТЕЧЕНИЯ В ДНЕСТРОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ: ИТОГИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

С помощью метода полных потоков проанализирован режим течений приплотинного участка Днестровского водохранилища. Построены циркуляционные схемы и рассчитаны скорости течений при разных гидрометеорологических условиях. Установлено, что ветровые течения играют важную роль в функционировании экосистемы водохранилища.

Ключевые слова: моделирование, режим течения, Днестровское водохранилище

Нulyaeva O.A.

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

THE CURRENT OF THE DNIESTER RESERVOIR: RESULTS OF MODELING.

Employing the complete flow method the current regime of the lower part of the Dniester reservoir has been analyzed. The circulation schemes have been made and the current velocities have been calculated under different hydro meteorological conditions. The result showed that the wind currents play the important role in functioning of reservoir ecosystem.

Key words: modeling, current regime, the Dniester reservoir

УДК 574.57+547.64

Г.Б. ГУМЕНЮК

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль 46027, Україна

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ
МЕТАЛІВ У ГІДРОЕКОСИСТЕМАХ РІЗНОГО ТИПУ**

Ключові слова: важкі метали, гідроекосистема, естуарій, донні відклади, валові форми, розчинні форми

У зв'язку з погіршенням екологічної ситуації в Україні великого значення набувають дослідження взаємозв'язку між накопиченням, розподілом та екологічним впливом важких металів на екосистеми. Вміст та особливості нагромадження важких металів між основними складовими

трофічного ланцюга гідроєкосистем та можливості перерозподілу цих металів у компонентах водної екосистеми вивчені недостатньо. Одним з найпростішим й адекватним математичним методом опису екологічних процесів і явищ у екосистемах різної складності є метод камерних моделей [7].

Зокрема, для міграції та перерозподілу важких металів використовують стаціонарні і динамічні камерні моделі. Такі дослідження можуть мати як загальнотеоретичне, так і практичне значення для розробки засобів екологічного моніторингу прісних водойм.

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження ми використали 2 водойми, що відрізняються гідрогеологічними, гідрологічними та характеристиками.

Проби води відбирали з поверхневого горизонту ставу, а проби прибережного мулу - на глибині близько 50 см. Спалювання та підготовку для аналізу зразків прибережного мулу здійснювали за методикою Мур Дж. В., Рамамурті С. [7], як описано нами раніше [5]. Вміст важких металів визначали методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 при відповідних довжинах хвиль. Вміст металів виражали в мг на 1 дм³ води або 1 кг сухої маси досліджуваних зразків.

Результати досліджень та їх обговорення

Характер трансформаційних процесів важких металів у складі водних екосистем о. Пісочне

Розподіл важких металів у воді. Концентрація у воді озера перевищувала фонові значення у нікелю (березень-квітень – у 7, травень – у 14 разів), кобальту (березень – 3 рази) та кадмію (від 20 до 40 разів) (рис.1). Такі значні кількості важких металів потрапляють у зону рекреації та відпочинку при східному (атлантичному) переносі повітряних мас з Катовіце-Краківського металургійного та вугільно-добувного комплексу (Польща) [5].

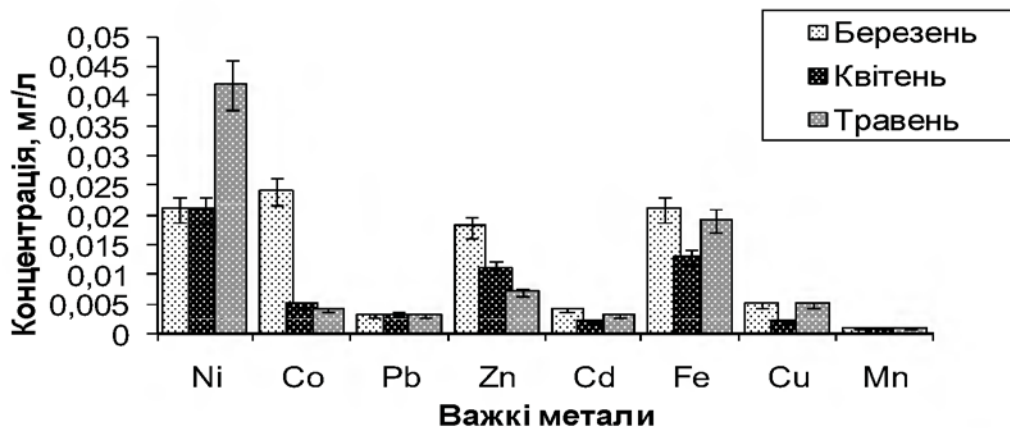


Рис. 1. Вміст важких металів у воді озера Пісочне (M±m, n=3)

Таблиця 1

Стандартні фонові значення концентрацій металів для певних складових водного середовища [9, 10]

Метали	Складові водного середовища (мг/кг, мг/дм ³)	
	вода	Донні відклади
Cu	0,002	20
Co	0,008	1,8
Cd	0,0001	0,1
Pb	0,003	50
Ni	0,003	50
Fe	0,1	1700
Mn	0,1	1500
Zn	0,015	50

ПРИСНОВОДНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

Якість води озера Пісочного віднесено до IV категорії (задовільна).

Розподіл важких металів у донних відкладах. Відомо, що донні відклади є так званим депо ВМ у водоймі, особливо багато металів накопичується у гідроекосистемах замкнутого типу та у слабопротічних водоймах, до яких відноситься озеро Пісочне, повний водообмін якого відбувається приблизно один раз на 9 років. Гідроекосистеми такого типу є дуже чутливими до токсикантів, включно ВМ, що не піддаються деструкції, а лише переходять з однієї форми в іншу, накопичуючись у ДВ. Можна припустити, що відбулося вторинне забруднення водойми під час льодоставу в результаті дефіциту розчиненого кисню, та в результаті процесів метилювання (свинець). Метали, що надійшли у товщу води, мігрують у складі завислих речовин алохтонного походження, які надходять у водойму з поверхневим стоком з заболочених територій, що характерно для Шацького національного природного парку (табл. 2).

Для кожного з досліджуваних металів розраховано коефіцієнт концентрації (К_c), який відображає перевищення фонових показників вмісту ВМ у донних відкладах [2].

Таблиця 2

Концентрація валових та рухомих форм важких металів у донних відкладах о. Пісочне (M±m, n=3)

Метал	Березень			Квітень			Травень		
	Валова форма (мг)/ рухома форма (мг)	Частка рухомої форми від валової, %	К _c	Валова форма (мг)/ рухома форма (мг)	Частка рухомої форми від валової, %	К _c	Валова форма (мг)/ рухома форма (мг)	Частка рухомої форми від валової, %	К _c
<i>Ni</i>	$\frac{5,86 \pm 0,28}{5,1 \pm 0,22}$	87,03	0,1	$\frac{25,6 \pm 0,7}{17,01 \pm 0,5}$	66,4	0,5	$\frac{15,98 \pm 0,46}{12,34 \pm 1,22}$	77,2	0,3
<i>Co</i>	$\frac{2,65 \pm 0,24}{2,07 \pm 0,49}$	78,1	1,5	$\frac{3,83 \pm 0,03}{3,19 \pm 0,24}$	83,3	2,1	$\frac{2,96 \pm 0,3}{2,27 \pm 0,114}$	76,7	1,6
<i>Pb</i>	$\frac{4,4 \pm 0,33}{0 \pm 0}$	0	0,1	$\frac{5,55 \pm 1,7}{0 \pm 0}$	0	0,1	$\frac{3,713 \pm 1,26}{0,05 \pm 0,003}$	1,35	0,1
<i>Zn</i>	$\frac{92,92 \pm 1,9}{87,07 \pm 0,19}$	93,7	1,9	$\frac{333 \pm 63,5}{63,85 \pm 11,1}$	19,2	6,7	$\frac{85,6 \pm 2,34}{70,72 \pm 3,02}$	82,6	1,7
<i>Cd</i>	$\frac{0,001 \pm 0,00}{3}{0 \pm 0}$	0	00,0 1	$\frac{0,98 \pm 0,07}{0 \pm 0}$	0	9,8	$\frac{1,04 \pm 0,21}{0,005 \pm 0,000}{3}$	0,48	10,4
<i>Fe</i>	$\frac{3417 \pm 268}{2237 \pm 403}$	65,5	2,01	$\frac{5547 \pm 233}{3166 \pm 509,9}$	57,1	3,3	$\frac{6485 \pm 147}{3824 \pm 745}$	58,97	3,8
<i>Cu</i>	$\frac{4,31 \pm 0,38}{1,7 \pm 0,3}$	39,4	0,2	$\frac{2,86 \pm 0,12}{1,88 \pm 0,2}$	65,7	0,1	$\frac{3,91 \pm 0,13}{2,14 \pm 0,35}$	54,7	0,2
<i>Mn</i>	$\frac{7,93 \pm 1,17}{4,45 \pm 0,16}$	56,1	0,01	$\frac{14,9 \pm 1,77}{2,44 \pm 0,74}$	16,4	0,01	$\frac{14,89 \pm 0,24}{2,15 \pm 0,1}$	14,4	0,01

Загальновідомо, що піщані ґрунти поступаються сорбційною здатністю глинистим відкладам, тому у озері Пісочному спостерігається підвищений коефіцієнт концентрації лише у цинку (квітень), кадмію (квітень-травень) та заліза. Невисокий відсоток комплексоутворення пояснюється незначним водневим показником, особливо у травні (березень – 7,7; квітень – 8,7; травень – 7, 1).

Кобальт, цинк та мідь, концентрація яких перевищувала фонові значення, накопичуються у ДВ та використовуються донною біотою як біогенні елементи. Високі концентрації міді пов'язують з відкриттям великого родовища самородної міді на Волині. Тобто в даному регіоні мідь є у великих кількостях і вона за певних умов постійно надходить та накопичується в придонних шарах води та ДВ о. Пісочне.

Залізо у великій кількості міститься у ДВ озера, що пов'язано з розміщенням великої кількості боліт на його водозбірній площі. З огляду на низький відсоток кадмію у рухомій формі, він розміщений у літогенній фракції мулу і міцно зв'язаний з його твердими речовинами.

Результати дослідження свідчать про високий відсоток рухомих форм деяких металів, що пояснюється невисокою мутністю води у слабопротічних водоймах, тому 90% важких металів мігрує у розчинному стані [6].

Севастопольська бухта.

Розподіл важких металів у воді. На діаграмі (рис. 2) вказано показники вмісту ВМ у воді бухти. Концентрація нікелю значно перевищувала фонові значення (приблизно у 18 разів), кобальту – у 70, свинцю – у 57 (березень), цинку – у 10 (березень), заліза – у 7 разів відповідно. Щодо міді, то перевищення фону коливалося від 25 до 10 разів у різні місяці весни. Особливо помітним є підвищений вміст кадмію у весняні місяці, який перевищував фонові показники приблизно у 390 разів (табл.1) У марганцю спостерігається лише дворазове перевищення фону.

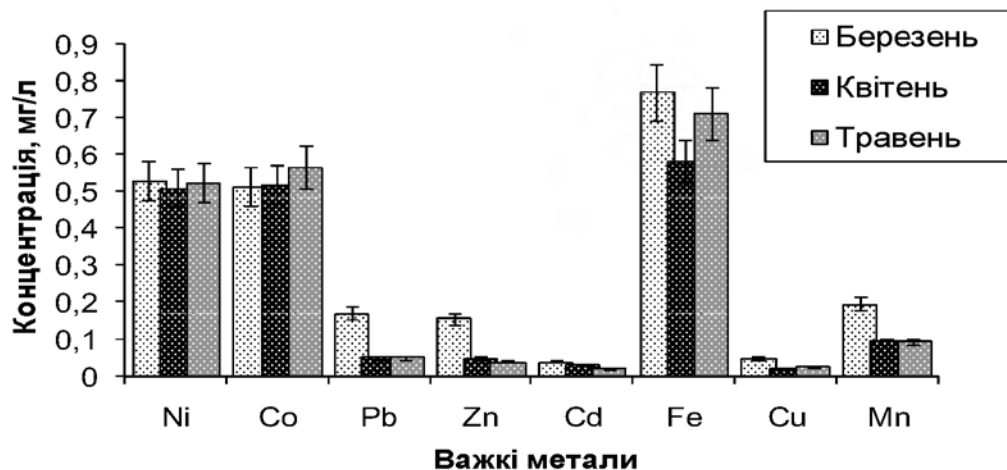


Рис. 2. Вміст важких металів у воді Севастопольської бухти ($M \pm m$, $n=3$)

Максимальні показники вмісту завислих речовин приурочені до верхів'я Севастопольської бухти ($1,5-14,6 \text{ мг/дм}^3$) і зумовлені впливом стоку р. Чорної [8], поблизу гирла якої були розміщені станції відбору проб. Тому велика кількість виявлених ВМ знаходиться у складі завислих речовин. Це припущення підтверджує специфічний тип донних відкладів, який охарактеризований вище.

Значення рН ($7,5-8,4$) сприяє комплексоутворенню нікелю, міді та кобальту з наявними завислими та органічними речовинами, які продукує водна біота. Для кадмію порівняно з іншими досліджуваними металами відома нижча комплексоутворююча здатність та слабка стійкість його комплексів з гуміновими і фульвокислотами, а також іншими органічними сполуками природних вод [4]. Це частково пояснює значний вміст його у воді, але основною причиною цього є високе антропогенне навантаження на гідроecosистему.

Значний вміст цинку пов'язаний з наявністю у бухті стоянок та ремонту і фарбування суден. Фарба та покриття для корпусів суден містить у великій кількості цинк, що є антикорозійним компонентом [8]. Поряд з цим свинець також використовується як складова фарб та як корабельний баласт [7], не враховуючи надходження цього токсиканта з вихлопних труб транспортних засобів.

Розподіл марганцю обумовлює специфіка міграції та седиментації. Провідну роль в його розподілі відіграють внутрішньоводні процеси. Севастопольська бухта є гідроecosистемою естуарного типу. У процесі взаємодії розпріснених вод, які сформувалися в бухті (солоність $16 - 17,5 \text{ ‰}$) з більш солоними водами відкритої частини Чорного моря, значна частина марганцю випадає в осад [8]. Це явище є причиною низького вмісту його у воді бухти. Якість води Севастопольської бухти відносять до VI-VII категорій (погана, а за деякими показниками, дуже погана).

Розподіл важких металів у донних відкладах. Для донних відкладів Севастопольської бухти характерний значний вміст тонко дисперсних часток з підвищеним вмістом органічних речовин (ОР). Фракція ОР метастабільна та володіє підвищеною рухомістю, тому при зміні гідродинамічних умов може переходити у вигляді завислих речовин в воду [8], що може бути причиною невеликого перевищення порівняно з перевищенням фонових показників у воді (табл.1) вмісту деяких ВМ у мулі (табл.3).

Вміст валових та рухомих форм важких металів у донних відкладах Севастопольської бухти

Метал	Березень			Квітень			Травень		
	Валова форма (мг)/ рухома форма (мг)	Частка рухомої форми від валової, %	КС	Валова форма (мг)/ рухома форма (мг)	Частка рухомої форми від валової, %	КС	Валова форма (мг)/ рухома форма (мг)	Частка рухомої форми від валової, %	КС
Ni	$\frac{118,25 \pm 11,3}{13,71 \pm 0,93}$	11,6	2,4	$\frac{61,58 \pm 8,11}{37,24 \pm 3,97}$	60,5	1,2	$\frac{45,09 \pm 4,24}{33,22 \pm 1,5}$	73,7	0,9
Co	$\frac{34,08 \pm 3,36}{8,16 \pm 0,66}$	23,9	18,9	$\frac{13,04 \pm 1,05}{9,238 \pm 0,35}$	70,8	7,2	$\frac{14,44 \pm 0,33}{12,29 \pm 0,38}$	85,1	8,02
Pb	$\frac{43,84 \pm 1,88}{39,38 \pm 2,98}$	89,8	0,9	$\frac{49,9 \pm 4,98}{16,84 \pm 0,96}$	33,7	1	$\frac{25,8 \pm 3,76}{17,96 \pm 2,82}$	69,6	0,5
Zn	$\frac{151,57 \pm 2,69}{141,95 \pm 3,33}$	93,7	3,03	$\frac{191,02 \pm 6,29}{169,17 \pm 4,01}$	88,6	3,8	$\frac{153,3 \pm 2,3}{116,9 \pm 8,68}$	76,3	3,07
Cd	$\frac{0,864 \pm 0,07}{0,164 \pm 0,03}$	19	8,6	$\frac{1,628 \pm 0,18}{0,005 \pm 0,0003}$	0,3	16,3	$\frac{0,187 \pm 0,07}{0,005 \pm 0,0003}$	2,7	1,9
Fe	$\frac{34640 \pm 1128}{12960 \pm 547}$	37,4	20,4	$\frac{24737 \pm 903}{7547 \pm 1964}$	30,5	14,6	$\frac{52085 \pm 13594}{12727 \pm 1123}$	24,4	30,6
Cu	$\frac{40,27 \pm 3,04}{34,84 \pm 4,08}$	86,5	2,01	$\frac{47,189 \pm 3,6}{43,03 \pm 3,13}$	91,2	2,4	$\frac{43,77 \pm 3,18}{29,9 \pm 0,88}$	68,3	2,2
Mn	$\frac{797,6 \pm 97,98}{494,24 \pm 56,6}$	62	0,5	$\frac{340,67 \pm 79,9}{39,05 \pm 13,5}$	11,5	0,2	$\frac{542,3 \pm 128,86}{195,21 \pm 59,06}$	36	0,4

Вміст важких металів у раковині молюска *Nassarius reticulates*. Існують певні закономірності у характері накопичення сполук важких металів організмами, особливості харчування яких пов'язані з фільтрацією значних обсягів води. Зокрема, для дослідження було вибрано найбільш поширений вид молюсків у Севастопольській бухті *Nassarius reticulates*. Проаналізувавши дані про вміст важких металів у раковині молюска можна стверджувати, що їх концентрація напряму залежить від концентрації ВМ у воді та донних відкладах. Оскільки молюск *Nassarius reticulates* є організмом, специфіка живлення якого передбачає фільтрацію води, то дані про накопичення ВМ у його раковині протягом сезону будуть складатися у цілісну картину. Аналіз отриманих результатів підтвердив попередні дані про певні закономірності в характері накопичення сполук важких металів молюсками. Накопичення сполук важких металів відбувається в кількостях, що перевищують їх вміст у воді [5].

Вміст міді в організмі молюсків має тенденцію до зменшення в раковинах, але значно перевищуючи ГДК (табл. 4–6). Значне поглинання міді бентальними організмами пов'язане з явищем так званого, вторинного забруднення, що особливо характерно у весняно-літній період. При оцінюванні токсичності міді для безхребетних слід враховувати, що вона значною мірою залежить від твердості води. Вміст у воді органічних сполук зменшує токсичний вплив міді [1]. Залізо найбільше накопичуються в раковинах (табл. 4–6). Найбільш токсичні метали – кадмій та свинець – не виявлені. Вміст нікелю, кобальту, цинку у раковині молюска знижується в квітні і зростає в травні. Спостерігається незначне зменшення вмісту даних металів з віком молюсків, що очевидно, пояснюється більш активним обміном речовин у молодих особин, в результаті чого поглинання нікелю зростає (табл. 4–6)

Сполуки марганцю здатні накопичуватись у донних відкладах в кількостях, що на кілька порядків перевищують їх вміст в ґрунтах. Акумуляція в донних відкладах та рухливість сполук марганцю створюють передумови для вторинного забруднення водойм та накопичення металу в організмах фільтраторів в індикаторних кількостях [3]. Вміст марганцю у раковині молюска зростає протягом весняного сезону (табл. 4–6)

Всі вище наведені концентрації ВМ переважають санітарно – гігієнічні ГДК в десятки разів. Це зумовлено високим забрудненням Севастопольської бухти .

Таблиця 4

Розподіл важких металів у раковині молюска *Nassarius reticulatus* у березні (мг/кг)

Метали	Концентрація в молосках, мг/кг	КП	КН	ГДК санітарно - гігієнічне	ГДК фонове
Ni	14,38	0,1216	27,13	0,3	0
Co	11,56	0,3392	22,49	0,5	0,01
Pb	0	0,0000	0,00	0,01	0,001
Zn	89,4	0,5898	576,77	1	0,01
Cd	0	0,0000	0,00	0,00001	0,0005
Fe	6420	0,1853	8348,50	0,3	0,1
Cu	10,32	0,2563	210,61	1	0,0001
Mn	288	0,3611	1469,39	0,1	0,01

Таблиця 5

Розподіл важких металів у раковині молюска *Nassarius reticulatus* у квітні (мг/кг)

Метали	Концентрація в молосках, мг/кг	КП	КП	ГДК санітарно - гігієнічне	ГДК фонове
Ni	14,38	0,1216	27,13	0,3	0
Co	11,56	0,3392	22,49	0,5	0,01
Pb	0	0,0000	0,00	0,01	0,001
Zn	89,4	0,5898	576,77	1	0,01
Cd	0	0,0000	0,00	0,00001	0,0005
Fe	6420	0,1853	8348,50	0,3	0,1
Cu	10,32	0,2563	210,61	1	0,0001
Mn	288	0,3611	1469,39	0,1	0,01

Таблиця 6

Розподіл важких металів у раковині молюска *Nassarius reticulatus* у травні (мг/кг)

Метали	Концентрація в молосках, мг/кг	КП	КН	ГДК санітарно - гігієнічне	ГДК фонове
Ni	11,74	0,1906	22,97	0,3	0
Co	9,248	0,7092	17,82	0,5	0,01
Pb	0	0,0000	0,00	0,01	0,001
Zn	79,84	0,4180	1698,72	1	0,01
Cd	0	0,0000	0,00	0,00001	0,0005
Fe	2739,2	0,1107	4698,46	0,3	0,1
Cu	4,16	0,0882	198,10	1	0,0001
Mn	257,44	0,7557	2768,17	0,1	0,01

Характеризуючи дані, наведені в табл. 4–6, можна сказати, що молоски *Nassarius reticulatus* навесні за показником коефіцієнта накопичення та переходу є деконцентраторами. Це можна пояснити тим, що молоді особини накопичують важкі метали в значно меншій кількості, ніж дорослі.

Моделі формування співвідношення вмісту цинку в компонентах Севастопольської бухти

Як зазначалося, стаціонарні камерні моделі будують на основі постулату про наявність сталої статичної рівноваги в системі: екосистема – організм – середовище. Динаміка вмісту подібна з блок-схемою стаціонарної камерної моделі свинцю в модельній гідроекосистемі. Зокрема, найвищі коефіцієнти накопичення цинку виявлені у донних відкладах 3930,77 (рис.3), оскільки речовини цієї складової гідроекосистеми володіють значною комплексоутворюючою здатністю і є депо для

забруднюючих речовин. Коефіцієнт накопичення у молюсках *Nassarius reticulates* становить 2794,36.

Як зазначалося, для багатьох безхребетних поглинання і виведення свинцю з організму знаходиться в прямій залежності від концентрації свинцю як в донних відкладах, так і у воді (в нашому випадку у воді). Щодо КП, то у молюсках він становить 0,7109. Молюски по відношенню до води та донних відкладів є деконцентраторами ($KП < 1$, $KН < 10000$). Пояснити різкі перепади КН та КП непросто. Ймовірно це пов'язано з хімічним складом води в період досліджень. Однак всі досліджені водойми відрізняються між собою по площі, за температурою води, швидкістю течії, глибиною, солоністю, періодом водообміну, складом біоти, кількістю забруднюючих речовин, параметрами водневого показника та по інших характеристиках. При такій кількості факторів виділити найсуттєвіші надзвичайно складно, навіть коли відомі кількісні характеристики таких факторів.

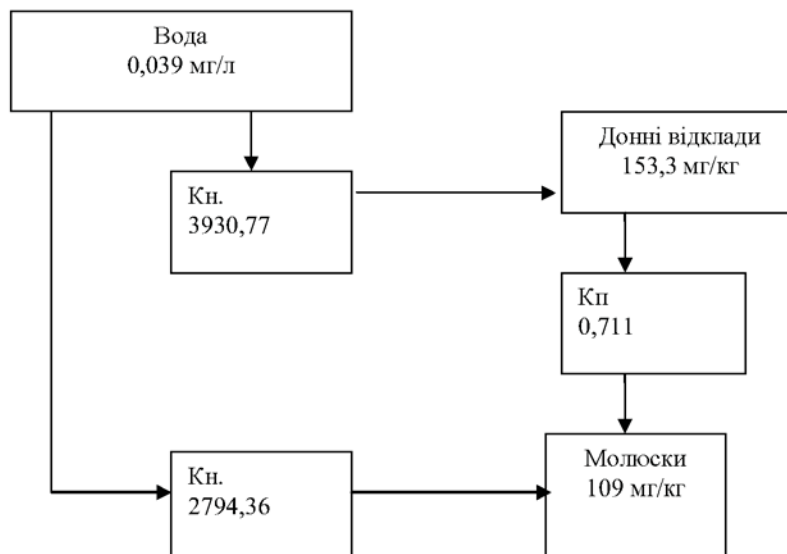


Рис. 3. Блок-схема стаціонарної камерної моделі міграції цинку в компонентах екосистеми Севастопольської бухти у травні

Особливості розподілу валових та рухомих форм важких металів у складі донних відкладів водних екосистем

Розподіл валових і рухомих форм важких металів у водоймах різного типу однаковий (рис. 4). Припускаємо, що перерозподіл форм ВМ не залежить від типу водойми та донних відкладів, а від властивостей самого металу, гідрохімічних, біологічних процесів, що відбуваються у водоймі та сезонності.

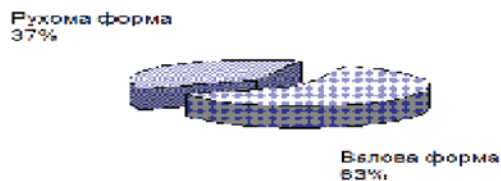


Рис. 4. Розподіл валових і рухомих форм ВМ у донних відкладах Севастопольської бухти та о. Пісочне навесні

Проаналізувавши розподіл валових і рухомих форм донних відкладів абіогенних (кадмій, нікель, свинець) та біогенних (мідь, кобальт, цинк, залізо та марганець) металів Севастопольської бухти та озера Пісочного, можна виявити певні закономірності. Зокрема, відсоткове співвідношення рухомих форм донних відкладів біогенних металів, незалежно від типу водойми, плавно зменшувалось від березня до травня (рис. 6, 8, 10, 12, 14, 16), а співвідношення валових форм зросло. Це можна пояснити тим, що біогенні метали, знаходячись у рухомих формі активно

використовуються водними організмами. Власне навесні відбувається активна вегетація макрофітів, ріст і розвиток водних організмів.

Перерозподіл рухомих та валових форм донних відкладів абіогенних металів був абсолютно протилежним (рис. 7, 9, 11, 13, 15) Зокрема, співвідношення рухомих форм зростало, а валових зменшувалося, оскільки абіогенні метали не використовуються водними організмами для життєдіяльності.

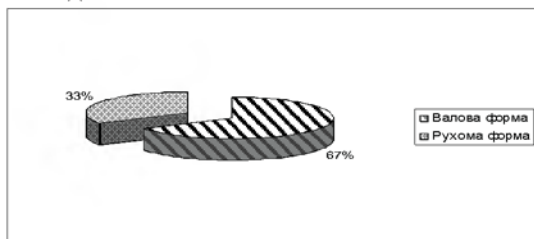


Рис. 5. Розподіл валових і рухомих форм абіогенних металів (Ni, Cd, Pb) у донних відкладах о. Пісочне у березні

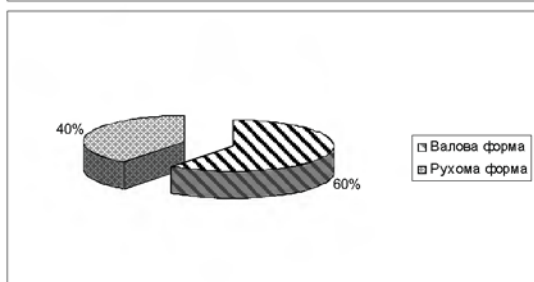


Рис. 6. Розподіл валових і рухомих форм біогенних металів (Co, Cu, Mn, Zn, Fe) у донних відкладах о. Пісочне у березні

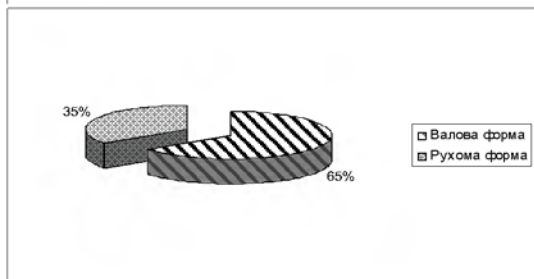


Рис. 7. Розподіл валових і рухомих форм абіогенних металів (Ni, Cd, Pb) у донних відкладах о. Пісочне у квітні

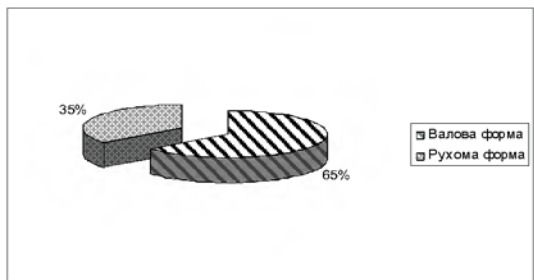


Рис. 8. Розподіл валових і рухомих форм біогенних металів (Co, Cu, Mn, Zn, Fe) у донних відкладах о. Пісочне у квітні

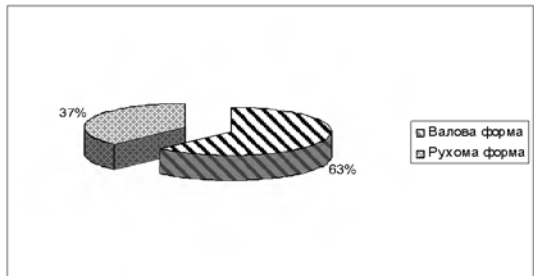


Рис. 9. Розподіл валових і рухомих форм абіогенних металів (Ni, Cd, Pb) у донних відкладах о. Пісочне у травні

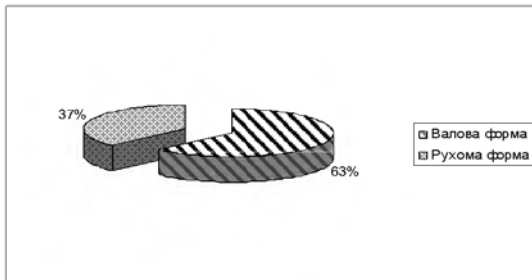


Рис. 10. Розподіл валових і рухомих форм біогенних металів (Co, Cu, Mn, Zn, Fe) у донних відкладах о. Пісочне у травні

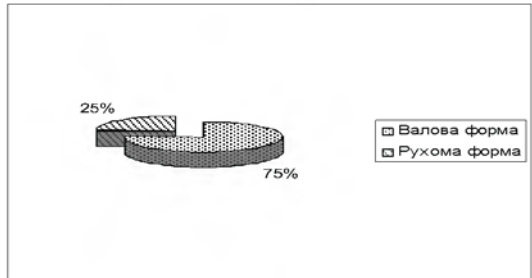


Рис. 11. Розподіл валових і рухомих форм абіогенних металів (Ni, Cd, Pb) у донних відкладах Севастопольської бухти у березні

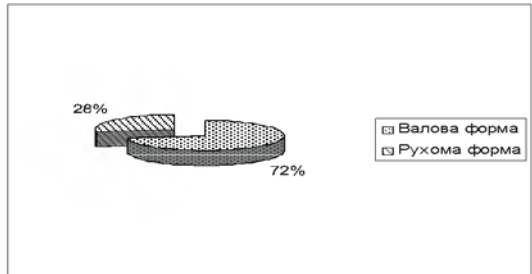


Рис. 12. Розподіл валових і рухомих форм біогенних металів (Co, Cu, Mn, Zn, Fe) у донних відкладах Севастопольської бухти у березні

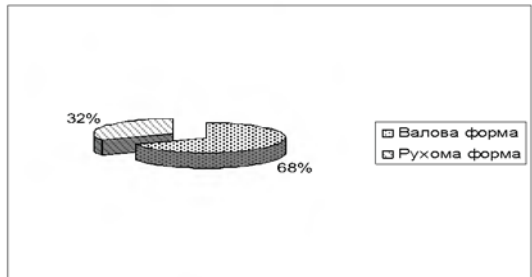


Рис. 13. Розподіл валових і рухомих форм абіогенних металів (Ni, Cd, Pb) у донних відкладах Севастопольської бухти у квітні

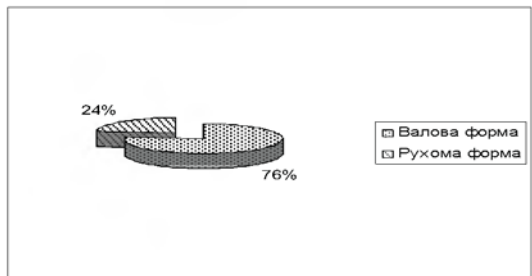


Рис. 14. Розподіл валових і рухомих форм донних відкладів біогенних металів (Co, Cu, Mn, Zn, Fe) у донних відкладах Севастопольської бухти у квітні

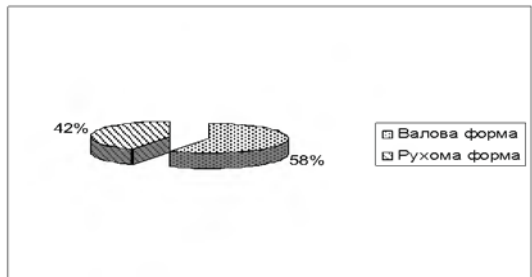


Рис. 15. Розподіл валових і рухомих форм абіогенних металів (Ni, Cd, Pb) у донних відкладах Севастопольської бухти у травні

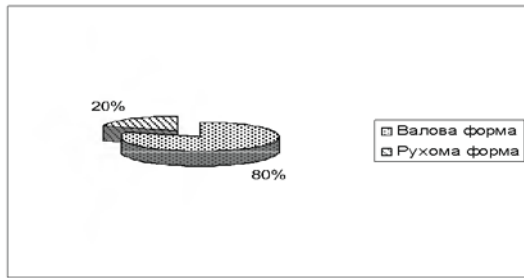


Рис. 16. Розподіл валових і рухомих форм біогенних металів (Co, Cu, Mn, Zn, Fe) у донних відкладах Севастопольської бухти у травні

Висновки

Динаміка перерозподілу валових та розчинних форм важких металів залежить від особливостей акумуляції донними відкладами біогенних і абіогенних металів, фізичних, гідрохімічних та біотичних факторів, що характеризують досліджуваний сезон.

1. Белоконь В.Н. Формы нахождения тяжёлых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра / Белоконь В.Н., Нахшина Е.П. // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 2. – С.83–89.
2. Виноградова Н.Н. Донные отложения Сенежского водохранилища и их влияние на его экологическое состояние / Н. Н. Виноградова // Водные ресурсы. – 2001 – Т. 28, № 1 – С. 82–87.
3. Волков И.И. Химические элементы в речном стоке и формы их поступления в море (на примере рек Черноморского бассейна) / И.И. Волков // Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. – М.: Наука, 1975. – С. 85–113.
4. Гончарь Ю.В. Изучение концентраций тяжёлых металлов в речном стоке с урбанизированных территорий / К.Н. Крупский, В.А. Гончаров, В.В. Кисилевский // Водные ресурсы. – 1983. – № 4. – С. 89–95.
5. Гуменюк Г.Б. Розподіл свинцю в біотичних і абіотичних компонентах гідроекосистеми / Гуменюк Г.Б., Грубінко В.В. // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. Інститут екології Карпат НАН України. – Львів: Ліга-Прес. – 2002. – С. 28–32.
6. Морозова А.А. Основные тенденции изменения качества воды озёрных систем Шацкого национального природного парка / А.А. Морозова // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 4. – С. 111–117.
7. Мур Дж. В. Тяжёлые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния / Мур Дж., Рамамурти С. – М.: Мир, 1987. – С.117–133.
8. Овсяный Е.И. Распределение тяжелых металлов в поверхностном слое донных осадков Севастопольской бухты (Черное море) / Е.И. Овсяный, А.С. Романов, О.Г. Игнатъева // Морской эколог. журн. – № 2, Т. II. – 2003. – С. 85–93.
9. Окснюк О.П. Экологические нормативы качества воды для Шацких озёр / О.П. Окснюк // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, № 5. – С. 75–85.
10. Тимченко В.М. Экологические аспекты гидрологии Шацких озёр / В.М. Тимченко, А.Е. Ярошевич, Ю.Л. Виденина // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 59–71

Г.Б. Гуменюк

Тернопольский национальный педагогический университет им. Владимира Гнатюка, Украина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГИДРОЭКОСИСТЕМАХ РАЗНОГО ТИПА

Динамика распределения валовых и растворимых форм тяжёлых металлов зависит от особенностей аккумуляции донными отложениями биогенных и абіогенных металлов, физических, химических и биотических факторов в определенный сезон года.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, гидроэкосистема, эстуарий, донные отложения, валовые формы, растворимые формы

Н.В. Нуменюк

Ternopil National Volodymir Hnatiuk Pedagogical University, Ukraine

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF DISTRIBUTION OF DIFFERENT TYPES HYDROECOSYSTEMS

The dynamic of distribution of gross and soluble forms of heavy metals depends from peculiarities of the accumulation of bottom sediments of biogenic and abiogenic metals, physical, chemical and abiotic factors which characters researching season.

Key words: heavy metals, hydroecosystem, estuary, bottom sediments, common forms, dissolution forms