

## Оцінка основних джерел надходження важких металів в донні відклади водосховищ

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України  
та НАН України, м. Київ  
e-mail: guziienko@ukr.net, nosad@uhmi.org.ua

**Анотація.** Розглянуто основні джерела надходження важких металів (Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co, Pb, Cd, Cr) в донні відклади водосховищ. Наведено кількісні параметри надходження важких металів атмосферною опадами. Досліджено роль бічної приточності. Показано, що для каскаду дніпровських водосховищ роль приток є найбільш важливою для верхньої водосховищ Дніпровського каскаду – Київського та Канівського. Проведено оцінку впливу урбаністичних територій на вміст важких металів у донних відкладах водосховищ Дніпра.

**Ключові слова:** важкі метали, Дніпровські водосховища, донні відклади, атмосферні опади, абразія.

### Вступ

Від моменту спорудження шести Дніпровських водосховищ – одного з видів масштабного антропогенного порушення природних зв'язків, закономірностей та механізмів розвитку екосистеми Дніпра - забруднення донних відкладів важкими металами відбувалось із наростаючими темпами. У водосховищах почала накопичуватись велика кількість завислих та розчинених речовин, продуктів розмивання новоутворених берегів та русла. Домінування акумулятивних процесів призвело до утворення потужних донних відкладів (ДВ), які, безумовно, є одним із системоформуючих компонентів, які визначають направленість протікання процесів в усій водній екосистемі.

Шляхи надходження важких металів (ВМ), як і інших хімічних компонентів до ДВ є поліваріантними, та визначаються, в першу чергу, фізико-географічними умовами басейну, сезоном року, темпами роботи промислових об'єктів в зоні протікання річки, а також роботою очисних систем комунально-побутових скидів.

Дослідження джерел надходження ВМ дає можливість кількісно оцінити інтенсивність їхнього надходження, оцінити ступінь забруднення та здатність до самоочищення.

### Матеріали і методи

В даній роботі узагальнено матеріали спостережень щодо джерел забруднення ВМ окремих водосховищ басейну Дніпра – каскаду дніпровських водосховищ та водосховищами на р. Рось.

Вихідною інформацією слугували результати комплексних натурних експедиційних досліджень, виконаних в УкрГМІ.

Пробо відбір проводився такими спеціалізованими системами як, поршневий пневматичний пробовідбірник Mackereth Mini Corer та пробовідбірник ДТ-3 за рекомендаціями [9].

Аналіз вмісту ВМ у твердій фазі ДВ відкладів здійснювався за методиками, наведеними в [8, 14, 18], шляхом проведення атомно-абсорбційної спектроскопії із попередньою груповою екстракцією зазначених металів органічними розчинами пелагронової кислоти в присутності бензиламіна, яка застосовується при аналізі мікродомішок важких металів в твердих та рідких зразках [8].

Оцінка вертикального розподілу ВМ у ДВ проводилась після розділення керну ДВ на 10-ти см шари. Після ліофільної сушки кожен шар розділявся за величиною гранулометричних фракцій, у яких потім визначили ВМ.

### Результати і обговорення

Серед джерел надходження ВМ у водні екосистеми виділяють природні (продукти абразії берегів та русла водойми; води приток), антропогенні (скиди промислового і комунально-побутового походження; шахтні води) та змішані (атмосферні опади) джерела.

**Води приток.** Роль приточних вод у надходженні мікроелементів до каскаду дніпровських водосховищ, найяскравіше виражена для Київського та Канівського водосховищ, де акумулюється стік майже всіх крупних приток Дніпровського басейну (28,9 км<sup>3</sup>) [10].

Дослідження ролі бічної приточності нами проведено на прикладі річки Рось, яка впадає в Канівське водосховище, а також приток р. Росі – річок Кам'янки та Роськи. В таблиці 1 репрезентовані матеріали вмісту ВМ в ДВ р. Рось та її приток. Дані наведено вздовж течії річки (від витoku до створу останнього великого споживача води – м. Корсунь Шевченківський).

Таблиця 1

## Концентрації важких металів (мг/кг) в донних відкладах р. Рось та її приток

Станція відбору проби	Вміст важких металів, мг/кг								
	Fe	Cu	Mn	Zn	Pb	Co	Cd	Ni	Cr
Витік річки Рось – с.Ординці	9078,0	21,6	122,4	58,0	28,0	4,0	0	29,6	13,2
р. Рось – смт. Погребище	2550,0	7,2	204,0	45,2	32,0	3,2	0	29,6	13,2
р. Рось – нижче смт. Погребище	17034,0	4,8	775,0	86,0	40,0	6,0	0	42,8	24,4
р. Роська – вище греблі с. Скибинці	998,0	23,2	81,6	18,0	104,0	1,6	0	24,0	6,4
р. Роська – нижче с.Скибинці	994,0	35,2	61,2	6,8	20,0	1,6	0	13,6	6,4
р. Рось – вище смт Володарка	734,0	14,4	61,2	15,6	16,0	1,6	0	12,0	4,4
р. Рось – нижче смт. Володарка	2550,0	7,2	204,0	45,2	32,0	3,2	0	29,6	13,2
р.Рось – с.Яблунівка	594,0	7,9	122,4	34,0	14,8	3,2	0	18,0	3,2
р.Кам'янка – с.Фурси	310,0	32,2	122,4	78,0	40,0	3,2	0	24,0	4,4
р.Рось – вище м.Біла Церква	7854,0	12,4	387,6	130,0	40,0	1,6	0	22,0	13,2
р.Рось – нижче м.Біла Церква	9078,0	25,2	775,2	94,0	20,0	3,2	0	26,0	16,4
р.Рось – Стеблівське вдсх	10914,0	23,2	958,8	86,0	20,0	6,0	0	42,8	14,8
р.Рось – м.Корсунь-Шевченківський	9894,0	18,8	652,8	70,0	16,8	3,2	0	26,0	10,0

Як видно з наведених даних (табл.2) концентрації більшості ВМ у донних відкладах р. Рось носять мозаїчний характер, що вказує на різну географію природних ландшафтів, які річка перетинає від свого витoku до впадіння у Канівське водосховище. Однак, спостерігається очевидне зростання кількості мангану від витoku річки до найнижчого створу (із 122,4 мг/кг до 652,8 мг/кг). Причиною цього є схильність мангану знаходити в окисних умовах переважно у колоїдно-дисперсній формі у вигляді оксиду  $Mn^{4+}$  [7, 15]. Дрібні колоїди, зазвичай, транзитом проходять вздовж річки, осідаючи в місцях із уповільненим водообміном (в районі Стеблівського водосховища у ДВ зафіксовано концентрацію Mn 958,8 мг/кг) та в замикальних створах. Іншою причиною різкого збільшення кількості Mn може бути дефіцит розчиненого кисню. Виникнення анаеробних умов призводить до зростання концентрації мангану в 20-30 разів [3]. Явища дефіциту  $O_2$  можуть спостерігатися не лише в зимовий період за умови обмеження атмосферної аерації, але й улітку, у період зниження рівня води (так звані літні спрацювання), а також на ділянках, де відбувається формування застійних зон та масове накопичення фітопланктону.

Для систематизації розподілу ВМ в межах певної водойми необхідно враховувати не тільки абсолютні концентрації ВМ, а й природу ДВ, їхню дисперсність та фізичні властивості. Саме зазначені параметри визначають процеси сорбції та десорбції різних хімічних компонентів. Нами було досліджено вміст ВМ у частках різного гранулометричного розміру. Для прикладу наведена ділянка в басейні р. Рось у створі Стеблівського водосховища (табл. 2).

Спостерігається цікава ситуація із вмістом мангану, концентрація якого суттєво зростає у ближчих до поверхні шарах. Так, концентрація Mn в межах шару 50-70 см становить 600-900 мг/кг (для часток з діаметром <0,005), а в межах 0-30 см – 1000-1800 мг/кг для фракцій такого ж розміру. Поясненням цього факту може бути висока діагенетична рухливість компоненту [6, 16]. За дефіциту кисню та наближенню умов до анаеробних (що характерно для глибоких шарів залягання ДВ) відбувається відновлення оксидів мангану до більш низьких ступенів окиснення з наступним розчиненням.

Ферум у ДВ Стеблівського водосховища переважає у складі часток дрібного діаметру, при чому ці значення майже не варіюють за глибиною (концентрація феруму, сорбованого частками <0,005 мм, на всіх глибинах становить 15-25 мг/кг).

Відносний вміст Cu також зростає із зменшенням розміру частинок. Так, у складі фракцій розміром <0,005 мм зосереджено 30-40 % всього сорбованого купруму. При чому, спостерігається плавне зменшення вмісту цього компоненту із глибиною (від 60-70 мг/кг у верхній шарі до 38-46 мг/кг). Хоча ця закономірність простежується лише для зразків дрібного діаметру (<0,005 мм). При чому значення вмісту купруму майже співпадає чи трохи перевищує фонові значення для прісноводних осади.

Подібна ситуація спостерігається і з цинком. Його вміст збільшується зі зменшенням розміру часток майже в арифметичній прогресії. Так, у складі часток розміром >0,05 мм сорбовано 24–132 мг/кг цього компоненту, і, відповідно, 160–320 мг/кг у складі часток розміром <0,005 мм. За глибиною колонки ДВ вміст Zn неоднорідний, що характерно для часток різного розміру. Це пояснюється, на нашу думку, різними шляхами надходження цього компоненту у природні води. Цинк не відноситься до поширених в природі елементів, проте завдяки легкості видобутку його з руди, широко використовується людиною, внаслідок чого антропогенне надходження його в навколишнє середовище переважає природне [1].

Нами також досліджувались закономірності поширення Fe у складі ДВ дніпровських водосховищ. Експериментальні роботи виконані на ділянці Канівського водосховища від м. Вишгорода до (рис.1).

Збільшення вмісту феруму в ДВ Канівського водосховища (рис.1) спостерігається, зазвичай, у мілководних заплавах, яким притаманно утворення дефіциту кисню. Як показано у [4], анаеробні умови можуть збільшувати вміст феруму у 1,5 – 2, а іноді і в 3 рази. При чому зазначені явища відбуваються не лише в зимовий період за умов тривалого льодоставу, коли практично відсутні атмосферна аерація, але й улітку, в період помітного зниження рівня води, що призводить до утворення застійних зон та масового утворення фітопланктону [5].

Таблиця 2

**Вміст важких металів(мг/кг) у донних відкладах різного розміру та різної глибини залягання  
р. Рось – створ Стеблівського водосховища**

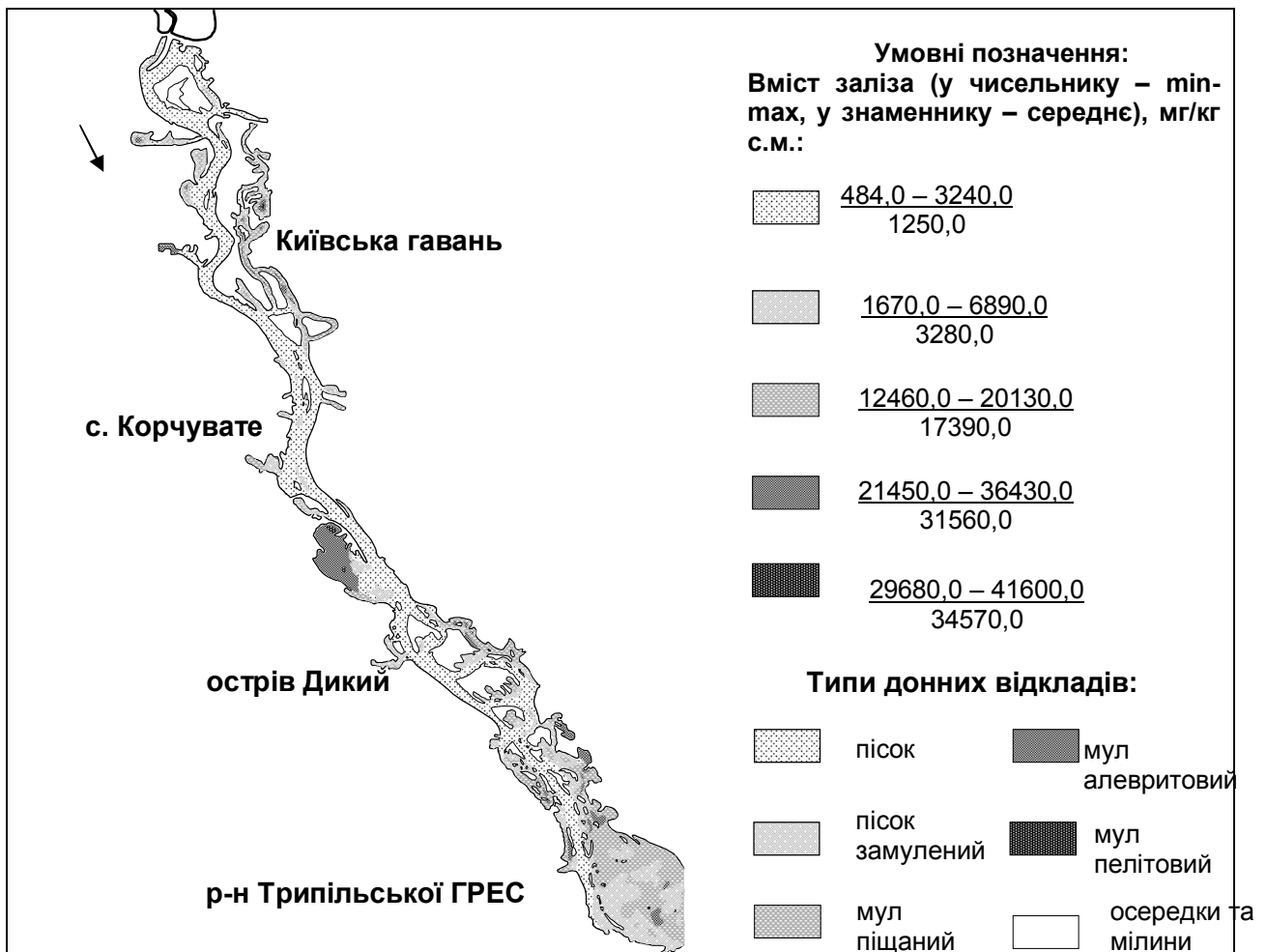
Глибина залягання ДВ, см		Вміст важких металів, мг/кг						
		Fe	Cu	Mn	Zn	Pb	Co	Cd
0-10 см								
Фракція, мм	>0,05	20000,0	30,0	1800,0	114,0	8,0	6,0	2,4
	0,05-0,01	20600,0	40,0	1400,0	136,0	8,0	8,0	2,8
	0,01-0,005	22000,0	52,0	1800,0	218,0	12,0	10,0	2,8
	<0,005	22400,0	70,0	1600,0	320,0	0,0	10,0	3,2
10-20 см								
Фракція, мм	>0,05	20600,0	38,0	1600,0	110,0	16,0	6,8	2,0
	0,05-0,01	19000,0	34,0	900,0	110,0	8,0	6,8	3,2
	0,01-0,005	18600,0	40,0	1100,0	210,0	16,0	9,2	2,8
	<0,005	23200,0	60,0	1200,0	218,0	12,0	10,0	3,2
20-30 см								
Фракція, мм	>0,05	14000,0	34,0	800,0	132,0	4,0	6,0	2,4
	0,05-0,01	20000,0	32,0	900,0	114,0	4,0	9,2	2,8
	0,01-0,005	21000,0	46,0	900,0	166,0	8,0	10,0	2,8
	<0,005	21600,0	66,0	1000,0	218,0	12,0	9,2	4,0
30-40 см								
Фракція, мм	>0,05	11200,0	22,0	400,0	120,0	16,0	6,8	2,0
	0,05-0,01	19600,0	34,0	800,0	218,0	4,0	8,0	2,4
	0,01-0,005	18200,0	40,0	900,0	192,0	8,0	10,0	4,0
	<0,005	21000,0	52,0	800,0	274,0	8,0	10,0	3,2
40-50 см								
Фракція, мм	>0,05	4800,0	8,0	300,0	24,0	4,0	3,2	0,0
	0,05-0,01	12600,0	32,0	900,0	110,0	8,0	9,2	2,8
	0,01-0,005	26250,0	48,5	1000,0	162,5	10,0	10,0	3,5
	<0,005	25000,0	48,0	640,0	160,0	8,0	10,0	3,2
50-60 см								
Фракція, мм	>0,05	212,0	14,2	400,0	58,0	0,0	3,2	2,0
	0,05-0,01	12400,0	26,0	960,0	76,0	4,0	9,2	2,0
	0,01-0,005	23200,0	38,0	900,0	136,0	16,0	10,0	2,4
	<0,005	14400,0	46,0	500,0	172,0	4,0	8,0	2,4
60-70 см								
Фракція, мм	>0,05	4000,0	53,2	400,0	24,0	0,0	3,2	2,0
	0,05-0,01	13600,0	68,0	700,0	76,0	4,0	8,0	2,0
	0,01-0,005	18600,0	42,8	700,0	124,0	8,0	8,0	2,0
	<0,005	20600,0	38,8	600,0	118,0	16,0	8,0	2,8
> 70 см								
Фракція, мм	>0,05	9000,0	20,0	700,0	48,0	2,0	4,0	2,0
	0,05-0,01	15800,0	30,0	1100,0	74,0	8,0	8,0	2,8
	0,01-0,005	22600,0	44,0	1000,0	118,5	12,0	10,0	2,4
	<0,005	17400,0	46,8	900,0	204,0	2,0	3,2	2,0

Так, вміст феруму у русловій глибоководній частині Канівського водосховища (рис.1) становить в середньому 1250 мг/кг (при максимальних значеннях – 3240 мг/кг), причому, у пригреблевій ділянці спостерігається збільшення цього показника до 17000 мг/кг (при максимальних значеннях – 20130 мг/кг). В заплавах мілководних зонах середні показники вмісту феруму становлять 3280 – 31560 мг/кг (при максимальних значеннях 6890 – 36430 мг/кг). Слід зазначити, що спостерігались поодинокі ділянки, де максимальний вміст Fe у ДВ становив 34570 мг/кг або 34,6 г/кг. Зокрема, це велика мілководна заплава частина нижче с. Корчувате, ДВ якої представлені в основному алевритовими та пелітовими мулами.

Збільшення кількості ДВ дрібного розміру від верхньої частини водосховища до нижньої, стало на нашу думку основною причиною збільшення концентрації ВМ. Так, у нижній частині Канівського водосховища, в районі Трипільської ГРЕС, середній вміст феруму становить 31560 мг/кг із локальними величинами > 40000 мг/кг, що перевищує значення вмісту феруму у верхній частині водосховища на кілька порядків.

**Абразія берегів.** Активний розвиток абразійних процесів є наслідком перебудови рельєфу берегової зони після створення водосховищ, що найбільш активно розвивається в перші роки існування водойми.

Береги водосховищ дніпровського каскаду на значній протяжності представлені древніми алювіальними породами і виявляють схильність до активного розвитку абразійних процесів [11].



**Рис.1.** Розподіл феруму (мг/кг с.м.) у різних типах донних відкладів Канівського водосховища на ділянці м. Вишгород – с. Стайки.

Окрім мінеральних продуктів руйнування берегів в результаті розмиву, у водосховища надходять речовини від розмиву затоплених ґрунтів, продукти вищої водної рослинності [2]. Встановлено, що вища водна рослинність, здатна накопичувати з води і донних відкладів значну кількість ВМ, трансформувати їх і залучати таким чином до кругообігу [10]. Наприклад, вміст Mn для прісноводних макрофітів становить 1450, Zn – 318  $\left( \frac{\text{мг / г.орг.речовини}}{\text{мг / г.води}} \right)$ .

Серед Дніпровських водосховищ найбільше піддається абразійним процесам Кременчуцьке водосховище. Так, щороку разом з гірськими породами до нього надходить 270 т Mn, 5 т Zn та 1 т Cu, що складає 20%, 3%, 1% від загального вмісту цих компонентів, відповідно [10].

**Атмосферні опади.** Ще одним вагомим джерелом надходження ВМ є атмосферні опади, що приносять сконденсовані політанти промислового походження. До того ж, стікаючи по прилеглих схилах, атмосферні опади додатково вимивають мінеральні компоненти та частки органічної природи. Так, із надходженням атмосферних опадів вміст Zn може збільшуватись в 4 рази, а вміст Cu – в 3 рази [17].

Для водосховищ Дніпровського каскаду роль атмосферних опадів в формуванні режиму ВМ незначна, оскільки за рік кількість Mn, що надійшов з опадами становить 2, а Zn Cu – не більше 5 % загальних запасів цих металів у водосховищах [10].

Для оцінки надходження ВМ з атмосферними опадами було проведено експериментальне дослідження на стоковій ділянці, розташованій у басейні р. Рось, на території Богуславської експериментальної бази УкрГМІ (табл.3). Ділянка розміщена в місці з помірним антропогенним навантаженням на атмосферу. ВМ перебувають в атмосфері в завислому стані у вигляді ядер конденсації, осадження яких відбувається разом із атмосферою вологою.

Оскільки обрана для прикладу ділянка Богуславської стокової станції не піддається активному антропогенному навантаженню, наявність у хімічному складі атмосферних опадів слідів ВМ визначається природними еолово-ерозійними процесами та, ймовірно, вітровим переносом пилоподібних часток від джерел їх надходження.

Таблиця 3.

Вміст важких металів (мг/дм<sup>3</sup>) в опадах

Місце відбору проби	Дата відбору проби	Вміст важких металів, мг/дм <sup>3</sup>					
		Fe	Mn	Cu	Ni	Zn	Pb
Богуславська експериментальної бази УкрГМІ, басейн р.Рось	03.08.2010	0,066	0,069	0,012	0,009	0,018	0,006
Богуславська експериментальної бази УкрГМІ	18.08.2010	0,063	0,020	0,008	0,006	0,014	0,004
Богуславська експериментальної бази УкрГМІ	31.08.2010	0,022	0,06	0,008	0,004	0,02	0,004
Богуславська експериментальної бази УкрГМІ	02.09.2010	0,036	0,029	0,005	0,008	0,022	0,002
Богуславська експериментальної бази УкрГМІ	21.10.2010	0,049	0,017	0,008	0,006	0,020	0,002

**Стічні води промислового та комунально-побутового походження.** Особливе місце в дослідженні джерел надходження ВМ у ДВ водосховищ належить стічним водам, які бувають різного походження: комунально-побутові, промислові, що утворюються в найрізноманітніших галузях виробництва (металургія, хімічна, лісохімічна промисловість), сільськогосподарські стічні води.

У воді Дніпровських водосховищ після проходження урбанізованої території, найбільш істотно змінюється вміст біогенних елементів (фосфатних іонів та мінеральних форм азоту), які є основною складовою господарсько-побутових стоків [13]. Зміна ж інших хімічних показників, зокрема вміст ВМ, залежить від галузі промисловості, яка розвивається в господарчому комплексі міста.

В таблицях 4 і 5 наведено значення окремих ВМ у ДВ, що розміщені вище та нижче м. Біла Церква (р. Рось) та м. Черкаси (р. Дніпро), а також в місці скидання стічних вод заводу «Ротор» (м. Черкаси).

Таблиця 4.

## Концентрація важких металів (мг/кг) в донних відкладах р. Рось вище та нижче зон впливу

Місце відбору проби	Концентрації важких металів (мг/кг) в донних відкладах							
	Fe	Cu	Mn	Zn	Pb	Co	Cd	Cr
р.Рось – вище м.Біла Церква	7854	12,4	387,6	130,0	40,0	1,6	0	13,2
р.Рось – нижче м.Біла Церква	9078	25,2	775,2	94,0	20,0	3,2	0	16,4
р.Рось – вище смт Володарка	734	14,4	61,2	15,6	16,0	1,6	0	12,0
р.Рось – нижче смт Володарка	2550	7,2	204	45,2	32,0	3,2	0	29,6

Таблиця 5.

## Концентрація важких металів (мг/кг) в донних відкладах р. Дніпро вище та нижче зон впливу

Місце відбору проби	Концентрація важких металів (мг/кг) в донних відкладах							
	Fe	Cu	Mn	Pb	Zn	Ni	Co	Cd
р.Дніпро – с. Сокирне (місце Черкаського водозабору)	10700	15	820	6	45	10	6	0,8
р.Дніпро – м. Черкаси (район скиду міських стічних вод)	12400	140	460	35	525	39	15	2,2
р.Дніпро – м. Черкаси (місце скиду стічних вод з-да «Ротор»)	21400	135	680	51	180	19	14	2,5

Із таблиць 4 і 5 слідує, що після проходження міської території, концентрація майже всіх ВМ у ДВ р. Рось та Дніпро збільшується.

Очевидно, що стічні води заводу «Ротор» також призводять до забруднення р. Дніпро. Цей висновок зроблений на підставі збільшення концентрацій усіх досліджених ВМ (табл. 5), окрім Mn. Манган характеризується значною рухомістю у системі «ДВ-вода», що пов'язано з його переважним знаходженням у не закомплексованому стані [12], і має високу швидкість молекулярної дифузії у придонний шар. Для інших досліджених металів відзначається підвищення концентрацій у ДВ у зоні скиду стічних вод заводу «Ротор»: Fe, Ni, Co, Cd – у 2 рази; Ni – у 4 рази; Cu та Pb – у 10 разів, що говорить про неефективну роботу очисних споруд даного підприємства. ВМ скидаються переважно в нерозчиненій формі. З відділенням від точки скидання частки осідають, частково переходять у розчинену форму, внаслідок чого встановиться певна рівновага між розчиненою та нерозчиненою формами.

## Висновки

Надходження ВМ у воду та ДВ Дніпровських водосховищ носить мозаїчний характер, який визначається фізико-географічними умовами, сезонністю та динамікою роботи промислових об'єктів. Найбільший внесок у сумарний вміст ВМ належить стічним водам міст, які щороку приносять до 30 % Fe та Zn, близько 40 % Pb, Cu та Ni.

Було відмічено високе забруднення ДВ в зоні впливу заводу «Ротор». Так, вміст Cu та Pb підвищується майже в 10 разів; вміст Zn збільшується у 4 рази; Fe, Ni, Co та Cd – у середньому у 2 рази.

Ступінь забруднення атмосферних опадів ВМ визначається, в першу чергу, фізико-географічними умовами басейну формування конденсатів, напрямком вітру, та виробничим потенціалом даного регіону.

## Література

1. Белоконов В. Н. Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра. III. Кобальт, медь, цинк / В. Н. Белоконов, Е. П. Нахшина // Гидробиологический журнал. – 1993. – Том 29, Вып. 1. – С. 99 – 106.
2. Драчев С. М. Химический состав донных отложений и затопленных почв / С. М. Драчев. – Труды Института ботаники внутренних вод. – 1971. – Вып. 20 (23). – С. 3 – 7.
3. Зубко О. В. Вплив різних чинників на міграцію Zn та Pb в системі “донні відклади – вода” / О. В. Зубко, П. М. Линник // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2004. – Вип. 253. – С. 205 – 218.
4. Линник П. Н. Влияние различных факторов на десорбцию металлов из донных отложений в условиях экспериментального моделирования / П. Н. Линник // Гидробиологический журнал. – 2006. – Т.42, №3. – С. 97 – 114.
5. Линник П. М. Влияние режима эксплуатации на качество воды днепровских водохранилищ и устьевой области Днепра / П. М. Линник, Л. А. Журавлева, В. Н. Самойленко, Ю. Б. Набиванец // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, № 1. – С.86 – 98.
6. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. Й. Набиванец. – Л.: Гидрометиздат, 1986. – 263 с.
7. Линник П. Н. Оценка физико-химического состояния тяжелых металлов в воде Дуная на различных его участках / П. Н. Линник, Н. Н. Осадчая, Ю. Б. Набиванец, Н. Ю. Евтушенко // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20. – № 4. – С.449 – 454.
8. Набиванец Б. Й. Аналітична хімія поверхневих вод / Б. Й. Набиванец, В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, Ю. Б. Набиванец. – К.: Наукова думка, 2007. – 455 с.
9. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам, випуск 12, частина 2 / Розробники В. В. Канівець, О. М. Аксюк, Л.В.Скуднава. – К.: Держгідромет, 2010. – 152 с.
10. Нахшина Е. П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра / Е. П. Нахшина. – К.: Наукова думка, 1983. – 160 с.
11. Новиков Б. И. Донные отложения Днепровских водохранилищ / Б. И. Новиков. – К.: Наукова думка, 1985. – 172 с.
12. Осадчий В. І. Оцінка вторинного забруднення водного середовища водойми-охолоджувача Запорізької АЕС важкими металами в наслідок дифузії з донних відкладів / В. І. Осадчий, Н. М. Мостова, Н. М. Осадча // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2009. – Вип. 258. – С.128 – 138.
13. Осадчий В. І. Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра / В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, Н. М. Мостова // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип.250. – С. 242 – 261.
14. Осадчий В. И. Распределение, накопление и миграция тяжелых металлов в бассейне Днепра: Автореф. дис....канд.геог.наук:11.00.07. Ростов-на-Дону. – 1991. – 23 с.
15. Осадчий В. И. Распределение тяжелых металлов в воде взвешенных веществ и донных отложениях Дуная / В. И. Осадчий, В. И. Пелешенко, В. Н. Савицкий, В. В. Кирничный, В. В. Гребень, О. С. Годун // Водные ресурсы, 1993. – Т. 20. – С. 455 – 461.
16. Dixit S. Impact Assessment of heavy metal pollution of Shahpura Lake Bhopal / S. Dixit, S. Tiwaris. – India. Int. J. Environ. Res., 2008, p. 37–42
17. Forstner U. Metal concentration in freshwater sediments – natural background and cultural effects / U. Forstner. – Interactions between sediments and freshwater. Amsterdam. – 1977. – p. 94 – 103.
18. Koohji Igarashi Determination of organically-bound iron in fresh and coastal sea water / Igarashi Koohji, Matsunari Katsushiko, Koike Kimihiro et al. // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. – 1982. – 33 (1) . – p.51 – 55.

**Анотація.** *И. А. Гузиенко, Н. Н. Осадчая Оценка основных источников поступления тяжелых металлов в донные отложения днепровских водохранилищ. Рассмотрены главные источники поступления Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co, Pb, Cd, Cr в донные отложения Днепровских водохранилищ. Приведены результаты вымывания тяжелых металлов атмосферными осадками. Исследована роль приточной воды. Установлено, что роль воды приток наиболее важна для верхних водохранилищ Днепровского каскада – Киевского и Каневского. Проведена работа по исследованию влияния урбанистических территорий на содержание тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра.*

**Ключевые слова:** *тяжелые металлы, Днепровские водохранилища, донные отложения, атмосферные осадки, абразия.*

**Abstract.** *I. A. Guzienko, N. M. Osadcha Assessment of the main routes of heavy metals in sediments of the dneiper reservoirs. It was considered the main source of Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co, Pb, Cd, Cr in sediments of the Dnieper reservoirs. The results of the processes of leaching of heavy metals atmospheric water were presented. The role of confluent's water was studied. It was established that the role of confluent's water is the most important to the upper Dnieper cascade reservoirs - Kievskie and Kanevske reservoirs. The work on the study of the impact of urban areas on the heavy metal's content in sediments of the Dnieper reservoirs was done.*

**Keywords:** *heavy metals, Dnieper reservoirs, sediments, atmospheric precipitation, attrition.*

Поступила в редакцию 08.02.2014 г