

Згідно існуючої класифікації ризиків (табл. 4) можна зробити висновок, що канцерогенні ризики при інгаляційному шляху надходження діоксинів до організму людей, що проживають поблизу вище перелічених підприємств відповідають мінімальному ризику.

Мінімальний рівень ризику характеризує такі рівні, які сприймаються всіма людьми як дуже малі, не відрізняються від звичайних, повсякденних ризиків. Подібні ризики не вимагають ніяких додаткових заходів щодо їх зниження, та їх рівні підлягають тільки періодичному контролю.

Порівняльний аналіз розрахованих величин канцерогенних ризиків доводить, що більшу небезпеку для довкілля і здоров'я людини в Донецькій області від дії діоксинів мають коксохімічні виробництва, меншу – металургійні та енергетичні підприємства.

В подальшому отримані в роботі дані можливо використовувати для оцінки канцерогенного ризику населення від одночасної дії різних токсикантів, що викликають онкологічні захворювання. На підставі отриманих даних розробити план першочергових дій в потенційно небезпечних містах або районах з метою захисту населення від негативного

впливу забрудненого канцерогенними речовинами атмосферного повітря.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стойкие органические загрязнители (СОЗ): обзор ситуации в Украине - Влияние диоксинов и диоксиноподобных соединений на здоровье человека / [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.stranaua.net/index.php?option=com_content&view=article&id=63%3A2010-09-21-17-24-05&-catid=10%3A2010-09-21-17-1347&Itemid=65&limitstart=10/.
2. Федоров, Л. А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы / Л.А. Федоров. – М.: Наука, 1993. – 265 с.
3. Ключев, Н. Проблемы загрязнения окружающей среды полихлорированными дифенно-п-диоксинами и диоксиноподобными веществами / Н. Ключев // Диоксины — супертоксики XXI века. – 2001. – № 6. – С. 43.
4. Майстренко, В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикиантов / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. – М.: Химия, 1996. – 319 с.
5. Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов – Женева: ЮНЕП, 2005. – 255 с.
6. ОНД-86. Госкомгидромет. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – М., 1987. – 82 с.
7. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 116 с.

Надійшла до редколегії 26.09.2011

УДК 551.79:551.2/3

О. П. МИРОШНИЧЕНКО

Український науково-дослідницький інститут екологічних проблем

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІГРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ ТА ДОННИХ ВІДКЛАДАХ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ р. ДУНАЙ

Досліджено та розглянуто дані щодо співвідношення вмісту важких металів у валовій та розчинній формі у воді р. Дунай. Розраховано середньостатистичні коефіцієнти визначення частки розчиненої форми таких металів, як залізо, марганець, цинк, мідь та нікель у їх валовому вмісті у воді української частини р. Дунай. Вплив процесів міграції важких металів на їх вміст у донних відкладах.

Ключові слова: важкі метали, поверхневі води, донні відклади, річка Дунай, донні відклади

Miroshnichenko O. PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF MIGRATION OF HEAVY METALS IN SURFACE WATERS AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE UKRAINIAN PART DANUBE RIVER

Investigated and reviewed data regarding the relationship between heavy metal content in the gross and soluble form in water of the Danube. Calculated the average ratios identify the contribution of dissolved forms of metals such as iron, manganese, zinc, copper and nickel in their gross content in water of the Ukrainian part of river Danube. Impact of migration of heavy metals on their content in the bottom sediments.

Key words: heavy metals, surface water, sediments, river Danube, bottom sediments

Мирошниченко Е. П. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ УКРАИНСКОЙ ЧАСТИ Р. ДУНАЙ

Исследованы и рассмотрены данные о соотношении содержания тяжелых металлов в валовой и растворимой форме в воде реки Дунай. Рассчитаны среднестатистические коэффициенты определения доли растворенной формы таких металлов, как железо, марганец, цинк, медь и никель в их валовом содержании в воде украинской части реки Дунай. Влияние процессов миграции тяжелых металлов на их содержание в донных отложениях.

Ключевые слова: тяжелые металлы, поверхностные воды, донные отложения, река Дунай, донные отложения

Вступ. В залежності від умов водного середовища важкі метали існують з різними ступенями окислення і входять до складу різноманітних неорганічних та металоорганічних сполук, які можуть бути повністю розчиненими, умовно розчиненими колоїднодисперсними, або входити до складу зависей мінеральних чи органічних.

Іони металів є обов'язковим компонентом природних вод. Форми перебування важких металів (далі - ВМ) в природних водах доволі різноманітні, що пов'язане з процесами гідролізу, гідролітичної полімеризації, комплексоутворення, поступової седиментації, у тому числі на зависях. Відповідно доступність ВМ для водних мікро- та макроорганізмів залежить від форм їх знаходження у водній екосистемі.

Поглиблене вивчення забруднення природних поверхневих вод ВМ та процесу трансформації форми їх знаходження – седиментації або навпаки визволення із завислих речовин - зумовлене токсичною дією на водну біоту та по біологічному ланцюгу на людину. Токсичність ВМ залежить від форми їх знаходження у водному середовищі. Більша токсична дія виявляється у розчиненої форми, особливо для цілей питного водокористування. Більшість ВМ, у тому числі досліджувані нікель, мідь, цинк, марганець та залізо, утворюють достатньо стабільні комплекси з органікою, що є однією з важливих форм їх міграції в природних водах. Такі комплекси відносно добре розчинні в умовах нейтрального та слабо лужного середовища, яким є дунайська вода. Тому металоорганічні комплекси здатні мігрувати на значні відстані. Особливо важливо це для мало мінералізованих поверхневих вод, в яких утворення інших комплексів маловірогідне, що знову ж таки притаманне дунайській воді на досліджуваній ділянці.

Але й акумуляція ВМ у зависях є небезпечною з огляду на визначений факт, що в річкових водах ВМ мігрують переважно у складі завислих речовин. Максимальна здат-

ність концентрувати ВМ притаманна завислим речовинам та донним відкладам, за тим планктону, бентосу, риbam. Сорбція ВМ донними відкладами залежить від особливостей складу останніх та вмісту органічних речовин. Донні відклади, як важливий компонент водних екосистем, акумулюючи ВМ, з одного боку сприяють самоочищенню водного середовища, тим не менш, з іншого - являють собою постійне джерело вторинного забруднення водних об'єктів [7, 9].

Впродовж 8 років (з 2004 по 2011 рр.) Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (УкрНДІЕП) здійснює комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного суднового ходу Дунай-Чорне море. Інститут проводить роботи з гідрохімічного та гідробіологічного моніторингу, які включають в себе щорічні відбори проб на мережі пунктів експедиційних спостережень за якістю води та їх аналіз. Результати моніторингу [1-6] лягли в основу досліджень фазового розподілу ВМ у водах української частини р. Дунай.

Для розуміння факторів, що регулюють концентрацію ВМ в природних водах, їх хімічну реакційну здатність, біологічну доступність і токсичність необхідно знати не тільки валовий вміст, але й частку вільних та зв'язаних розчинених форм металу.

Метою роботи є вивчення процесів міграції ВМ в р. Дунай та з'ясування особливостей їх розподілу між розчиненою та валовою формою, а також процесів, що впливають на формування якісного складу донних відкладів у р. Дунай та накопичення в них ВМ.

Умови та методи дослідження. Дослідження проведені за типових фізико-хімічних умов для даної ділянки річки: температура води 8 - 28 °С; рН 7,7 - 8,5; загальна мінералізація 270 - 395 мг/дм³.

Проби води для означених досліджень відбирались у періоди з квітня по листопад 2005 - 2010 років. При відборі проб на визна-

чення металів, кожна проба ділилась на 2 частини і одна частина фільтрувалась безпосередньо на місці відбору з використанням фільтру з порами 0,45 мкм. Аналізувались окремо фільтровані і не фільтровані проби, таким чином визначенню підлягав як валовий вміст металів у річковій воді, та і вміст їх розчиненої частки.

Досліджувались окремі точкові проби поверхневих вод, що відбирались батометром з різних прошарків по розрізах створів річки, а також опосереднені по створах з точкових. Зважаючи на морфологічні особливості даної ділянки річки, а саме наявність перепадів та інших чинників, мало місце інтенсивне перемішування шарів води, що дозволяє точкові проби вважати достатньо репрезентативними для певних створів в цілому.

Елементовизначення ВМ виконувались рентгенофлуоресцентним методом, що дозволяє визначати як валовий вміст металів, так і розчинений. Метод ґрунтується на збудженні характеристичного випромінювання елементів, що містяться у зразку, який досліджується. При цьому усі елементи можуть визначатися з одного зразка підготовленої проби, що дозволяє встановлювати їх точне співвідношення.

Елементовизначення в пробах донних відкладів виконувались рентгенофлуоресцентним методом на приладі «Спектроскан». Метод дозволяє визначати валовий вміст металів і базується на збудженні характеристичного випромінювання елементів, що містяться у зразку, який досліджується. При цьому усі елементи можуть визначатися з одного зразка підготовленої проби, що дозволяє встановлювати їх точне співвідношення.

При проведенні моніторингу української частини р. Дунай серед інших показників визначається мутність річкової води, яка має велику мінливість при однакових витратах. На підставі цих визначень проводиться облік стоку завислих наносів в гирлі Дунаю [8].

В процесі досліджень важливо було встановити співвідношення розчиненої та валової форм ВМ, що проміж іншого може послугувати для балансових розрахунків накопичення ВМ в стоці завислих наносів в гирловій частині р. Дунай.

Результати досліджень та їх обговорення. Експедиційні дані визначення ВМ в гирловій ділянці р. Дунай за період 2005 - 2010 роки стали основою статистичних роз-

рахунків співвідношення розчиненої та валової форм ВМ у воді. Для статистики були використані більш ніж 100 результатів спостережень для кожного з металів при різних гідрологічних, гідрохімічних та температурних умовах. В розрахунках не були враховані результати, в яких концентрації металів були менше ніж дозволяє визначати зазначений метод. Розглядаються 5 типових для р. Дунай ВМ, в тому числі 2 чорних (Fe та Mn) і 3 кольорових (Cu, Ni та Zn) метали. Встановлення коефіцієнтів співвідношення, а по суті частки розчиненої форми, є важливим фактором в оцінці переносу ВМ в поверхневих водах. Осереднені за окремі періоди досліджень результати представлені в таблиці 1.

Проведена статистична оцінка всього отриманого масиву даних за 2005-2010 роки експедиційних досліджень української частини р. Дунай та представлена у таблиці 2.

Як видно з таблиці 2 були розраховані найбільш вірогідний середньостатистичний розподіл фаз та найбільш вірогідні середньостатистичні мінімальні та максимальні значення для 90-го перцентилу вибірки металів гирлової ділянки р. Дунай за 2005-2010 роки.

З розглянутих у роботі металів, **залізо**, за визначеними статистичними характеристиками, на основі проведених досліджень має найменшу частку у розчинній формі. Результати статистичних розрахунків співвідношення розчиненої та валової форм металів показали, що найбільш вірогідне середньостатистичне розподілення фаз заліза є 0,07%. В поверхневих водах Fe утворює складні комплекси, його сполуки знаходяться в розчиненому, колоїдному стані та твердих зависях. Фазова рівновага залежить від рівня мінералізації та сольового складу річкової води, рН, Eh та в деякій мірі від температури. Розчинена фаза представлена сполуками у вигляді гідрокомплексів та комплексів з неорганічними та органічними сполуками, що присутні у річковій воді. Істинно розчинену та колоїдну форми зазвичай розглядають сумісно. Частка твердої фази валового вмісту Fe здебільшого представлена залізовмісткими мінералами, осадженими гідратами оксиду та сполуками, що сорбовані на зависях.

Головним джерелом надходження заліза в поверхневі води є ерозійні процеси, що внаслідок фізичного та хімічного порушення гірських порід та ґрунтів призводять до змиву з

Таблиця 1

Співставлення результатів спостережень вмісту важких металів у воді р. Дунай за різні роки

Показник	Розчинений / валовий					Період досліджень
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
Середнє значення по ділянці річки за певний період	0,087	0,13	0,57	0,45	0,59	05. 2005
	0,014	0,03	0,31	0,22	0,18	08. 2005
	0,062	0,14	0,61	0,79	0,75	11. 2005
	0,071	0,18	0,65	0,30	0,40	04. 2007
	0,063	0,35	0,30	0,26	0,27	10. 2007
	0,138	0,08	0,52	0,61	0,64	05. 2008
	0,089	0,21	0,50	0,59	0,85	09. 2008
	0,082	0,20	0,58	0,86	0,89	11. 2008
	0,046	0,16	0,66	0,80	0,72	04. 2010
	0,067	0,13	0,55	0,63	0,62	08. 2010
Середнє багаторічне значення по ділянці річки	0,072	0,16	0,53	0,55	0,66	2005-2010
Максимум	0,29	0,70	0,99	0,99	0,94	
Мінімум	0,01	0,02	0,14	0,20	0,15	

Таблиця 2

Статистична оцінка експедиційних даних за 2005-2010 роки

№	Кількість визначень у стат. ряді, n	Перцентиль, p-90 ср	Перцентиль p-90 min	Перцентиль p-90 max
Fe	113	0,07	0,03	0,14
Mn	113	0,14	0,03	0,40
Zn	113	0,59	0,22	0,76
Cu	112	0,63	0,19	0,88
Ni	93	0,62	0,22	0,83

поверхневим стоком та виносом з підземними водами в поверхневі. Значна кількість Fe надходить із зворотними водами підприємств та комунальними.

Згідно статистичного аналізу експедиційних досліджень **марганець** має досить високу частку у валовій формі. Найбільш вірогідне середньостатистичне розподілення фаз марганцю є 0,14. В поверхневій воді марганець в основному надходить внаслідок вимивання з мінералів, що його містять. Сполуки Mn виносяться у водойми зі зворотними водами гірничодобувних, збагачувальних, металургійних виробництв. Також значна кількість Mn надходить внаслідок процесу розкладу водних організмів, особливо синьо-зелених та діатомових водоростей, а також вищих водних рослин [11]. Фазова рівновага Mn в річкової воді в значній мірі залежить від кисне-

вого режиму. Пониження вмісту розчиненої форми відбувається внаслідок окислення Mn(II) до MnO₂ та інших високовалентних оксидів, які випадають в осад. Основні чинники, що впливають на процес окислення – концентрація розчиненого кисню, рівень pH та температура. Для міграції Mn в розчиненій фазі суттєве значення мають процеси комплексоутворення з неорганічними речовинами та утворення органічних лігандів. Розчинні комплекси в основному утворюються з бікарбонатами та сульфатами. Концентрація розчинених сполук Mn знижується внаслідок поглинання його водоростями. Роль Mn в житті вищих рослин та водоростей значна, він сприяє утилізації CO₂ рослинами, чим підвищує інтенсивність фотосинтезу, бере участь в асиміляції азоту рослинами. Головна форма міграції сполук Mn в поверхневих водах – за-

висі, а також колоїдні гідроксиди та інші його сполуки, що сорбовані на зависях [10].

При обробці статистичних даних експедиційних досліджень виявилось, що **цинк** має досить високу частку у валовій формі. Найбільш вірогідне середньостатистичне розподілення фаз цинку є 0,59. В природні води цинк в основному потрапляє внаслідок природних процесів структурного порушення гірничих порід та розчинення мінералів, що його містять, а також із стічними водами гірничодобувних, збагачувальних, гальванічних виробництв. В поверхневих водах сполуки Zn знаходяться головним чином в розчиненій іонній формі або у формі мінеральних та органічних комплексів. В нерозчиненій формі осаджуються гідроксиди, сульфід, гідрокарбонати, особливо при наявності у воді високодисперсних карбонату кальцію та глини. Zn відноситься до активних у біологічному сенсі мікроелементів, що впливають на нормальний розвиток біоти, в той же час багато із його сполук токсичні, насамперед сульфати та хлориди.

Найбільш вірогідне середньостатистичне розподілення фаз **міді** є 0,19. В українській частині р. Дунай мідь має найбільшу частку у валовій формі. Один з важливіших мікроелементів Cu є необхідним для процесів фотосинтезу, впливає на засвоєння азоту рослинами. Але надлишкові концентрації Cu мають негативний вплив на водну біоту. В поверхневих водах Cu потрапляє із зворотними промисловими та шахтними водами, змивами поверхневим стоком реагентів, що застосовуються у сільському господарстві, та з живлячими підземними водами, що розчиняють мідні сполуки в гірничих породах. Головна форма міграції Cu в поверхневих водах – розчинені сполуки, у тому числі дисоційовані та комплексні утворення. Важкорозчинні у воді

сполуки Cu, в тому числі ліганди та гідроксиди, як правило знаходяться у врівноваженому стані з акваіонами [10].

Розчинні форми **нікелю** у дунайських водах представлені в меншій частці. Найбільш вірогідне середньостатистичне розподілення фаз нікелю є 0,62. В поверхневих водах сполуки Ni, як і інших металів знаходяться в станах розчиненому, колоїдному та твердому у зависях, співвідношення між якими залежить від рівня мінералізації та сольового складу річкової води, pH, Eh та температури. Розчинені форми представляють собою головним чином комплексні іони, часто з органічними кислотами – аміно-, фульво-, гуміновими. Концентрація розчиненої форми Ni може знижуватись у результаті випадіння в осад деяких сполук, як то сульфід, карбонати або гідроксиди при підвищенні pH, а також за рахунок адсорбції на зависях та споживання водною біотою. Сорбентами сполук Ni переважно стають високодисперсні карбонат кальцію та глини, гідроксид заліза, органічні речовини. Присутність нікелю в поверхневих водах в основному обумовлена складом порід, через які проходить живляча річка вода, підвищені концентрації Ni виявляється в водах тих річок, в басейнах яких є мідно-нікелеві та залізо-нікелеві руди. Також у поверхневих водах Ni потрапляє з рослинних, в меншій мірі тваринних організмів при їх розкладі. Значний вміст Ni виявлено у синьо-зелених водоростях. Сполуки Ni присутні у виробничих стічних водах, а також в поверхневих стоках з територій, де присутні значні викиди викопного палива (наприклад - ТЕЦ, що працюють на вугіллі).

Основні характеристики металів що впливають на фазове розподілення наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Биогеохімічні властивості важких металів

Властивості	Fe	Mn	Cu	Ni	Zn
Біохімічна активність	В	В	В	П	В
Токсичність	Н	П	П	П	П
Мінеральна форма поширення	В	П	Н	Н	Н
Органічна форма поширення	В	В	В	В	В
Тенденція до біоконцентрування	В	В	П	В	П
Розчинність сполук	П	П	В	П	В
Здібність до комплексоутворення	В	П	В	Н	В

В – висока, П – помірна, Н – низька [10,11]

Розподіл середніх валових концентрацій досліджуваних елементів у донних відкладах представлений даними звітів за 2007 та 2010

рр. [4,6] Дослідження концентрацій в сухоповітряній масі донних відкладів характеризується даними, що представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Співставлення результатів спостережень вмісту важких металів у донних відкладах р. Дунай за різні роки

Середнє значення по ділянці річки за рік	Вміст елементів в г/кг сухоповітряної маси					Рік
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	
	25,4	0,82	0,050	0,038	0,035	
	22,0	0,63	0,047	0,026	0,042	2010

Розподіл середніх валових концентрацій досліджуваних елементів у донних відкладах відображає наступний ряд:

2007 рік – Fe > Mn > Zn > Cu > Ni.

2010 рік – Fe > Mn > Zn > Ni > Cu.

Означені ряди концентрацій ВМ у донних відкладах співпадають зі статистичними даними, які представлені в таблиці 2. Причому близькість встановлених статистичної вірогідності розподілу фаз Zn, Cu, Ni знаходить відображення також в розподілу концентрацій цих металів у донних відкладах. Наприклад, за даними 2007 р. послідовність концентрацій металів виглядає як Cu > Ni, а за 2010 р. ця послідовність має вигляд Ni > Cu. Беззаперечний пріоритет в концентраціях донних відкладів є у Fe і Mn, з великим відривом від кольорових металів (Zn, Cu, Ni), що повністю відповідає статистичним даним фазового розподілу, приведені в таблиці 2.

Тому вважаємо, що встановлення середнього багаторічного значення співвідношення розчиненої та валової форм металів у воді гірлової ділянки річки може бути використано для експертної оцінки щодо осаду металів в донні відклади.

Висновки. Природні та антропогенні чинники формують особливості активної частини ВМ у водній масі, з якою вони переносяться, та у донних відкладах. Акумуляція ВМ в донних відкладах річкової системи є наслідком зв'язування їх завислими речовинами та наступного осадження. Тому визначення фазового розподілення ВМ у водному середовищі є індикатором їх вмісту в донних відкладах. Основна частина забруднюючих речовин в екосистемах із води переходить у донні відкладення, в результаті чого донні

відклади часто містять високі концентрації забруднюючих речовин, тоді як їх концентрація у воді може і не бути підвищеною. Міграційна рухомість металів в поверхневих водах залежить від співвідношення зважених та розчинених форм. Частіше домінують їх зважені форми. Перш за все, це стосується дунайських вод з високими показниками мутності та наявності у складі зважених речовин мінеральних часточок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васенко А. Г. Проблема комплексного екологічного моніторингу окружающей природной среды при возобновлении глубоководного судового хода Дунай – Черное море./А. Г. Васенко, П. П. Станкевич // Збірник наук. праць. «Людина і довкілля. Проблеми неоекології». – Харків, 2006. – №8. – С. 50-58.
2. Васенко О. Г. Щодо наслідків виконання Програми комплексного екологічного моніторингу довкілля при відновленні та експлуатації глибоководного судового ходу (ГСХ) Дунай-Чорне море /О. Г. Васенко, М. Л. Лунгу // IV Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. наук. ст. УкрНДІЕП – Х., 2008. – Т.1. – С. 297-300.
3. НТЗ: Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море у 2005 р., х/д № 4.1-570- Харків: УкрНДІЕП, 2006.
4. НТЗ: Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море у 2007 р., х/д № 1260/2.1- Харків: УкрНДІЕП, 2008.
5. НТЗ: Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море, х/д №1420/2.1- Харків: УкрНДІЕП, 2009.
6. НТЗ: Комплексний екологічний моніторинг довкілля при відновленні глибоководного судового ходу Дунай – Чорне море у 2010 р., х/д №55/1.1- Харків: УкрНДІЕП, 2011.
7. Мирошниченко О. П. Донные отложения как фактор вторичного загрязнения рек в пределах города./ О. П. Мирошниченко//VI Міжнародної науково-практич-

- ної конференції молодих вчених «Екологічний інте-
лект - 2011» Збірник наук. Праць. – Дніпр-вськ, –
2011. – С. 82-83.
8. Михайлов В. Н. Многолетние изменения уровней
воды в Килийском рукаве дельты Дуная // В. Н. Ми-
хайлов, Е. С. Повалишнікова [та ін]// Водн. ресурси.
– 2001. – 28, № 2. – С. 189-195.
9. Дятлов С. С. Токсичність води і донних відкладень
як показник забруднення /С. С. Дятлов// Біорізнома-
нітність Дунайського біосферного заповідника, збе-
реження та управління. – К.: Наук, думка, 1999. – С.
404 -412.
10. Жежеря В. А. Особенности миграции алюминия в
поверхностных водах с повышенным содержанием
гумусовых веществ: натурные и экспериментальные
исследования/ Жежеря В. А., Лінник П.
М.//Экологическая химия – 2010.–№19(4).– С.213-228.
11. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах: Кон-
троль и оценка влияния/ Дж. Мур, С. Рамамурти;
[Пер. с англ.].– М.:Мир, 1987. – 288 с.

Надійшла до редколегії 14.10.2011

УДК 504.453

С. О. КУР'ЯНОВА

Одеський державний екологічний університет

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОД УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ РІЧКИ ДУНАЙ

Виконано аналіз екологічного стану вод української частини річки Дунай за діючою методикою оцінки якості вод за відповідними категоріями і методикою узагальненого індексу стану вод (I_{CB}) та за рибогосподарськими нормами. Проведено аналіз недоліків існуючої методики.

Ключові слова: комплексна оцінка, якість вод, показник якості, класифікація якості, екологічний стан, блок показників, ефект сумарної дії.

Курьянова С. А. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОД УКРАИНСКОЙ ЧАСТИ РЕЧКИ ДУНАЙ

Выполнен анализ экологического состояния вод украинской части реки Дунай с помощью действующей методики оценки качества по соответствующим категориям и методикой обобщенного индекса состояния вод (I_{CB}), а также в соответствии с рыбохозяйственными нормами. Проведен анализ недостатков действующей методики.

Ключевые слова: комплексная оценка, качество воды, показатель качества, классификация качества, экологическое состояние, блок показателей, эффект суммарного действия

Kuryanova S. ANALYSIS OF THE WATERS ECOLOGICAL STATE OF THE UKRAINIAN DANUBE RIVER PART

In the article there is an analysis of the ecological state of waters of the Ukrainian Danube River part according to the present method of water quality evaluation on to the appropriate categories and methods of OSEU, and fisheries management norm. The deep analysis of disadvantages of the existing present methods was done.

Key words: complex evaluation, waters quality, quality index, quality classification, ecological state, block indexes block, total influence effect

Вступ. Комплексну оцінку якості вод використовують у тих випадках, коли необхідно простежити просторову та часову динаміку змін стану вод об'єкта, який розглядається, а також при зіставленні показників стану вод різних водних об'єктів.

Сучасні методики комплексної оцінки якості поверхневих вод не дозволяють адекватно характеризувати їх стан як середовище мешкання живих організмів (оцінку екологічної системи). Це пов'язано з тим, що вони мають ряд суттєвих недоліків. Не позбавлена цих недоліків і методика [1], яка є обов'язковою при здійсненні оцінки екологічного стану водних об'єктів в Україні.

Метою роботи є аналіз екологічного стану вод української частини річки Дунай за діючою методикою оцінки якості вод за відповідними категоріями [1], за методикою узагальненого індексу стану вод (I_{CB}) [2] та за рибогосподарськими нормами [3].

Матеріали і методи дослідження. Діючі методики комплексної оцінки якості вод засновані на використанні наступних комплексних показників: індексу забруднення води ($I_{ЗВ}$), модифікованого ($I_{ЗВ}$), комплексного індексу забруднення ($KI_{З}$), коефіцієнта забрудненості χ , комплексного показника екологічного стану ($KПЕС$) і узагальненого екологічного індексу (I_E).