
FOREST HYDROLOGY



O. V. Kotovych ✉ Cand. Sci. (Biol.)

UDK 631.6.03

*O. Honchar Dnipropetrovsk National University,
Gagarin ave., 72, Dnipro, Ukraine, 49010*

HEAVY METALS IN THE GROUND WATERS OF PRISAMARYA DNIPROVSKE

Abstract. In conditions of increasing anthropogenic pressure on the objects of the natural environment, an objective assessment of the hydrochemical state of water bodies is necessary, taking into account background values of heavy metals, the presence of which is associated only with natural factors. Therefore, the aim of our studies was to determine the concentration of heavy metals in groundwater lying in different geological and geomorphological conditions in a territory remote from the large industrial centers – Dnipro and Pavlograd.

As a result of the carried out researches it was possible to establish the qualitative and quantitative composition of microelements that are contained in the ground waters of Prissamarya Dniprovske. The most common microelements from those that were determined were zinc, strontium, iron and manganese. In the groundwater of the floodplain of the Samara River the most common are zinc, strontium, iron and manganese. A distinctive feature of the groundwater of the first above-terrace is the presence of a large amount of iron – an average of 2 mg/l³, while this is not observed in the groundwater of the floodplain and steppe areas. This can be attributed to the chemical characteristics of forest litter from needles which has an acidic pH reaction. In turn, with acid reaction, iron passes from the bound state to the free state and, together with the descending streams of water, migrates from the soil to the groundwater.

Among the microelements of the second above-the-top terrace, zinc, copper, iron and manganese predominate. Other trace elements from those that were determined are absent, or their number is below the sensitivity limit of the device. With a deep bedding of groundwater (22 m) and their slow water exchange with surface waters among the microelements, zinc, cadmium, copper, nickel, cobalt, iron and manganese predominate.

The direction of the migration of microelements in the system soil ↔ groundwater can be determined by calculating the concentration of chemical elements in the soil and groundwater contained. The concentrations obtained for lead, copper, nickel and manganese in the majority of the investigated objects turned out to be less than one, which indicates the predominance of processes of removal of microelements from soil to groundwater. At the same time for groundwaters of the first above-the-top terrace there is accumulation of such microelements as copper and manganese. Here the maximum value of the clark concentration for copper is 18.14, for manganese 14.66.

Considering the absence of close proximity to the territory of the research of large industrial facilities and highways with intensive traffic, the indicators obtained by us can be used as background values in complex biogeocenological studies. In addition, the values obtained can be useful for

✉ Tel.: +38067-800-70-25, e-mail: bgz@ua.fm

DOI: 10.15421/041617

assessing the hydrochemical and toxicological state of natural waters, as well as for the integrated ecohydrological assessment of water bodies in this region.

Key words: *microelements, groundwater, clarke concentration of matter.*

УДК 631.6.03

А. В. Котович

канд. биол. наук

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
просп. Гагарина, 72, г. Днепр, Украина, 49010,
тел.: +38067-800-70-25, e-mail: bgz@ua.fm*

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ ПРИСАМАРЬЯ ДНЕПРОВСКОГО

Аннотация. В условиях возрастающей антропогенной нагрузки на объекты природной среды необходима объективная оценка гидрохимического состояния водных объектов, учитывающая фоновые значения тяжелых металлов, наличие которых связано только с естественными факторами. Поэтому целью наших исследований было определение концентрации тяжелых металлов в грунтовых водах, залегающих в разных геологических и геоморфологических условиях на территории, отдаленной от больших промышленных центров.

В результате проведенных исследований удалось установить качественный и количественный состав микроэлементов, которые содержатся в грунтовых водах Присамарья Днепропетровского. Наиболее распространенными микроэлементами из тех, которые определялись, являются цинк, стронций, железо и марганец. Показана зависимость качественного и количественного состава микроэлементов от режимобразующих факторов и направленность процессов их миграции в системе почва ↔ грунтовые воды.

Ключевые слова: *микроэлементы, грунтовые воды, кларк концентрации вещества.*

УДК 631.6.03

О. В. Котович

канд. биол. наук

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
просп. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49010,
тел.: +38067-800-70-25, e-mail: bgz@ua.fm*

ВАЖКІ МЕТАЛИ В ПІДГРУНТОВИХ ВОДАХ ПРИСАМАР'Я ДНІПРОВСЬКОГО

Анотація. За умов зростаючого антропогенного навантаження на об'єкти природного середовища важливою є об'єктивна оцінка гідрохімічного стану водних об'єктів, яка б урахувала фонові значення важких металів, наявність яких обумовлена лише природними чинниками. Тому метою наших досліджень було визначення концентрації важких металів у підгрунтових водах, що залягають у різних геологічних та геоморфологічних умовах, на території, віддаленій від великих промислових міст.

У результаті проведених досліджень було встановлено якісний та кількісний склад мікроелементів, які містяться у підгрунтових водах Присамар'я Дніпровського. Найбільш поширеними з мікроелементів, які визначались, є цинк, стронцій, залізо та марганець. Показано залежність якісного та кількісного складу мікроелементів від режимоутворюючих факторів та спрямованість процесів їх міграції у системі ґрунт ↔ підгрунтові води.

Ключеві слова: *мікроелементи, підгрунтові води, кларк концентрації речовини.*

ВСТУП

У гідроекологічній характеристиці водних об'єктів вміст важких металів характеризує токсикологічний стан природних вод і використовується при комплексній екологічній оцінці якості води (Oksiyuk et al., 1993). Як основні критерії, за допомогою яких проводять оцінку природних вод, використовують показник – ГДК (гранично допустима концентрація) для рибного господарства або водопостачання. На фоні зростаючого антропогенного навантаження на об'єкти природного середовища відбувається забруднення природних вод відходами промисловості.

Найбільш поширеними важкими металами в об'єктах навколишнього середовища вважають Cu, Zn, Co, Ni, Mn, Mo, Pb, Cr та Sn (Zhovinskiy, Kurayeva, 2002). З перелічених мікроелементів ми визначали Cu, Zn, Co, Ni, Mn, Pb, а також Sr, Cd та Fe. Місце розташування водних об'єктів, у яких ми відбирали зразки, знаходиться на відстані більше 55 км від великих промислових центрів – м. Дніпра та Павлограду. З урахуванням цього можна вважати, що отримані значення по вмісту важких металів можна використовувати як фонові при еколого-гідрологічних дослідженнях цього регіону. При вибиранні місць для відбору зразків підґрунтових вод використовували ландшафтний підхід, оскільки при цьому враховується групування підґрунтових вод за умовами однотиповості їх режиму та властивості водовмісних порід.

Раніше нами було встановлено, що рівневий режим підґрунтових вод, розташованих у межах території досліджень, тісно пов'язаний з метеорологічними показниками – атмосферними опадами, температурою повітря та ін. (Kotovych, 2010, 2010, 2014). Структура рівневого режиму має три характерних періоди, а саме: зимово-весняного підйому; весняно-осіннього спаду і осіннього підйому. Виходячи з цього підґрунтового води можна віднести до підземних вод зони активного водообміну, або зони гіпергенезу. За таких умов спостерігається тісний зв'язок між сезонними змінами рівня і сезонними змінами йонного складу та загальної кількості солей у підґрунтових водах. При постійній сезонній динаміці гідрохімічного складу дані разових вимірювань мікроелементів, безумовно, не можна вважати вичерпною інформацією щодо їх вмісту. Разом з тим наведені дані надають уявлення про їхній розподіл у певних ландшафтах та можуть бути використані при розробленні проектів водокористування в межах території досліджень. У гідроекологічній характеристиці водних об'єктів вміст важких металів характеризує токсикологічний стан природних вод і використовується при комплексній екологічній оцінці якості води (Oksiyuk et al., 1993). Як основні критерії, за допомогою яких проводять оцінку природних вод, використовують показник ГДК для рибного господарства або водопостачання. На фоні зростаючого антропогенного навантаження на об'єкти природного середовища відбувається забруднення природних вод відходами промисловості.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проби води зі свердловин відбирали за допомогою желонки, обладнаної на нижньому кінці кульковим клапаном. Перед відбиранням свердловина чистилась тією самою желонкою з таким розрахунком, щоб об'єм піднятої зі свердловини води становив не менше п'яти об'ємів самої свердловини. Визначення важких металів проводив старший науковий співробітник НДІ біології ДНУ ім. О. Гончара Ю. Б. Смирнов на атомно-абсорбційному спектрофотометрі AAS 115 виробництва науково-виробничого підприємства «Укрросприлад», м. Суми. При цьому використовували метод електротермічної атомізації. Атомізація проби води відбувається в графітовій кюветі і складається з трьох послідовних етапів: висушування, озонення й атомізації. Сам процес здійснюється при нагріванні графітової кювети електрострумом в інертному газі (аргоні), при цьому всі три етапи проходять відповідно до команд, закладених у прилад за допомогою програми «AAS SPEC».

Оцінку якості води проводили згідно з комплексною екологічною класифікацією поверхневих вод суші (Oksiyuk et al., 1993). Гідрохімічна класифікація – за О. А. Алекінім (Alekin, 1970). Характеристика макрокомпонентів у хімічному складі підґрунтових вод Присамар'я Дніпровського наводилась нами та іншими авторами раніше (Travleyev, 1977; Kotovych, 2015).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Заплава р. Самари в межах території досліджень відноситься до середніх або високих заплав з перевищенням поверхні над рівнем води в річці на 5–10 м.

Водовмісними породами тут є піски четвертинного алювію, сучасного та верхнього відділу (Travleyev, 1972). Дзеркало поверхні підґрунтових вод – з 3,5 м. Загальна мінералізація змінюється в інтервалі від 1350 до 1670 мг/дм³, але йонний склад протягом сезону залишається сталим і визначається як сульфатно-кальцієвий, другого або третього типу. Реакція рН нейтральна, за винятком підґрунтових вод у межах пробних площ № 214 і 215 – слабкокіслова. Гідрохімічний режим підґрунтових вод заплави нами контролюється в свердловинах № 208, 209, 214 та 215, які розташовані паралельно руху підґрунтових вод у напрямку річища р. Самари (за цією ж нумерацією позначаються й стаціонарні пробні площі Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету ім. Олесея Гончара). Свердловини № 214 і 215 знаходяться поблизу с. Кочережки Павлоградського р-ну, а № 209 і 208 – поблизу с. Андріївки Новомосковського р-ну.

З мікроелементів, які ми визначали в підґрунтових водах заплави, найбільш поширені цинк, стронцій, залізо та марганець. Ці мікроелементи присутні у всіх підґрунтових водах заплави. При цьому більш рівномірно поширені йони стронцію та заліза – їх мінливість варіює не більше ніж у два рази. Амплітуда змін марганцю та цинку є значно більшою і змінюється від 0,18–0,91 до 0,01–0,43 мг/дм³ відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст мікроелементів у підґрунтових водах заплави, мг/дм³

№ пробної площі	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Co	Sr	Fe (зар.)	Mn
214	0,20	0,040	0,19	0,02	0,04	0,01	0,33	0,2	0,91
215	0,43	0,003	0,15	0,02	0,02	*	0,16	0,4	0,33
209	0,01	*	*	0,01	0,01	*	0,16	0,2	0,18
208	0,01	*	*	*	*	*	0,16	0,4	0,25

Примітка. Знак * означає, що відповідні мікроелементи або відсутні, або їх вміст нижчий від верхнього порогу чутливості приладу.

Кадмій, свинець, мідь та нікель присутні в більш мінералізованих підґрунтових водах заплави – свердловини № 214, 215 та 209. Кобальт виявлено лише в найбільш мінералізованих підґрунтових водах – свердловина № 214. У підґрунтових водах зі свердловини № 208 згадані мікроелементи знаходяться в кількості, меншій за чутливість методу, за допомогою якого їх визначали. Мінімальний вміст мікроелементів у цих підґрунтових водах можна пов'язати з тим, що ця свердловина знаходиться на колорічечному валу, близько 15 м від річища р. Самари. Зона аерації складена з піщаного алювію, тому тут відбувається найбільш інтенсивний водообмін не лише між підґрунтовими водами та атмосферою, а й підґрунтовими водами і водами ріки. Загальна мінералізація підґрунтових вод менша, ніж у центральній заплаві, в іонному складі сульфати заміщуються гідрокарбонатами кальцію та магнію.

Підґрунтові води першої надзаплавної тераси р. Самари за мінералізацією та йонним складом відрізняються від підґрунтових вод заплави, що має зв'язок зі складом мікроелементів. Перша надзаплавна тераса має перевищення над поверхнею води в річці 15, а іноді 25 м. Водовмісними тут є піски четвертинного алювію, верхнього та середнього відділу (Travleyev, 1972). Рельєф має дюнний характер, внаслідок чого підґрунтові води в міждюнних западинах знаходяться на глибині 1–1,5 м, а під верхівками піщаних дюн глибина їх залягання сягає 7,5–8,5 м. Гідрологічний режим визначається метеорологічними показниками та водно-фізичними властивостями ґрунтів зони аерації. Відмінною гідрохімічною рисою підґрунтових вод першої надзаплавної тераси є їхня низька мінералізація. Протягом календарного року цей показник не залишається сталим, а змінюється від 65 до 120 мг/дм³ у міждюнних западинах і 120–160 мг/дм³ під верхівками дюн. Йонний склад протягом сезону залишається сталим і визначається як гідрокарбонатно-кальцієвий, першого або другого типу. Значення рН – від 6,1 до 3,9. Для контролю

гідрохімічного режиму підґрунтових вод першої надзаплавної тераси ми використовуємо свердловини № 211, 212, 216 та 310, які також входять до моніторингової мережі і розташовані в одному створі зі свердловинами, що знаходяться у заплаві. Свердловина № 310 знаходяться поблизу с. Сосновка Павлоградського р-ну над шахтними полями шахти «Павлоградська». Свердловина № 216 поблизу с. Кочережки того ж району, свердловини № 211 і 212 – поблизу с. Андріївка Новомосковського р-ну.

Відмінною особливістю підґрунтових вод першої надзаплавної тераси, на фоні їх надзвичайної бідності на макро- і мікроелементи, є наявність загального заліза в кількостях, що в декілька десятків разів перевищують аналогічні показники в підґрунтових водах інших територій (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст мікроелементів у підґрунтових водах першої надзаплавної тераси (арени), мг/дм³

№ пробної площі	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Co	Sr	Fe (заг.)	Mn
310	0,12	0,001	*	0,01	0,01	*	*	1,4	0,33
216	0,15	*	*	0,01	*	*	*	1,5	0,27
212	0,26	*	*	0,03	*	*	*	2,4	0,10
211	0,14	*	*	0,01	*	*	*	2,2	0,40

Примітка. Знак * означає, що відповідні мікроелементи або відсутні, або їх вміст нижчий від верхнього порогу чутливості приладу.

Геохімічними концентраторами тут є алювіальні поклади, у яких у знижених ділянках рельєфу при надлишковому зволоженні та аеробних умовах формуються новоутворення у вигляді ортштейнів та ортзандів. Горизонти з подібними новоутвореннями прив'язані до зони капілярного підняття підґрунтових вод і маркірують кордон між окислювальними та відновлювальними умовами. Залізо в підґрунтових водах тут має біогенне походження, а первинним його джерелом вважають лісову підстилку. Кисла реакція середовища сприяє переходу заліза із сорбованого на мінеральних і органічних речовинах стану у вільне (Никаноров, 1989). Тому підґрунтові води піщаних терас мають у своєму стані багато заліза. Наявність іонів цинку можна пов'язати з тим, що основним типоморфним катіоном тут є кальцій, одним з геохімічних супутників якого є цинк. Марганець вважається супутником заліза, яке міститься на піщаних терасах у значних кількостях. У цілому низький вміст інших мікроелементів у таких ландшафтах пов'язують з геохімією ґрунтоутворних та підстеляючих порід. Так, Є. Я. Жовинський (Zhovinskiy, Kurayeva, 2002), посилаючись на В. А. Ковду (Kovda et al., 1973) пов'язує це явище з підвищеним вмістом кварцу в осадових породах. У нашому випадку водовмісними є білі кварцові піски, тому бідність підґрунтових вод у більшості з досліджуваних мікроелементів узгоджується з цим положенням.

Підґрунтові води другої надзаплавної тераси розташовуються з глибини 1,5 м. Поверхня тераси має рівну, спокійну поверхню, складена з щільних і дуже щільних, глинистих і важкоглинистих лучно-солонцьових і лучних ґрунтів. Водовмісними є стародавні, карбонатні алювіальні супіски або суглинки. Загальна мінералізація відрізняється від мінералізації підґрунтових вод піщаної тераси і заплави р. Самари і протягом сезону змінюється з 2650 мг/дм³ навесні до 3110 мг/дм³ восени. За йонним складом відноситься до хлоридного класу натрієво-калієвої групи другого або третього типу. Показники рН характеризують ці ґрунтові води як нейтральні або слабколужні. Контроль рівневого та гідрохімічного режимів проводимо у свердловині № 220.

У складі мікроелементів цих підґрунтових вод присутні цинк, мідь, залізо та марганець. Інші елементи з мікрокомпонентів відсутні або присутні у слідовій кількості (табл. 3).

Над другою надзаплатною терасою знаходиться лівий корінний берег р. Самари. Ґрунтовий покрив представлено чорноземами звичайними різного ступеня змитості. Підґрунтові води – з 8 м. Водовмісними є піски неогену. Контроль рівневого та гідрохімічного режимів проводимо у свердловині № 223, яка знаходиться в посадці на рівній ділянці. Загальна мінералізація підґрунтових вод – 1250 мг/дм³, реакція рН нейтральна або слабколужна. З мікроелементів, що визначали, присутні всі, крім стронцію. Цинк і марганець мають найбільшу масову частку.

Таблиця 3

Вміст важких металів у підґрунтових водах, лівого корінного берега р. Самари, мг/дм ³									
№ пробної площі	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Co	Sr	Fe (заг.)	Mn
220	0,31	*	*	0,02	*	*	*	0,1	0,22
223	0,56	0,003	0,25	0,01	0,04	0,01	*	0,1	0,79

Примітка. Знак * означає, що відповідні мікроелементи або відсутні, або їх вміст нижчий від верхнього порогу чутливості приладу.

Підґрунтові води правобережжя р. Самари у створі між селами Кочережки - Андріївка відносяться до зональних і мають гідрохімічний склад, властивий підґрунтовим водам степової зони України. Правобережжя р. Самари в районі досліджень від с. Кочережки до с. Андріївки має розгалужену яружно-балкову мережу, глибоко врізану в лесові поклади. Багато балок вкрито природною ліською рослинністю, деякі балки мають штучні масивні ліскові насадження. Глибина залягання підґрунтових вод в залежності від рельєфу змінюється в інтервалі від 9 до 25 м. Гідрохімічні показники залежать від інтенсивності водообміну з поверхнею – умови інфільтраційного живлення, дренажу водоносних горизонтів, температурних показників та ін. Загальна мінералізація підґрунтових вод змінюється від 630 мг/дм³ в місцях виходу на денну поверхню до 2100 мг/дм³ в місцях із уповільненим водообміном з максимальною глибиною залягання. Іонний склад також залежить від режимоутворюючих факторів. Так, за умов інтенсивного водообміну підґрунтові води мають гідрокарбонатний клас та кальцієву або кальцієво-магнієву групу першого типу. При уповільненому водообміні з глибиною залягання більше 20 м в їх іонному складі зростає доля сульфат-іонів, також підвищується вміст йонів магнію. Реакція рН слабколужна. Водовмісними є світло-жовті супіски або суглинки харківського ярусу палеогену. Режим підґрунтових вод контролюємо в свердловинах № 201а – ділянка степового плакору з дзеркалом поверхні підґрунтових вод 12 м, № 204 – верхня частина схилу байраку Капітанівського до поверхні підґрунтових вод 22 м, № 206 і 207 – схили правого берега р. Самари – підґрунтові води з глибини 12 і 10 м.

Склад мікроелементів різноманітний. На ділянках степового плакору з глибиною підґрунтових вод 12 м (пробна площа № 201а) з мікроелементів, що визначались, присутні кадмій, залізо та марганець (табл. 4).

При глибині підґрунтових вод 22 м та уповільненому водообміні (пробна площа № 204) їх склад більш насичений мікроелементами. З тих, що визначались, удалось установити цинк, кадмій, мідь, нікель, кобальт, залізо та марганець. На ділянках схилів правого берега р. Самари за умов більш інтенсивного водообміну (пробні площі № 206, 207) у підґрунтових водах присутня більша кількість мікроелементів, ніж на ділянці степового плакору.

Найбільш поширеними мікроелементами з тих, що досліджувались і наявність яких удалось встановити у всіх досліджуваних зразках, виявились загальне залізо, марганець та цинк. Мінімальний вміст заліза з усіх досліджуваних ділянок відзначається в найбільш засолених підґрунтових водах нижньої третини корінного берега р. Самари – пробна площа № 220, а максимальні його значення властиві підґрунтовим водам піщаних терас Присамар'я. Певний зв'язок між

макрокомпонентами йонного складу та вмістом мікроелементів простежується у вигляді зв'язків між типоморфними елементами та їх супутниками. Так, раніше (Kotovych, 2015) нами було встановлено, що за переважаючим катіоном підгрунтового води більшої частини території досліджень мають кальцієву, а в місцях з уповільненим водообміном – кальцієво-натрієву групу, тобто, проводячи паралель з геохімічними процесами, основним типоморфним елементом тут можна вважати кальцій. Геохімічними супутниками кальцію є Sr, Ra, Ba та Zn. Зі згаданих мікроелементів нами визначались стронцій та цинк. Цинк міститься у всіх досліджуваних зразках, крім зразка з території степового плакору, але підгрунтового води степових ділянок з глибоким заляганням характеризуються взагалі низьким вмістом мікроелементів. Стронцій у незначній кількості міститься в підгрунтових водах під місцезростаннями з багатою лісовою рослинністю, представленою широколистяними заплавами (ПП № 208, 209, 214, 215) та байрачними (ПП № 206, 207) лісами.

Таблиця 4

Вміст важких металів у підгрунтових водах правобережжя р. Самари, мг/дм ³									
№ пробної площі	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Co	Sr	Fe (заг.)	Mn
201a	*	0,001	*	*	*	*	*	0,6	0,70
204	0,08	0,114	*	0,01	0,03	0,01	*	0,1	0,01
206	0,20	*	*	0,01	0,01	*	0,16	0,2	0,62
207	0,29	0,005	0,01	0,03	0,06	0,02	0,08	0,6	0,70

Примітка. Знак * означає, що відповідні мікроелементи або відсутні, або їх вміст нижчий від верхнього порогу чутливості приладу.

Отримані дані щодо вмісту мікроелементів у підгрунтових водах самі по себе дозволяють використовувати їх лише з позиції оцінки токсикологічного стану підгрунтових вод при комплексній екологічній класифікації та придатності їх для водокористування. Разом з тим залишається відкритим питання антропогенної складової в загальному балансі мікроелементів у підгрунтових водах конкретних територій. Виокремлення антропогенної складової є складним завданням, вирішення якого потребує знання гідрохімічного балансу з урахуванням хімічного складу напірних підземних вод з розташованих нижче водоносних горизонтів, величини їх рН, часу контакту підгрунтових вод з водовмісними породами, вмісту мікроелементів у ґрунтах зони аерації, спрямованістю та інтенсивністю міграції мікроелементів у системі ґрунт ↔ підгрунтова вода.

Знайти вичерпну відповідь на це запитання заважає відсутність відомостей щодо гідрохімічного складу напірних вод та їхньої частки в загальному балансі підгрунтових вод у районі досліджень. Частково відповісти на це запитання можна, використавши кларк концентрації хімічного елемента, який визначається як відношення вмісту хімічного елемента в певному природному об'єкті до кларка цього елемента в літосфері і показує спрямованість процесів акумуляції або розсіювання хімічних елементів (Vernadsky, 1967). У нашому випадку природним об'єктом є підземні води, а середні значення по вмісту мікроелементів у літосфері можна замінити на середній вміст мікроелементів у ґрунтоутворюючих породах Присамар'я. Для цього необхідно перевести у з'єднанні значення вміст мікроелементів у підгрунтових водах та ґрунтах. На наш погляд, це краще зробити, перевівши абсолютні значення мг/дм³ та мг/кг у відносні відсотки.

Вміст деяких мікроелементів у ґрунтах Присамар'я досліджували співробітники Дніпропетровського національного університету Н. М. Цветкова (Tsvetkova, 1992) та М. С. Якуба (Yakuba, 2005). У результаті досліджень вони установили, що вміст мікроелементів у ґрунтах визначається властивостями ґрунтоутворюючих порід, видовим складом рослинності окремих біогеоценозів та їх місцем у ландшафті.

Отримані кларки концентрації деяких мікроелементів у підґрунтових водах у більшості випадків становлять менше одиниці, що свідчить про інтенсивні процеси виносу мікроелементів (табл. 5).

Таблиця 5

**Кларки концентрації деяких мікроелементів у підґрунтових водах
Присамар'я Дніпровського**

№ ПП	Pi	Cu	Ni	Mn
214	1,36	0,14	2,35	0,81
215	–	0,15	1,31	0,26
209	–	0,28	0,25	0,48
212	–	18,14	–	8,31
211	–	5,23	–	14,66
204	–	0,48	0,36	0,01

Випадки збільшення цього показника до одиниці і більше властиві для місць, де відбуваються процеси біогенної та гідрогенної акумуляції речовин у вигляді дернового ґрунтоутворного процесу та орудніння – пробні площі № 211 та 212. Тут відносний вміст міді та марганцю в підґрунтових водах у декілька разів перевищує аналогічні показники, властиві для піщаних ґрунтів зони аерації. Це свідчить про активний винос цих елементів з ґрунтової товщі та їх акумуляцію в підґрунтових водах. Кларк концентрації більше одиниці для свинцю і нікелю зафіксовано у місцях з депресійним характером поверхні, уповільненим водообміном, слабкокислою реакцією рН та підвищеною загальною мінералізацією – пробні площі № 214 і 215. Мінімальна кларкова концентрація мікроелементів властива підґрунтовим водам з максимальною глибиною поверхні – пробна площа № 204.

ВИСНОВКИ

Склад мікроелементів у підґрунтових водах Присамар'я мінливий у просторі і демонструє певну залежність від режимоутворюючих факторів.

Найбільш поширеними з досліджуваних мікроелементів заплави є цинк, стронцій, залізо та марганець.

Відмінною особливістю підґрунтових вод першої надзаплавної тераси на фоні їх надзвичайної бідності на макро- і мікроелементи є наявність загального заліза в кількостях, що в декілька десятків разів перевищують аналогічні показники в підґрунтових водах інших територій.

Серед мікроелементів у підґрунтових водах другої солонцюво-солончакової надзаплавної тераси переважають цинк, мідь, залізо та марганець. Інші мікроелементи з тих, що досліджувались, відсутні або присутні у слідовій кількості.

При глибокому розташуванні підґрунтових вод (22 м) у їх складі переважають цинк, кадмій, мідь, нікель, кобальт, залізо та марганець.

Процеси міграції мікроелементів у системі ґрунт ↔ підґрунтові води мають одностороннє спрямування, що підтверджується низьким значенням кларкової концентрації мікроелементів у більшості випадків. Виключенням є підґрунтові води піщаної тераси, де цей показник збільшується у десятки разів.

Враховуючи відсутність близького розташування від території досліджень промислових об'єктів та великих автомагістралей, близькість яких сприяє накопиченню у підґрунтових водах мікроелементів, отримані нами показники можна використовувати як фонові значення при подальших комплексних біогеоценологічних дослідженнях. Крім того, отримані дані можна використовувати для оцінки гідрохімічного і токсикологічного стану природних вод, а також для комплексної екогідрологічної оцінки водних об'єктів даного регіону.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Alekin, O. A., 1970. Osnovy gidrokhimii [Fundamentals of hydrochemistry]. Leningrad (in Russian).
- Kotovych, O. V., 2010. Vplyv lisovykh biogeotsenoziv na rezhym ta balans gruntovykh vod u mezhakh zaplavnykh dilianok r. Samary Dniprovskoi [The influence of pine ecosystems on the conditions and the balance of underground waters on the sandy terraces of Samara Dniprovskaya river valley]. Ecology and Noospherology 21(3–4), 62–72 (in Ukrainian).
- Kotovych, O. V., 2010. Vplyv sosnovykh biogeotsenoziv na rezhym ta balans gruntovykh vod na pishchannykh terasakh dolyny r. Samary Dniprovskoi [Forest biogeocenosis' influence on the conditions and the balance of the groundwater in the floodplain of the river Samara Dnirovskaya]. Gruntoznavstvo 11(1–2), 65–78 (in Ukrainian).
- Kotovych, O. V., 2014. Vologoobig u bairachnykh dibrovakh stepovogo Prydniprovia [The hydrological cycle in the ravine oak forests of steppe Prydniprovia]. Gruntoznavstvo 15(1–2), 89–100 (in Ukrainian).
- Kotovych, O. V., 2015. Ekologo-gidrokhimichna kharakterystyka gruntovykh vod Prysamaria Dnirovskogo yak indyikator stanu etalonnykh ta destruktivnykh biogeotsenoziv [Environmental hydrochemical characteristics of groundwater in Dnieper Prysamaria as state indicator of reference and destructive biogeocenoses]. Gruntoznavstvo 16(1–2), 89–101 (in Ukrainian).
- Kovda, V. A., Zyrin, N. G., Tyuryukanov, A. N., 1959. Mikroelementy v pochvakh Sovetskogo Soyuza [Microelements in the soils of the Soviet Union]. MSU, Moscow (in Russian).
- Oksiyuk, O. P., Zhukinsky, V. N., Braginsky, L. P., 1993. Kompleksnaia ekologicheskaia klassifikatsiia kachestva poverkhnostnykh vod sushi [Integrated ecological classification of surface water quality of the land]. Gydrobiol. Journal 29(4), 62–77 (in Russian).
- Shvartsev, S. L., 1978. Gydrogeokhimiia zony gipergeneza [Hydrogeochemistry of the hypergenesis zone]. Nedra, Moscow (in Russian).
- Spravochnik po gidrokhimii, 1989 [Handbook of hydrochemistry]. Ed. A. M. Nikanorova. Gidrometeoizdat, Leningrad (in Russian).
- Travleev, L. P., 1972. K stratigrafii chetvertichnykh otlozhenij pravoberezhia Prisamarskogo statsionara [Towards the stratigraphy of quaternary deposits on the right bank of the Prissamar station]. Questions of steppe forest science 3, 51–60 (in Russian).
- Tsvetkova, N. N., 1992. Osobennosti migratsii organo-mineralnykh veshchestv i mikroelementov v lesnykh biogeotsenozakh stepnoj Ukrainy [Peculiarities of migration of organomineral substances and microelements in forest biogeocenoses of steppe Ukraine]. DSU, Dnepropetrovsk (in Russian).
- Vernadsky, V. I., 1967. Biosfera [Biosphere]. Mysl, Moscow (in Russian).
- Zhovinsky, E. Ya., Kuraeva, I. V., 2002. Geokhimiia tiazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy [Geochemistry of heavy metals in soils of Ukraine]. Naukova dumka, Kiev (in Russian).
- Yakuba, M. S., 2005. Monitoryng umistu kadmiyu i tsynku v biogeotsenozakh zelenoi merezhi Prysamaria Dnirovskogo [Monitoring the contents of cadmium and zinc in biogeocenoses green network Prysamaria Dnieper]. Ecology and Noospherology 16(3–4), 263–271 (in Ukrainian).
- Zhovinskiy, E. Y., Kurayeva, I. V., 2002. Geokhimiya tyazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy [Geochemistry of Heavy Metals in Soils of Ukraine]. Naukova dumka, Kiyev (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 01.11.2016