

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ХІМІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У ПРИРОДНИХ ВОДОЙМАХ м. КИЄВА

**О.Р. Акімова, І.В. Кураєва, А.І. Самчук**

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України,  
03680, просп. Палладіна, 34, г. Київ, Україна  
igmr@igmof.gov.ua*

Проведено дослідження закономірностей розподілу хімічних елементів у поверхневих водах території м. Києва. Вперше отримані дані про вміст у досліджуваних водах мікроелементів за допомогою метода мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS). За результатами гідрогеохімічного опробування відкритих водойм з використанням фонових параметрів виділені локальні аномалії підвищеного вмісту деяких важких металів. Встановлено, що досліджені поверхневі води належать до прісних та відносно прісних з підвищеною мінералізацією, що можна пояснити впливом мегаполісу. Отримано еколого-геохімічні параметри кількісного складу макро- і мікроелементів, зокрема важких металів, необхідних для об'єктивної оцінки екологічного стану досліджуваної території.

**Вступ.** Проблема забруднення навколишнього середовища не тільки теоретична, а і практична задача, рішення якої є першочерговим для суб'єктів господарювання, передовсім до класичних урбанізованих природно-техногенних геосистем, до яких належить і м. Київ.

У гідрологічному та гідрогеохімічному вивченні території м. Києва брали участь такі видатні вчені як К.М. Феофілактів, А.В. Рогович, П.А. Тутковський, П.Я. Армашевський, В.І. Лучицький та ін. Триває це вивчення понад 150 років. Результати робіт наведені у багатьох фондових та опублікованих виданнях, що не втратили значення до сьогодні. Найбільш повно геологічну будову та історію вивчення території міста описали у своїх звітах і роботах М.Н. Ключніков і В.М. Соловицький.

Детальніше вивчив, узагальнив та описав фактичний матеріал з геології та гідрогеології м. Києва видатний український вчений К.І. Маков у роботах "Підземні води Української РСР" (1947) і "Гидрогеология г. Киева" (1948). В них, поряд з іншими питаннями, наведена оцінка горизонтів четвертинного віку і рекомендації щодо використання підземних вод м. Києва.

© О.Р. Акімова, І.В. Кураєва, А.І. Самчук, 2011

З робіт, найбільш близьких за характером до геолого-екологічних досліджень, слід відзначити роботи К.Д. Ткаченко і Л.Г. Руденко "Встановлення закономірностей міграції вологи і мінеральних компонентів в зоні аерації при технізації середовища людини на прикладі території м. Києва" (1979), "Вивчення впливу територіального розвитку м. Києва і забрудненості повітря на склад мінеральних компонентів в підземних водах (на прикладі Феофанії)" (1980). В цих роботах наведені рекомендації зокрема й з охоронної діяльності, спрямованої на збереження поверхневих і підземних вод.

Значний внесок у вивчення геохімічного стану території м. Києва належить Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, співробітниками якого (А.Я. Абраміс, Е.Я. Жовінським, І.В. Кураєвою, Н.О. Крюченко) видано ряд робіт з цього питання [1, 4, 12].

Нещодавно співробітниками Інституту географії НАН України (В.І. Галицьким, В.С. Давидчуком, Л.М. Шевченко та ін) проведено ландшафтно-геохімічні дослідження, під час яких вивчено джерела забруднення отрутохімікатами, промисловими викидами, сміттєзвалища тощо.

Велику увагу дослідженню хімічного складу та якості поверхневих вод приділяють співробіт-

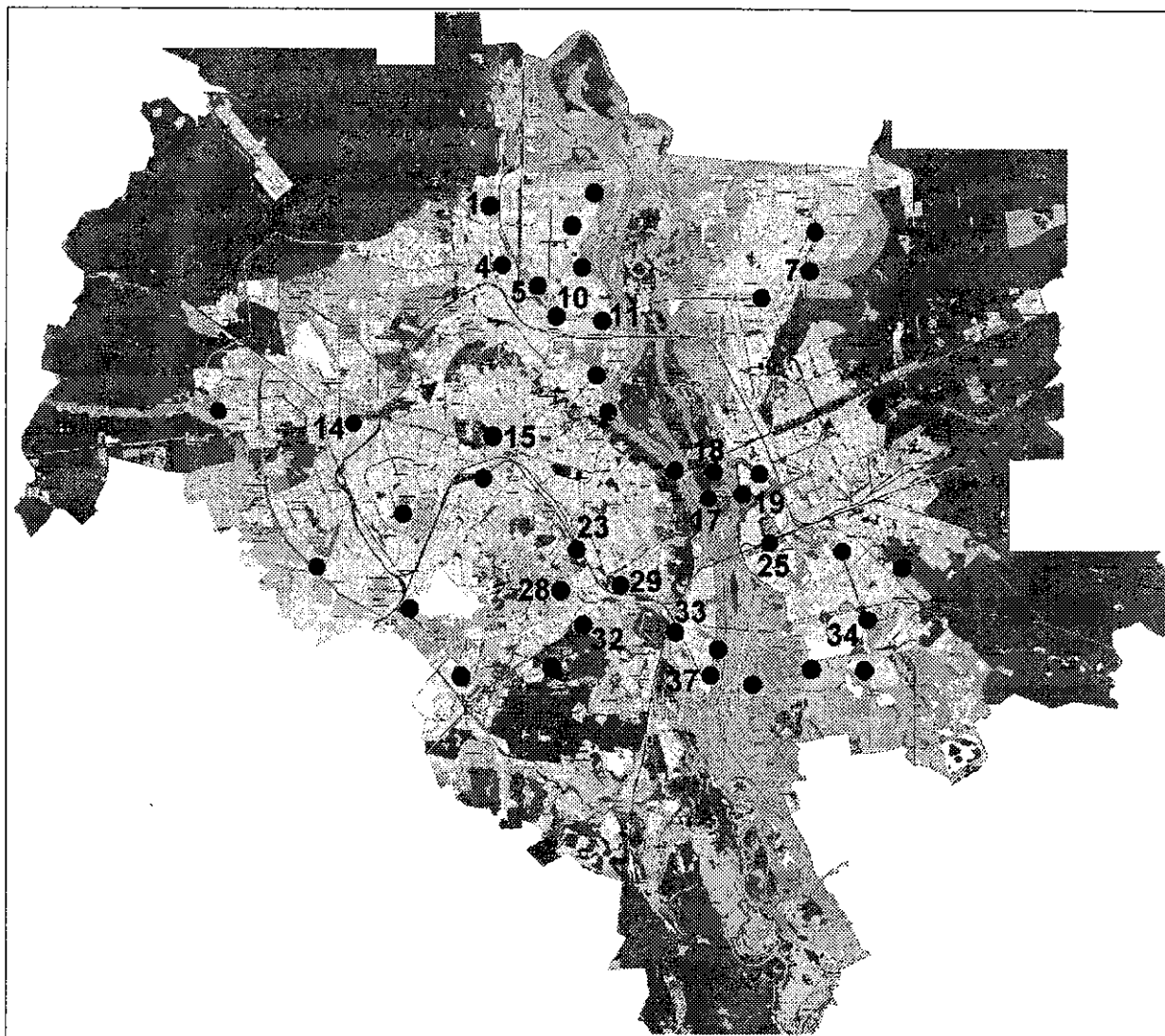


Схема розташування точок відбору проб води: 1, 4, 5, 10, 11 – Опіченські озера; 7 – озеро Алмазне; 14 – озеро поблизу станції метро Нивки; 15 – озеро у Зоопарку; 17, 18 – Гідропарк; 19 – Русанівська протока; 23 – середня течія р. Либідь; 25 – озеро Тельбін; 28 – Совські ставки; 29 – озеро поблизу станції метро Либідська; 32 – ставок на Голосіївській площі; 33 – озеро поблизу станції метро Видубичі; 34 – озеро Вирлиця; 37 – гирло р. Либідь

ники Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту НАН України (В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Б.І. Набиванець та ін).

**Природні умови території досліджень.** Територія м. Києва знаходиться у зоні занурення північно-східного схилу Українського щита в бік Дніпровсько-Донецької западини [5], а саме у зоні зчленування цих структур. Межа між ними проходить вздовж Дніпровської зони розломів, яка у рельєфі збігається з долиною р. Дніпро.

В геоморфологічному плані район досліджень знаходиться в басейні р. Дніпро: північна його частина в межах Поліської низовини, східна і південно-східна в межах Придніпровської низовини, західна і південно-західна – в межах Придніпровської височини.

Долина р. Дніпро відрізняється чітко асиметричною будовою: правий схил крутий, уривчастий

з висотою до 80–100 м [11], лівий берег – пологий, зайнятий поймою і трьома надпойменними терасами. Перша і друга надпойменні тераси розвинуті по всьому лівому схилу долини Дніпра, а третя простежується у вигляді великого останця на лівому березі; на правому вона простежується місцями.

Найбільшими притоками р. Дніпро в межах Києва є р. Трубіж та струмок Дарницький (ліві), ріки Либідь, Сирець, Віта та ін. (праві).

Озера та ставки на території Києва зустрічаються у межах пойм річок доволі рідко. Серед каналів на території міста найбільшим є Русанівський.

Досліджувана територія знаходиться на стику двох фізико-географічних зон: хвойних і мішаних лісів.

Клімат території помірно континентальний з відносно м'якою зимою і спекотним літом.

Компонент	Вміст (min – max / med)	Компонент	Вміст (min – max / med)
Мінералізація, г/л	0,119–1,357 / 0,368	Nb	0,0002–0,1582 / 0,0069
Na <sup>+</sup>	0,61–12,68 / 36,96	Cu	0,0003–0,0142 / 0,0043
K <sup>+</sup>	0,61–12,68 / 4,62	Pb	0,0001–0,0130 / 0,0018
Fe <sup>3+</sup>	0,06–1,93 / 0,46	Ag	0,0001–0,0014 / 0,0003
Ca <sup>2+</sup>	21,49–128,77 / 69,57	Bi	0,0001–0,0018 / 0,0005
Mg <sup>2+</sup>	2,96–27,64 / 14,59	Zn	0,0071–0,2036 / 0,0271
HCO <sub>3</sub>	14,64–408,6 / 207,64	Sn	0,0002–0,0041 / 0,0007
Cl	4,26–85,20 / 36,75	Ga	0,0002–0,0054 / 0,0018
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,53–121,3 / 20,18	Sc	0,0001–0,1582 / 0,0087
Mn <sup>3+</sup>	0,0056–0,8204 / 0,0994	P	0,0383–2,0060 / 0,3246
Ni	0,0001–0,0543 / 0,0058	Li	0,0016–0,0134 / 0,0039
Co	0,0002–0,0028 / 0,0011	Ba	0,0199–4329 / 105,77
Ti	0,0014–0,2576 / 0,0287	Cr	0,0003–0,5429 / 0,0195
V	0,0002–0,1180 / 0,0054	Mo	0,0001–0,0027 / 0,0006

Таблиця 1. Вміст хімічних елементів у поверхневих водах території м. Києва, мг/дм<sup>3</sup>

Таблиця 2. Вміст рідкісних елементів у поверхневих водах на території м. Києва, ppb

Вміст	Y	La	Ce	Nd	Sc
min	0.02	0.007	0.014	0.003	0.029
max	0.276	0.083	0.219	0.128	0.195
med	0.065	0.034	0.084	0.038	0.06

**Мета роботи** – встановити особливості розподілу хімічних елементів в поверхневих водах м. Києва.

**Методика і методи дослідження** – хімічні та фізико-хімічні: спектральний, атомно-абсорбційний, іон-селективний, мас-спектрометричний з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS) [9]. Роботу виконано в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України.

Відбір проб води проводили за стандартними методиками [8]. Проби відібрано у поліетиленові посудини ємністю не менше 1,5 л, які були ретельно вимиті та виполоскані досліджуваною водою на глибині 20–30 см від поверхні води. Всього відібрано 43 проби. Місця відбору проб води показані на рисунку.

**Об'єкти дослідження.** Поверхневі води басейну р. Дніпро у межах території м. Києва.

Хімічний склад природних вод надзвичайно різноманітний та змінюється протягом року. Максимальні концентрації всіх хімічних компонентів характерні для періодів межені, коли поповнення водної маси в річках відбувається за рахунок розвантаження ґрунтових вод та вод глибоких водоносних горизонтів. У формуванні мінімального меженого стоку беруть участь води приповерхневої частини земної кори (до глибини 100–200 м). Саме тому для нашого дослідження проби води відібрано у період літньо-осінньої межені (з липня по вересень) [6].

**Результати та обговорення.** Результати аналізування відібраних проб води представлені в табл. 1 і 2.

Поверхневі води м. Києва за концентрацією головних іонів в основному належать до гідрокарбонатно-кальцієвих, концентрація HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> коливається від 14,64 мг/дм<sup>3</sup> до 408,6 мг/дм<sup>3</sup>, середнє значення становить 207,7 г/дм<sup>3</sup>. У поверхневих водах міста гідрокарбонати розподіляються нерівномірно, найбільшу їх концентрацію зафіксовано в басейні р. Либідь (рисунок, т. 25, 29, 33, 37), ставках біля станції метро Нивки (рис. 1, т. 14), і у Зоопарку (рисунок, т. 15), Совських ставках (рисунок, т. 28) та Голосіївських ставках (рисунок, т. 32); мінімальний вміст установлено у лівобережній частині міста – озеро Вирлиця (рисунок, т. 34).

Друге місце за розповсюдженням, після гідрокарбонатів, належить сульфат-іонам, вміст яких змінюється від 0,53 до 121,3 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальний вміст зафіксований у басейні р. Либідь, мінімальний – на території Гідропарку (рисунок, т. 17, 18). Найбільш забрудненою сульфатними іонами є вода Совських ставків, де відмічається значення SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 72,3 мг/дм<sup>3</sup> (рисунок, т. 28).

За одночасно високими значеннями вмісту HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup> та SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> у поверхневих водах м. Києва можна виділити: ставок поблизу станції метро Нивки (див. рисунок, т. 14), де вміст вказаних аніонів становить 408,6 та 68,4 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно; пойму середньої течії р. Либідь (т. 23) – 406,5 мг/дм<sup>3</sup> (HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) та 120,28 мг/дм<sup>3</sup> (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

У воді р. Либідь зафіксовано також найвищий вміст хлору в межах м. Києва. Набагато вищий від середнього (35,44 мг/дм<sup>3</sup>) та фонового значень [7]. Загалом, розподіл іонів хлору має строкатий характер, що пояснюється впливом антропоген-

ної дояльності на території м. Києва. Підвищений вміст іонів хлору встановлено також у воді озера Вирлиця (рисунк, т. 34 – 85,20 мг/дм<sup>3</sup>), у водостоках на території промислової зони Оболоні (рисунк, т. 1, 4, 5, 10, 11). Тут вміст Cl<sup>-</sup> майже всюди вищий від середнього значення і становить 42,6 – 56,8 мг/дм<sup>3</sup>. Мінімальний вміст іонів хлору серед досліджуваних водойм устанавлений в оз. Алмазне (т. 7 – 4,26 мг/дм<sup>3</sup>).

Закономірностей розповсюдження іонів кальцію та магнію у досліджуваних поверхневих водах також не вивлено. Значення Ca<sup>2+</sup> становить від 21,5 до 148,9 мг/дм<sup>3</sup> (середній вміст – 69,6 мг/дм<sup>3</sup>), Mg<sup>2+</sup> – від 2,96 до 27,64 мг/дм<sup>3</sup> (середній – 14,64 мг/дм<sup>3</sup>).

Показники мінералізації вод природних водойм, річок і каналів на території м. Києва дозволяє віднести їх до мало та середньо мінералізованих [2, 3, 7]. Максимальне значення мінералізації встановлено у середньому з Опеchenських озер – 1357 мг/дм<sup>3</sup>, мінімальне – у оз. Алмазне – 119 мг/дм<sup>3</sup> (рисунк, т. 7). Середнє значення мінералізації в межах міста становить 365 мг/дм<sup>3</sup>. Закономірності в розподілі її по території міста не відзначається. За класифікацією О.М. Овчиннікова [10], поверхневі води території належать до прісних і до відносно прісних з підвищеною мінералізацією, зумовленою антропогенним впливом.

Вперше за період вивчення поверхневих вод Київського мегаполісу за допомогою методу мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS) [10] визначено вміст мікроелементів у них. Також у пробах встановлено кобальт, молібден, цинк, мідь, свинець, галій, лантан, церій, скандій, ітрій, літій та ін.

Найвищий вміст заліза, свинцю, міді, цинку відмічено в Опеchenських озерах та озерах на тери-

торії Зоопарку. Максимальний вміст свинцю, цинку, міді становить, відповідно, мг/дм<sup>3</sup>: 0,013, 0,204, 0,014; середній вміст заліза, свинцю, цинку, міді, мг/дм<sup>3</sup>: 0,463, 0,002, 0,027, 0,004, відповідно.

**Висновки.** Дослідження особливостей розподілу хімічних елементів у поверхневих водах території м. Києва показало широкий інтервал коливання значень вмісту як макроелементів природних вод, так і мікроелементів у них – від фонових значень до аномальних.

Точкові джерела забруднення призводять до локального антропогенного впливу на поверхневі водойми, що найкраще фіксується у період літньо-осінньої межени, коли ступінь розбавлення поверхневих вод є найменшим, а надходження до водойм відбувається переважно з верхніх горизонтів ґрунтових вод. Забруднення є строкагим. Внаслідок великої кількості його джерел, а також мінливості поверхневих умов, ніяких закономірностей розподілу його не встановлено.

Загалом, поверхневі водойми правобережної частини м. Києва характеризуються більшою забрудненістю, ніж лівобережні. Тут відмічається більша концентрація гідрокарбонатів і сульфатів, тоді як у лівобережній частині міста фіксуються мінімальні їх значення. Закономірностей в розповсюдженні іонів хлору, кальцію і магнію не спостерігається.

Встановлено в результаті порівняння з раніше проведеними дослідженнями зменшення вмісту важких металів у поверхневих водах міста можна пояснити спадом промислового виробництва в Україні, отже і зменшенням об'ємів скиду стічних вод та зниженням концентрації у них поллютантів, що потрапляють у поверхневі води.

Надійшла 28.04.2011.

1. *Абрамис А.Я.* Геохимия ґрунтових вод Большого Киева... Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук: 04.00.02 / Ин-т геохимии и физики минералов АН Украины. – К., 1992. – 23 с.
2. *Алексин О.А.* Гидрохимия. – Л.: Гидрометеоздат, 1952. – 162 с.
3. *Вишневецький В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 324.
4. *Жовинський Э.Я., Кураева И.В., Крюченко Н.О.* Экологическая геохимия и медицина // Минерал. журн. – 2004. – 26, № 2. – С. 17 – 24.
5. *Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л.* Гідрогеологія України. – К., 2009. – 614 с.
6. *Комплексные оценки качества поверхностных вод / Под ред. А.М. Никанорова.* – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 139 с.
7. *Кураева И.В., Самчук А.І., Слободяник М.С. та ін.* Еколого-гідрохімічні дослідження природних вод Київського мегаполісу. – К.: Наук. думка, 2008.
8. *Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М. та ін.* Аналітична хімія поверхневих вод. – К.: Наук. думка, 2007. – 456 с.
9. *Пономаренко О.М., Самчук А.І., Красюк О.П. та ін.* Аналітичні схеми пробо підготовки гірських порід та мінералів і визначення в них мікроелементів методом мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS) // Минерал. журн. – 2008. – 30, № 4. – С. 97 – 103.
10. *Посохов Е.В.* Общая гидрогеохимия. – Л.: Недра, 1975. – 208 с.

11. Хільчевський В.К., Ромась І.М. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. – К. : Ніка-Центр, 2007. – 184 с.
12. Эколого-геохимическое исследование природных сред в условиях городской агломерации / Жовинский Э.Я., Маничев В.И., Кураева И.В. и др. – К., 1992. – 58 с. – (Препр. / ИГФМ НАН Украины).

**Акімова К.Р., Кураєва И.В., Самчук А.И. Особенности распределения химических компонентов в природных водоемах г. Киева.** Проведено исследование закономерностей распределения химических элементов в поверхностных водах территории г. Киева. Впервые получены данные о содержании в исследуемых водах микроэлементов с помощью метода масс-спектрометрии с индукционно связанной плазмой (ICP-MS). По результатам гидрогеохимического опробования открытых водоемов с использованием фоновых параметров, выделены локальные аномалии повышенного содержания некоторых тяжелых металлов. Изучаемые поверхностные воды принадлежат к пресным и относительно пресным с повышенной минерализацией, что можно объяснить влиянием мегаполиса. Полученные эколого-геохимические параметры количественного содержания макро- и микроэлементов, в том числе тяжелых металлов, необходимых для объективной оценки экологического состояния исследуемой территории.

**Akimova O.R., Kuraeva I.V., Samtchuk A.I. The features of distribution of chemical elements in natural water reservoirs of the city of Kiev.** The study of distribution of chemical elements in surface waters within the city of Kiev has been done. The data about the content of trace elements in studied waters is obtained for the first time using the method of mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS). Local anomalies of increased content of some heavy metals are allocated according to the results of hydrogeochemical sampling of open reservoirs using background parameters. The studied surface waters belong to the fresh and relatively fresh water with high mineralization that can be explained by the influence of megacity. Obtained ecological-geochemical parameters of the semi-quantitative content of macro- and microelements, including heavy metals, are necessary for the objective assessment of ecological status of the study area.