

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Тетяни Олексіївни Кошлякової
**«ГІДРОГЕОХІМІЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ВОДОНОСНИХ
СИСТЕМ СЕЛІТЕБНИХ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ»**,
подану на здобуття наукового ступеня доктора геологічних
наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія

Актуальність теми дисертації. Чинна в Україні мережа спостережних пунктів за станом підземних (зокрема ґрунтових) вод перебуває у вкрай незадовільному стані, що загалом не забезпечує вирішення важливої проблеми – вивчення особливостей поширення життєво важливих мікроелементів у питних підземних водах, використовуваних для потреб населення, яка в контексті забезпеченості населення якісною питною водою в нинішніх умовах збройної російської агресії загострилася ще більше. З огляду на це, наявний стан джерел питного водопостачання і доступ до якісного водоспоживання у державі не відповідає імплементації на законодавчому рівні основним положенням Водної рамкової директиви №2000/60/ЄС, якої Україна зобов'язалася дотримуватися. Нагальна потреба вивчення питних підземних вод, як основи для розробки системи еколого-гідрогеохімічного моніторингу техногенно забруднених територій, зумовлюється низкою важливих екологічних, соціальних і медико-біологічних чинників, зокрема значенням підземних вод як джерела питного водопостачання, насамперед, основного або єдиного джерела питної води для населення багатьох регіонів світу, зокрема й України; ключовою роллю важливих мікроелементів (наприклад, F, I, Se, Zn, Fe) у забезпеченні нормального функціонування організму людини; просторовою геохімічною неоднорідністю підземних вод у водоносних горизонтах; недостатністю сучасних фактичних даних про вміст мікроелементів у підземних водах низки регіонів; недостатністю науково обґрунтованих рекомендацій щодо регіонального корегування систем водопідготовки, включення додаткового моніторингу в санітарний контроль води, оцінки ризиків для здоров'я людей; посиленням глобальних екологічних та кліматичних змін, що потребують вивчення особливостей поширення есенційних мікроелементів у підземних водах з точки зору важливості для охорони здоров'я населення, забезпечення екологічної безпеки та раціонального управління водними ресурсами.

Викладене й визначає актуальність і мету дисертації Т. О. Кошлякової «Гідрогеохімія мікроелементів водоносних систем селітебних ландшафтів України», яку виконували у рамках науково-дослідних держбюджетних тем Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України: «Трансформація сполук важких металів у компонентах довкілля урбанізованих територій України» (№ держреєстрації 0117U002209), «Геохімія есенціальних елементів в природних і техногенних ландшафтах лісостепової зони України як основа біогеохімічного районування» (№ 0118U003167), «Розробка наукових засад комплексної еколого-геохімічної оцінки техногенно забруднених територій» (№ 0122U001573), «Гідрогеохімія мікроелементів селітебних ландшафтів України як основа раціонального природокористування» (№ 0123U100510).

Структура та обсяг дисертаційної роботи.

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 239 найменувань та додатків. Основний текст праці викладено на 337 сторінках. Виклад супроводжується 38 таблицями і 51 рисунком. Рукопис структуровано відповідно до встановлених вимог.

У *першому* розділі «Сучасний стан водних ресурсів та підходи до гідрогеологічного та гідрогеохімічного районування території України», ґрунтуючись на вітчизняних літературних джерелах, авторкою виконано аналіз методичних розробок та прийомів щодо оцінки стану водних ресурсів України, зокрема підземних вод, які використовуються для забезпечення потреб питного водопостачання населення. Надано порівняння старих і сучасних підходів відносно виділення гідрогеологічних структур першого порядку, обговорено регіональну гідрогеохімічну специфікацію території держави. Описано гідрогеологічні структури першого порядку, виділені згідно із структурно-гідрогеологічним підходом, запропонованим В.М. Шестопаповим. Схарактеризовано принципи районування території України за регіональними особливостями хімічного складу підземних вод. Окреслено основні фактори, що чинять вплив на формування хімічного, зокрема мікроелементного складу, глибинних артезіанських та ґрунтових вод. Особливу увагу приділено неотектонічному фактору у процесах геохімічної міграції хімічних елементів та їхніх сполук.

Матеріали *другого* розділу «Наукові засади медичної мікроелементології та підземні води» стосуються розлогого системного

огляду літературних джерел щодо сучасного наукового напрямку – медичної геології, та його важливої складової – медичної мікроелементології. У цьому зв'язку проаналізовано наявну інформацію про участь мікроелементів питних підземних вод у фізіологічних процесах організму людини. Систематизовано наявну на сьогоднішній день інформацію щодо класифікації мікроелементів, біологічну роль яких клінічно доведено, та описано вплив на здоров'я людини деяких есенційних, умовно есенційних і потенційно токсичних хімічних елементів. Також виконане узагальнення інформації стосовно шляхів надходження та біозасвоюваності організмом деяких хімічних елементів. Авторка торкається питання нормування концентрацій мікроелементів у воді, придатній для питного споживання, а також встановлення кореляційних зв'язків між хімічним складом підземних вод та показниками захворюваності населення.

У *третьому* розділі «Еколого-гідрогеохімічні особливості поширення мікроелементів в умовно чистих та антропогенно порушених селітебних ландшафтах України» обговорено особливості хімічного складу, зокрема мікроелементного, питних підземних вод, що використовуються населенням ряду регіонів України для задоволення господарсько-питних потреб. Подано результати аналізу гідрогеохімічних особливостей питних підземних вод водоносної системи Українського щита, а також підземних вод Дніпровсько-Донецької водоносної системи, Причорноморської водоносної системи на прикладі таких територій як Київська промислово-міська агломерація, м. Херсон, Коростишівський район Житомирської області і с. Вінницькі хутори Вінницької області. Окремо розглядалися також ґрунтові води Саксагансько-Сурського рудного району та південної ділянки Балахівського родовища графіту у Дніпропетровській області.

У *четвертому* розділі «Наукові засади еколого-біогеохімічного районування території України» представлено методично-наукове обґрунтування для проведення районування території України відповідно до принципів та підходів медичної мікроелементології, що передбачає врахування фонових концентрацій хімічних елементів у питних підземних водах та оцінку ризиків для здоров'я людини через вживання води незадовільної якості. Наведено результати обрахунку фонових концентрацій вмісту ряду мікроелементів у питних підземних водах двох водоносних систем (ВС) України: Дніпровсько-Донецької ВС та ВС Українського щита.

Наведено основні методи оцінки ризиків вживання питної води незадовільної якості та представлено результати розрахунку неканцерогенного ризику вживання питних підземних вод за безпороговим методом для Київського, Коростишівського та Херсонського родовищ. Надано відомості про актуальні прийоми щодо виділення біогеохімічних провінцій як в Україні, так і за рубежом. Ґрунтуючись на загальноприйнятих у геохімічній науці методиках, традиційно застосовуваних вітчизняними вченими, і враховуючи досвід зарубіжних фахівців, запропоновано нові підходи щодо проведення еколого-біогеохімічного районування держави. Враховуючи викладені принципи, здобувачкою виконане схематичне біогідрогеохімічне районування території України і складено відповідні картографічні схеми згідно з кластеризацією міських агломерацій за захворюваністю на серцево-судинні та онкологічні хвороби.

П'ятий розділ роботи «Розрахунок форм міграції хімічних елементів у природних водних розчинах» присвячено термодинамічному моделюванню форм поширення хімічних елементів у природних водах, зокрема в питних підземних. Описано методику розрахунку форм міграції хімічних елементів, що набула найбільшого поширення у практиці гідрогеохімічних досліджень. Наведено результати проведених особисто авторкою гідрогеохімічних досліджень щодо виявлення особливостей поширення Mn у питних підземних водах умовно чистих і техногенно забруднених територій України. Також оцінено вплив характерних для досліджених вод неорганічних лігандів на поведінку Mn^{2+} залежно від вихідних умов водного середовища. Так, у воді умовно чистих територій манган мігрує переважно як вільний іон Mn^{2+} , і в значно меншій мірі, – у формі $MnSO_4$, водночас в межах техногенно забруднених територій ключову роль відводять ліганду SO_4^{2-} із відповідною зміною співвідношення розчинної сполуки $MnSO_4$ і Mn^{2+} .

Наукові новації результатів дисертаційного дослідження наступні:

– вперше оцінено гідрогеохімічний стан питних підземних вод основних водоносних систем України з позицій медичної мікроелементології та виявлено фонові концентрації есенційних елементів з урахуванням антропогенного впливу;

– вперше для умовно чистих та техногенно забруднених територій України за допомогою аналітичних методів та термодинамічного

моделювання із застосуванням логарифмів термодинамічних констант стійкості комплексних сполук визначено форми міграції Mn;

– вперше для територій основних водоносних систем України виконано оцінку неканцерогенного ризику вживання досліджених вод для здоров'я населення за безпороговим методом за такими мікроелементами, як Mo, Cu, Zn, Pb, F та Mn;

– ґрунтуючись на отриманих даних щодо закономірностей розподілу мікроелементів у питних підземних водах основних водоносних систем України запропоновано нові принципи еколого-біогеохімічного районування з позицій медичної мікроелементології.

У підсумку в дисертації здійснене наукове і методичне обґрунтування основних положень гідрогеохімічного аналізу мікроелементного складу підземних вод водоносних систем селітебних ландшафтів України, включно з оцінкою їхнього просторового розподілу, форм міграції, чинників формування, екологічного та санітарно-гігієнічного значення, а також розробкою підходів до оцінки екологічних ризиків вживання води, незбалансованої за мікроелементним складом.

Практичне значення одержаних результатів визначається їхньою значущістю в контексті надання нових науково обґрунтованих даних щодо гідрогеохімічних характеристик мікроелементів питних підземних вод водоносних систем селітебних ландшафтів України, що відіграє вагому роль у забезпеченні екологічної безпеки і охорони здоров'я населення, зокрема в удосконаленні системи моніторингу якості питної води, розробленні регіональних рекомендацій щодо водопідготовки, покращенні санітарно-гігієнічних стандартів, забезпеченні стійкості водних ресурсів, управлінні екологічною ситуацією в межах селітебних (зокрема урбанізованих) територій.

Отримані результати мають потенціал для широкого застосування в галузі водопостачання, екології, охорони здоров'я та сталого управління природними ресурсами. Вони використані при виконанні науково-дослідних робіт у відділі геохімії техногенних металів та аналітичної хімії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. Результати впроваджено у навчальний процес на кафедрі гідрогеології та інженерної геології Науково-навчального інституту «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій.

Основні результати, висновки і наукова новизна, викладені у дисертації, отримані авторкою самостійно. Основу роботи склали, як фондові матеріали, так і дані, особисто зібрані при проведенні науково-дослідних робіт. Наукові положення, висновки та рекомендації, висвітлені у дисертації, ґрунтуються на детальному аналізі вітчизняних і зарубіжних літературних джерел з означеної теми, чіткому визначенні досліджуваної проблеми й постановки мети і завдання дослідження, залученні широкого спектру методів математичної обробки фактичних даних, аналізі отриманих результатів у зіставленні з опублікованими науково-технічними матеріалами, коректному формулюванні висновків. Узагальнення і систематизація отриманих даних дозволило побудувати картографічні схеми біогідрогеохімічного районування території України відповідно до кластеризації міських агломерацій за захворюваністю на серцево-судинні та онкологічні хвороби.

Аналіз отриманих результатів підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Повнота викладу матеріалів дисертації у наукових публікаціях.

Основні положення, викладені у дисертації, опубліковано у 52 працях, з яких: 1 розділ у колективній монографії, 2 статті у закордонних рецензованих виданнях геолого-природничого профілю, зокрема – одна стаття у виданні, віднесеному до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal, 12 робіт у фахових виданнях, що індексуються в міжнародних наукових базах даних Scopus та Web of Science, 6 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, затверджених МОН, 28 тез і матеріалів наукових конференцій.

Результати досліджень Т. О. Кошляковою пройшли широку апробацію на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, що свідчить про достатній рівень поінформованості українських та зарубіжних науковців і фахівців щодо отриманих авторкою наукових і практичних розробок.

Особистий внесок здобувача. Усі основні результати отримані здобувачем особисто. Автором самостійно сформульовано ідею роботи, мету і завдання, головні висновки і наукові положення, зокрема, відповідно до списку опублікованих праць за темою дисертації відібрано зразки води, проведено статистичну обробку гідрогеохімічної інформації, побудовано графіки, гістограми, сформульовано висновки; ґрунтовно проаналізовано

літературні дані та опрацьовано методику відбору дослідних зразків; графічно оброблено експериментальні дані; математично опрацьовано та проінтерпретовано одержані аналітичні матеріали; зібрано та узагальнено фондові матеріали. Текст дисертації викладено особисто.

Відсутність (наявність) академічного плагіату фабрикації, фальсифікації.

У дисертаційній роботі відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і цитат інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Зауваження. У процесі рецензування дисертації Т. О. Кошлякової виявлено певні недоліки і недопрацювання як підставу для низки зауважень:

1. Наукову новизну дисертації сформульовано чітко, але її пункти могли б бути подані більш структуровано, з акцентом на унікальний внесок авторки. Як приклад, вона чомусь не акцентує, зокрема, на розроблених нею картографічних схемах біогідрогеохімічного районування території України.

2. Завдання д): «на прикладі Mn дослідити форми міграції есенційних елементів у питних підземних водах та оцінити відповідні ризики для ...» (стор. 36) виглядає дуже вузьким порівняно з іншими, оскільки фокусує лише на одному елементі. Варто пояснити, чому обрано саме манган і чи планується розширення такого підходу на інші елементи.

3. Викликає подив, що Волино-Подільський артезіанський басейн не віднесено до основних водоносних систем України, зважаючи на його істотну частку водних ресурсів, на чому сама авторка наголошує на стор. 43 «Розподіл підземних водних ресурсів на території держави нерівномірний: 65 % зосереджено у північній та північно-західній частинах (Дніпровсько-Донецький та Волино-Подільський артезіанські басейни)».

4. Розділи 1 та 2 взаємно перетинаються, містять часткове дублювання інформації. На думку опонента, здобувачці слід було б здійснити чіткіше розмежування між розділами.

5. Прикро, що для характеристики есенційних елементів використано лише класифікації авторів держави-агресора (див. табл. 2. 1 на стор. 103).

6. На стор. 165 авторка пише: «Для дослідження було обрано такі еколого-формуючі мікроелементи як Pb, Mo, Cu та Zn». Які підстави було вважати саме їх як представницькі в конкретній екологічній ситуації?

7. Опонент зазначає, що у розділі 4 розраховані авторкою ризики є досить високими, попри те, що концентрації у досліджуваних підземних водах Mo, Cu, Zn, Pb, Mn та F є порівняно низькими, але не підкріплює це конкретними рекомендаціями щодо зменшення цих ризиків.

8. Масив вихідних даних, на основі яких здійснювалися побудови та розрахунки, певною мірою є обмеженим, що може впливати на достовірність розкриття відповідних кореляційних(статистичних) залежностей.

9. У тексті дисертації одні й ті самі хімічні елементи в окремих випадках написані з позначенням заряду іона, в інших – без. Вартувало б забезпечити їхнє єдине написання. Бажаним було б розширення переліку елементів, для яких здійснене термодинамічне моделювання, наприклад Fe.

10. Термін «селітебний ландшафт» зазначено у назві роботи, проте в основному тексті його застосування є обмеженим, можливо через незначну поширеність й практичну відсутність в українській науковій мові.

11. Впадає у вічі відсутність даних щодо загальної кількості відібраних і проаналізованих проб (загальна вибірка) в межах окремих гідрогеологічних структур, як визначальної умови для їхньої систематики, аналізу і кореляції.

12. Відсутність посилань в рефераті на праці авторки ускладнює порівняння й розмежування отриманих нею і літературних даних. У тексті також наявні незначні стилістичні і граматичні неточності.

Висновки про відповідність дисертації вимогам щодо докторських дисертацій.

Висловлені зауваження не знижують наукової значущості і практичної цінності проведеного дослідження, не впливають на його загалом високу оцінку і не ставлять під сумнів основні наукові положення та висновки дисертації Т. О. Кошлякової. Вони ґрунтуються на оригінальних методичних і аналітичних підходах та експериментальних даних, отриманих особисто. Аналіз роботи демонструє комплексний науково-методологічний підхід авторки до досліджень, її здатність аналізувати, узагальнювати. Дисертацію викладено логічно, добре і наочно проілюстровано графічним матеріалом.

Реферат відповідає змістові і послідовності розділів дисертації, містить висновки, список праць, опублікованих за темою дисертації, анотації українською та англійською мовами. В опублікованих працях повністю відображено основні наукові результати, положення і висновки. Отримані результати апробовано на численних, головню, міжнародних нарадах.

За своїм змістом робота відповідає паспорту спеціальності 04.00.02 – геохімія, зокрема пунктам «Вивчення розподілу елементів у атмо-, гідро-, біо-, літосфері та внутрішніх оболонках Землі, закономірностей міграції, розсіювання й концентрації елементів, їх сполук та ізотопів» і «Моделювання геохімічних процесів, визначення їх фізико-хімічних параметрів».

Дисертаційна робота Т. О. Кошлякової «Гідрогеохімія мікроелементів водоносних систем селітебних ландшафтів України» є самостійною завершеною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що вирішують важливу наукову проблему – виявлення закономірностей розподілу життєво важливих мікроелементів в основних водоносних системах України як основи еколого-біогеохімічного районування території держави, враховуючи оцінку ризиків для здоров'я місцевого населення. Дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197, а її авторка – Кошлякова Тетяна Олексіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія.

Офіційний опонент,
доктор геологічних наук, член-кореспондент НАН України,
професор, завідувач відділу геохімії глибинних флюїдів
Інституту геології і геохімії
горючих копалин НАН України

І. М. Наумко

Власноручність підпису І. М. Наумка засвідчую:
Учений секретар Інституту геології і геохімії
горючих копалин НАН України,
кандидат геологічних наук



Н. В. Бацевич