

Національна академія наук України  
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М.П. Семененка

ЯЗВИНСЬКА МИРОСЛАВА ВІКТОРІВНА

УДК [550.4:504]:553.494 (477.42)

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ ТЕРИТОРІЙ  
ІРШАНСЬКОГО ТА СТРЕМИГОРОДСЬКОГО РОДОВИЩ ТИТАНУ  
ВОЛИНСЬКОГО БЛОКУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

спеціальність 04.00.02 – геохімія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата геологічних наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ

**Науковий керівник:** доктор геологічних наук, старший науковий співробітник **Крюченко Наталія Олегівна**, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, провідний науковий співробітник відділу пошукової та екологічної геохімії

**Офіційні опоненти:**

доктор геолого-мінералогічних наук, професор **Галецький Леонід Станіславович**, Інститут геологічних наук НАН України, завідувач відділу геології корисних копалин;

кандидат геологічних наук **Клос Володимир Романович**, Український науково-виробничий центр геохімічних досліджень (Державне підприємство «Українська геологічна компанія» Державної служби геології та надр України Міністерства екології та природних ресурсів України), директор.

Захист відбудеться «29» грудня 2016 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.203.01 в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України за адресою: Україна, 03680 м. Київ-142, просп. Академіка Палладіна, 34, електронна адреса: office.igmr@gmail.com.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України за адресою: Україна, 03680 м. Київ-142, просп. Академіка Палладіна, 34.

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 26.203.01  
кандидат геологічних наук



І.А. Швайка

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Інтенсивний розвиток промислового виробництва у XX–XXI ст. призвів до значного погіршення стану навколишнього природного середовища. З'явилися техногенно навантажені території (ТНТ), що характеризуються високим природно-ресурсним потенціалом і у межах яких ведеться активна промислова та господарська діяльність. У зв'язку з цим, першочерговим завданням охорони довкілля є комплексна оцінка окремих ТНТ з метою визначення можливого розвитку пріоритетних напрямків природоохоронної діяльності і одночасної розробки профілактичних або реабілітаційних заходів. Це стосується і територій, обраних для досліджень: Стремигородського родовища титану (що законсервоване і може слугувати джерелом природного надходження хімічних елементів у об'єкти довкілля) та Іршанської групи родовищ титану (що активно розробляються з 1950-х років, забруднення території відбувається внаслідок тривалого техногенного впливу, далі – Іршанське родовище). Порівняльна еколого-геохімічна оцінка об'єктів навколишнього середовища (поверхневі відклади, природні води, рослинність), де забруднення територій має природний або техногенний характер, – одна з актуальних проблем геоecології.

Еколого-геохімічна оцінка окремих ділянок родовищ титану (Іршанського та Стремигородського) стане основою для визначення можливості використання цих територій у якості сільськогосподарських, селітебних та рекреаційних, а також для проведення моніторингу об'єктів навколишнього середовища.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у відділі пошукової та екологічної геохімії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України (далі – ІГМР НАН України). Обраний напрям досліджень узгоджений з проектами багаторічних програм НАН України за 2001–2016 рр.: «Теоретичні основи геохімічних методів пошуків родовищ рідкісних металів в докембрії УЩ» (ДР № 0102U002371), «Вивчення природного й техногенного аномального та фонового вмісту рухомих форм токсичних елементів у різних еколого-геохімічних ландшафтах України» (ДР № 0199U19213), «Геохімічні основи розбраковки техногенних і природних аномалій» (ДР № 0199U19213), «Геохімічні критерії виділення зон екологічного ризику території України» (ДР № 0112U002432).

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є еколого-геохімічна оцінка об'єктів довкілля територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану Волинського блоку Українського щита.

Для досягнення цієї мети поставлено завдання:

- визначити статистичні параметри фонових, середніх та аномальних концентрацій титану та інших хімічних елементів у складових довкілля (поверхневих та донних відкладах, природних водах, рослинності);
- встановити геохімічні асоціації природного та техногенного походження в об'єктах довкілля;
- розрахувати кількісні еколого-геохімічні показники ступеня забруднення об'єктів довкілля територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану;

– встановити найбільш інформативні рослини-індикатори забруднення ґрунтів досліджуваних територій;

– надати комплексну еколого-геохімічну оцінку територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану.

*Об'єкт дослідження* – поверхневі і донні відклади, природні води, рослинність територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану.

*Предмет дослідження* – геохімічні особливості розподілу титану та інших хімічних елементів в об'єктах довкілля (поверхневі і донні відклади, природні води, рослинність) територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану.

**Методи дослідження.** Для визначення вмісту хімічних елементів в об'єктах довкілля застосовано комплекс аналітичних методів: атомно-абсорбційний, емісійний спектральний, потенціометричний та мас-спектрометричний аналіз з індуктивно зв'язаною плазмою (*ICP-MS*) на приладі *Element-2* в Центрі колективного користування приладами ІГМР НАН України.

Обробку та інтерпретацію одержаних аналітичних даних здійснено за допомогою програм – *Microsoft Excel*, *Adobe Photoshop*, *Statistica 6*; для візуалізації результатів, зокрема, побудови картосхем застосовано геоінформаційні системи (ГІС): *MapInfo Professional* та *Golden Software Surfer*.

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

1. Вперше за допомогою комплексу сучасних аналітичних методів визначено закономірності розподілу хімічних елементів в об'єктах довкілля (поверхневі відклади, рослинність, природні води) Іршанського та Стремигородського титанових родовищ.

2. Виявлено геохімічні асоціації природного та техногенного походження в об'єктах довкілля дослідженої території та оцінено рівень їх екологічної небезпеки.

3. Вперше визначено вміст рухомих форм хімічних елементів I та II класів небезпеки (Zn, Cu, Pb, Ni) у поверхневих відкладах різних функціональних зон (лісовий ґрунт, сільськогосподарські угіддя, рекультивовані землі, «хвости» збагачення). Встановлено, що у межах техногенної функціональної зони («хвости» збагачення) вміст рухомих форм металів мінімальний і становить, %: Zn – 2; Cu – 2; Pb – 6; Ni – 4.

4. Встановлено особливості накопичення важких металів у наземних частинах різних видів рослин (листя берези, глиця сосни, мох) досліджуваних територій. Найбільш інформативними щодо забруднення ґрунтів Mn є листя берези та глиця сосни, а щодо Pb, Cu – мох.

5. Вперше здійснено комплексну еколого-геохімічну оцінку забруднення об'єктів довкілля (поверхневі відклади, рослинність, природні води) на території Іршанського та Стремигородського родовищ титану і зон їхнього впливу. Це дало змогу зробити висновки, що розробка титанових родовищ не створює еколого-геохімічної небезпеки для цих територій.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі отриманих результатів можна достовірно визначити сучасний еколого-геохімічний стан об'єктів довкілля (поверхневі відклади, рослинність, природні води) у зоні впливу Іршанського та Стремигородського титанових родовищ, оцінити рівень небезпеки для довкілля, виділити райони з напруженою екологічною ситуацією. Результати

біогеохімічних досліджень різних видів рослин (найбільш поширених на досліджуваній території – берези, сосни та моху) можуть бути використані в якості індикатора забруднення поверхневих відкладів (грунтів).

Отримані дані стануть основою подальшого геохімічного моніторингу об'єктів довкілля та можуть бути використані екологічними і природоохоронними організаціями для збереження навколишнього середовища.

**Особистий внесок здобувача.** Робота виконана автором самостійно. Особисто відібрано та проаналізовано проби об'єктів довкілля (поверхневі і донні відклади, природні води, рослинність), здійснено опрацювання літературних джерел, систематизацію та інтерпретацію отриманих даних, побудову графічних матеріалів.

Дисертантом систематизовано результати аналізів 900 проб корінних порід (600 – габро та 300 – гранітів), 500 – поверхневих відкладів, 100 – донних відкладів, 225 – природних вод (110 поверхневих, 50 свердловин, 65 колодязів) та 50 рослинності.

Автором виконано статистичну обробку одержаної інформації, візуалізацію та інтерпретацію результатів досліджень, розраховано кількісні показники для оцінювання еколого-геохімічного стану територій досліджень. Встановлено просторові закономірності розподілу титану та інших хімічних елементів у поверхневих і донних відкладах, природних водах, рослинності на територіях Іршанського та Стремигородського родовищ титану.

Основні результати досліджень та висновки опубліковані у фахових виданнях та оприлюднені на наукових конференціях. Особистий внесок здобувача в публікаціях, виконаних у співавторстві, полягає у: відборі первинного матеріалу, проведенні аналітичних досліджень, встановленні статистичних параметрів, обробці отриманих аналітичних даних, розрахунках геохімічних параметрів, інтерпретації результатів досліджень.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації було обговорено під час роботи наукових та науково-практичних міжнародних конференцій: Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми пошукової та екологічної геохімії» (Київ, 2014); конференція молодих вчених ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України (Київ 2013); IV Міжнародна молодіжна наукова конференція «Довкілля – XXI» (Дніпропетровськ, 2008); «Проблемы экологической геохимии в XX веке» (дер. Домжерицы, Республика Беларусь, Березинский биосферный заповедник, 2008); «Розробка систем програмного забезпечення: виклики часу та роль в інформаційному суспільстві» (Київ, 2005); друга Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів» (Дніпропетровськ, 2003); конференції молодих вчених ІГН НАН України (Київ, 2003).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 18 наукових праць: у 13-ти наукових фахових виданнях України, у тому числі у одному науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз; 1 – у інших публікаціях за темою дисертації, і у 4 матеріалах та тезах конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація загальним обсягом 158 сторінок, складається зі вступу, 5 розділів, висновків та списку використаних джерел зі 173 найменувань, містить 42 рисунки та 36 таблиць.

Автор глибоко вдячний за увагу, наукові консультації, слушні поради та допомогу науковому керівнику – доктору геологічних наук Н.О. Крюченко, а також члену-кореспонденту НАН України, доктору геолого-мінералогічних наук, професору Е.Я. Жовинському.

Щира подяка також колективу лабораторії відділу пошукової та екологічної геохімії ІГМР НАН України, та всім, хто долучився до виконання цієї роботи, зокрема, канд. геол. наук А.І. Радченко та співробітникам Житомирської геологічної експедиції ПДРГП «Північгеологія» за всебічне сприяння під час виконання роботи; особливо я вдячна моєму татові В.І. Язвінському – геологу експедиції.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі «СТАН ПРОБЛЕМИ» проаналізовано історію дослідження титану, надано інформацію про його розподіл у об'єктах довкілля, техногеохімію, розглянуто еколого-геохімічний аспект видобутку елемента.

На наявність розсипів титану в Україні вперше звернули увагу в 20-х рр. ХХ ст., але систематичні роботи почалися лише після 1945 р. Так, дослідження В.С. Соболева і О.О. Полканова (1947–1948 рр.) присвячено питанням петрології Коростенського плутону; розподіл акцесорних цирконів, флюориту та апатиту в гранітах Коростенського плутону розглянуто в роботах Б.Ф. Міцкевича (1963 р.); подальші дослідження щодо речовинного складу руд апатит-ільменітових родовищ, розглянуто в роботах багатьох дослідників – В.П. Проскуріна, С.В. Металіди, О.Б. Фоміна, С.М. Цимбала, Ю.О. Полканова, В.П. Бухарева, І.Л. Личака, С.Н. Нечаєва та ін. Починаючи з 2000 р. внаслідок стрімкого розвитку геохімічної науки та застосування сучасних методів аналізу (*ICP-MS* та інш.) дало змогу вивчити мікроелементний склад родовищ титану – С.Г. Кривдік, О.В. Дубіна, Г.В. Гуравський та ін. На сьогодні питаннями щодо стратегії розвитку мінерально-сировинної бази титану присвячені роботи Л.С. Галецького.

У розділі надано геохімічну характеристику титану як хімічного елемента, викладено інформацію про розподіл його в об'єктах довкілля (поверхневих відкладах, природних водах і рослинності). Зазначено, що в умовах гіпергенезу титан малорухливий. Але в той же час, відбувається його інтенсивна техногенна міграція (зола деяких ТЕЦ та шлаки низки металургійних підприємств містять до 10 %  $\text{TiO}_2$ ). У зв'язку з інтенсивним розвитком титанової промисловості на перший план виходить питання еколого-геохімічної оцінки стану навколишнього середовища, через те, що, наприклад, під час виробництва пігментного двоокису титану утворюються токсичні відходи. Вивчення еколого-геохімічної ситуації в цьому аспекті на відпрацьованому Іршанському ільменітовому родовищі та Стремигородському апатит-ільменітовому корінному родовищі не здійснювалось, тому актуальним і необхідним є проведення таких робіт з метою створення засад екологічної експертизи майбутніх проектів розвитку мінерально-сировинної бази титану України.

У другому розділі «**МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**» подано характеристику виконаних польових літо-, біо-, гідрохімічних робіт, які здійснені автором, та обґрунтовано методи досліджень. Особисто автором виконано такі види робіт: визначення схеми опробування, опробування території, первинна обробка та підготовка проб до спектрального, атомно-абсорбційного та потенціометричного аналізів, виконання потенціометричного вимірювання, аналіз та обробка результатів статистичними методами, опрацювання та інтерпретація результатів.

Вміст титану та інших хімічних елементів в об'єктах довкілля визначено за допомогою комплексу аналітичних методів: атомно-абсорбційного, емісійного спектрального, потенціометричного та методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (*ICP-MS*) на приладі *Element-2* у Центрі колективного користування приладами ІГМР НАН України. Аналізи виконано у стандартизованих лабораторіях ІГМР НАН України та лабораторії Житомирської експедиції ПДРГП «Північгеологія».

Для отримання геохімічних критеріїв та встановлення ступеня екологічної небезпеки територій автором розраховано й застосовано показники – коефіцієнт концентрації ( $K_c$ ), кларк концентрації ( $KK$ ), коефіцієнт небезпеки ( $K_n$ ), сумарний показник забруднення ( $Z_c$ ), індекс забрудненості вод ( $IZB$ ), коефіцієнт біологічного поглинання ( $A_x$ ).

Обробку та інтерпретацію одержаних аналітичних даних здійснено за допомогою пакетів програм – *Microsoft Excel*, *Adobe Photoshop*, *Statistica 6*. Для візуалізації результатів, зокрема, побудови картосхем застосовувались геоінформаційні системи (ГІС): *MapInfo Professional* та *Golden Software Surfer*.

У третьому розділі «**ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ТА ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ**» на підставі широкого огляду літературних та фондових джерел описано геологічні, гідрогіологічні та ландшафтно-геохімічні особливості територій Іршанського та Стремигородського титанових родовищ.

Територія досліджень знаходиться в межах Волинського блоку Українського щита (Коростенський плутон), фундамент якого складений габро, габро-анортозитами, габро-норитами, анортозитами та піроксенітами, які є титаноносними породами. Рудні мінерали представлені титано-магнетитом, ільменітом, магнетитом, піритом. Ільменіт – головний рудний мінерал основних порід, що визначає металогенічну спеціалізацію габро-анортозитових масивів Коростенського плутону. Стремигородське родовище пов'язане з малою інтрузією габроїдів і є магматогенним апатит-ільменітовим. У його будові беруть участь габро-анортозити та габро-норити зі значним вмістом  $TiO_2$ . Відносно Іршанської групи родовищ титану – склад алювіальних розсипищ (нижньо-, середньо-, верхньоплейстоценові і голоценові утворення) переважно ільменітовий мономінеральний.

Описано технологію видобутку ільменіту Іршанської групи родовищ (відкритий спосіб) та Стремигородського корінного родовища (рекомендований варіант одночасної відкритої та підземної розробки).

*Гідрогеологічні умови.* У межах досліджуваної території виділено 8 основних водоносних горизонтів, переважно гідрокарбонатно-кальцієвого складу (рН 5,6–8,5). Поверхневі води району досліджень представлені водними артеріями рр. Уж та Ірша, що належать до басейну р. Дніпро. В роботі наведено результати моніторингових досліджень вмісту рН,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (1995–2014 рр.) та визначено, що рН вод становить 7–8, тому вони відносяться до нейтральних – слабколужних, вміст хлоридів і сульфатів становить 30–45 мг/дм<sup>3</sup> та 10–65 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. Повільне зменшення їх вмісту з часом свідчить про відсутність явних джерел забруднення (стічних вод тощо).

*Ландшафтно-геохімічні умови.* Ландшафти територій являють собою лісисто-болотні різновиди Житомирського Полісся. Автором побудовано схему розповсюдження ґрунтів, де узагальнено три основних типи: 1 – лісові дерново-підзолисті супіщані і суглинкові; 2 – дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані і глинисто-піщані; 3 – дерново-слабо- і середньопідзолисті глеюваті супіщані і суглинкові.

За отриманими в результаті власних досліджень даними охарактеризовано вертикальний розподіл Ti, Mn, Pb, Zn у ґрунтовому профілі над різними корінними породами (габро-анортозитами та гранітами рапаківі). Встановлено, що вміст Mn, Pb у верхньому шарі (5–10 см) дерново-слабо- і середньопідзолистих піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів на гранітах (150, 10 мг/кг відповідно) у три рази вище, ніж на габро-анортозитах (40, 3 мг/кг відповідно). Для Ti та Zn навпаки: Ti на гранітах (мг/кг) – 300, габро-анортозитах – 1500; для Zn на гранітах – 60, габро-анортозитах – 20.

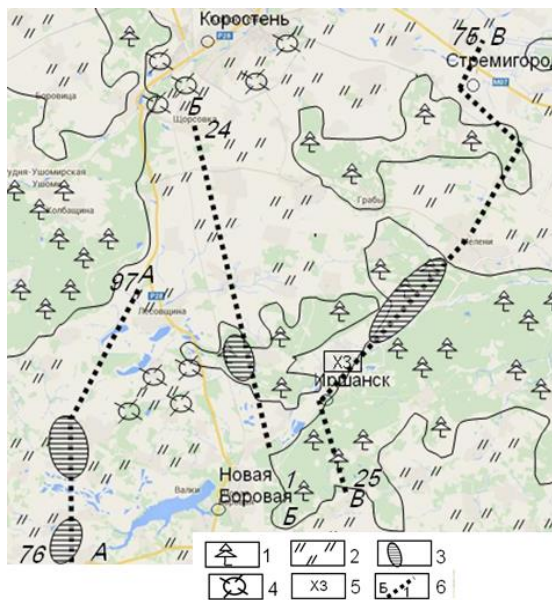
У четвертому розділі **«ЕКОЛОГО ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВИХ ВІДКЛАДІВ ТА РОСЛИННОСТІ»** на основі результатів, отриманих автором, проаналізовано особливості розподілу титану та інших хімічних елементів у вищезазначених об'єктах довкілля. Проаналізовано вплив органічної речовини на розподіл важких металів. Найбільший вміст органічної речовини (3,62 %) було зафіксовано в дерново-середньопідзолистих глейових супіщаних і суглинкових ґрунтах. Відповідно, найменший (0,9 %) – в дерново-слабопідзолистих супіщаних і суглинкових ґрунтах на воднольодовикових відкладах, перешарованих моренними відкладами.

Основну увагу приділено розподілу титану та інших хімічних елементів у поверхневих відкладах Іршанського та Стремигородського родовищ. Виконано геохімічне опробування лісових та занедбаних сільськогосподарських угідь, територій рекультивації, заплавних і понижених ділянок та «хвостів» збагачення за опорними профілями загальною довжиною 90 км (рис. 1).

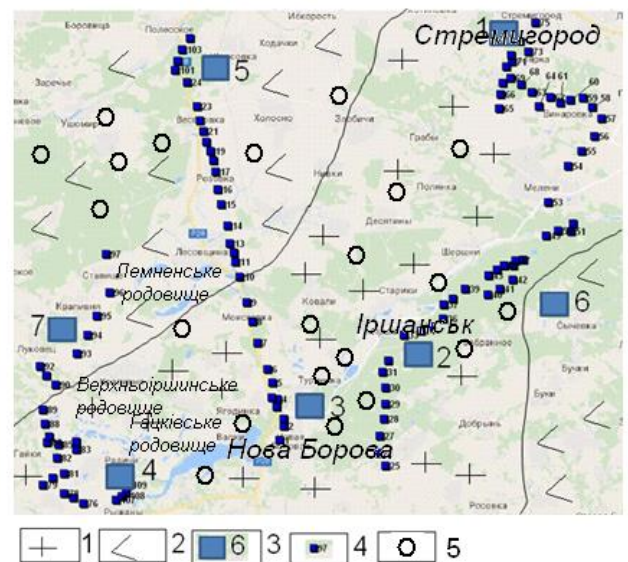
Автором визначено статистичні характеристики вмісту титану та інших хімічних елементів (мінімальний, максимальний та середній), побудовано графіки їх розподілу над опорними профілями, встановлено геохімічні асоціації, розраховано показники еколого-геохімічного забруднення у різних функціональних зонах.

Геохімічна характеристика поверхневих відкладів різних функціональних зон дала змогу побудувати асоційовані ранжовані ряди хімічних елементів (за максимальним вмістом) згідно  $K_C$ : «хвости» збагачення –  $\text{Ti}_{20}\text{--Cu}_8\text{--V}_5\text{--Zn}_4\text{--Ba}_2$ ; заплавні





а



б

Рис. 1. Схема розташування функціональних зон (а) та відбору проб (б) територій Іршанського та Стремигородського родовищ ільменіту. а: 1 – ліси (переважно хвойні); 2 – сільськогосподарські угіддя; 3 – рекультивовані землі; 4 – кар'єри; 5 – «хвости збагачення»; 6 – літохімічні профілі; б: 1 – граніти, 2 – габро-анортозити; ділянки відбору проб: 3 – рослинності, 4 – поверхневих відкладів, 5 – гідрохімічних проб

відклади –  $\text{Cu}_7\text{-Ni}_5\text{-(Ba, Pb)}_3$ ; сільськогосподарські угіддя –  $\text{Cu}_6\text{-Ni}_5\text{-Ba}_4\text{-(Pb, Mo)}_2$ ; лісові масиви –  $\text{Cu}_5\text{-(Ba, Ni, Pb)}_4\text{-Mo}_2$ ; рекультивовані землі –  $\text{Ti}_3\text{-Cu}_2$  (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст хімічних елементів у поверхневих відкладах різних функціональних зон, мг/кг

Клас небезпеки	Хімічний елемент	ХЗ	РЗ	ЗВ	С/г	Ліс	ГДК
1	Zn	90/30	30/20	45/30	25/15	30/15	55
1	Pb	3/2	2/1	6/4	5/1	8/1	32
2	Cu	100/20	30/2	80/30	70/25	60/14	33
2	Ni	9/5	2/1,5	45/18	50/10	40/10	20
2	Co	5/3	3/2	8/4	7/4	8/4	20
2	Cr	10/7	5/2	20/15	20/7	30/7	100
2	Mo	1/0,8	0,9/0,8	2/1,5	2/1	2/0,7	10
3	V	100/30	10/5	20/17	10/8	10/8	150
3	Ba	100/50	60/40	150/100	200/50	200/60	200
3	Mn	250/200	200/150	425/350	400/380	300/180	1500
–	Ti	12000/1000	2000/1000	1250/800	1000/800	1000/600	–

Примітка. ХЗ – «хвости» збагачення, РЗ – рекультивовані землі, ЗВ – заплавні відклади, С/г – сільськогосподарські угіддя, Ліс – лісові угіддя (переважно соснові), ГДК – гранично допустима концентрація елементу у ґрунтах, «–» – немає даних (Ti не нормується за ГДК і не відноситься до елементів класу небезпеки). Значення вмісту: чисельник – максимальне, знаменник – медіанне.

Встановлено, що найбільшу небезпеку становить підвищений вміст Cu, який фіксується на всіх площах (окрім рекультивованих земель).

За розрахованим значенням сумарного забруднення ( $Z_C$ ) поверхневі відклади всіх функціональних зон віднесені до допустимого рівня (15–16), за винятком «хвостів» збагачення, де рівень помірно небезпечний (16–17).

Моніторингові дослідження (1970 р., 1990–2000 рр.) стану поверхневих відкладів різних ділянок розробки титанових родовищ (Іршанське, Верхньоіршинська група родовищ, Стремигородське родовище, «умовно чиста» ділянка) дозволили надати геохімічну характеристику у вигляді асоційованого ранжованого ряду хімічних елементів (згідно  $K_C$ ) та розрахувати  $Z_C$  (табл. 2).

Таблиця 2

Еколого-геохімічні показники стану поверхневих відкладів  
різних ділянок розробки титанових родовищ

Назва родовища	Функціональні зони	Геохімічні ряди	$Z_C$
1970-ті рр. розробки			
Іршанське	РЗ	$Ti_3$	–
	Ліс	$(Ba, Cu)_3$	6,9
	ЗВ	$Cu_6 - (Ba, Cr)_3 - (Zn, Ti)_2$	12
	С/Г	$Ba_6 - Cu_3$	9
1990–2000 рр. розробки (Верхньоіршинська група родовищ)			
Лемненське	РЗ	$Cu_8 - Ba_4 - Ni_3 - Mo_2$	14,7
Верхньоіршинське	РЗ	$(Cu, Ni)_3 - Ba_2$	6,7
Гацківське	РЗ	$Ti_5 - (Cu, Mo, Ni)_3 - (Ba, V)_2$	9,7
–	Ліс	$(Cu, Ni, Ba)_3$	6,6
–	С/Г	$Cu_7 - Ni_6 - Ba_4$	15,2
2000 рр. (Стремигородське родовище)			
Стремигородське	Ліс	$Cu_5 - Ni_4 - Ba_2$	8,5
«Умовно чиста» ділянка			
«Умовно чиста» ділянка	Ліс	$Cu_5 - Cr_3 - (Ba, Ni)_2$	9
	С/Г	$Cu_5 - (Cr, Ni)_3$	7,6
	ЗВ	$Cu_5 - Ni_4 - Cr_3$	9,7

Примітка. Назва функціональних зон відповідно до табл. 1, «–» – функціональні зони Верхньоіршинської групи родовищ.

Встановлено підвищений вміст Cu, Ni, Cr, Ba, але за значенням  $Z_C$  рівень забруднення є допустимий ( $<16$ ). Моніторингові дослідження дозволили визначити, що за 30 років еколого-геохімічний стан поверхневих відкладів функціональних зон має незначні зміни і знаходиться в межах допустимого рівня.

Важливим показником, що визначає надходження елементу із ґрунту до рослини, є рухомі форми хімічних елементів. Автором було визначено рухомі форми важких металів I та II класів небезпеки (Ni, Pb, Zn, Cu) для поверхневих відкладів різних функціональних зон. Встановлено, що у межах техногенної функціональної зони («хвости» збагачення) частка вмісту рухомих форм металів відносно валового мінімальна і становить, %: Zn – 2; Cu – 2; Pb – 6; Ni – 4, тоді як у межах рекультивованих земель ця частка становить, %: Zn – 8; Cu – 17; Pb – 18;

Ni – 15. Це пов'язано з тим, що «хвости» збагачення характеризуються підвищеним вмістом тонкодисперсних частинок, які слугують сорбційним бар'єром для металів. Отже, за зменшенням частки вмісту рухомих форм хімічних елементів можна скласти ряди для кожного досліджуваного металу: Zn: лісовий ґрунт > сільськогосподарські угіддя > рекультивовані землі > «хвости» збагачення; Cu: лісовий ґрунт > рекультивовані землі > сільськогосподарські угіддя > «хвости» збагачення; Pb: рекультивовані землі > лісовий ґрунт > сільськогосподарські угіддя > «хвости» збагачення; Ni: сільськогосподарські угіддя > лісовий ґрунт > рекультивовані землі > «хвости» збагачення.

Для визначення еколого-геохімічного стану території досліджень ефективним є аналіз рослинності. Автором проаналізовано середній вміст хімічних елементів у золі наземної частини рослин – листі берези, глиці сосни та моху та розраховано коефіцієнти біологічного поглинання. Оскільки ділянки відбору рослинності знаходились над різними корінними породами (гранітами та габро-анортозитами), визначено їх різницю за біологічним накопиченням хімічних елементів (рис. 2).

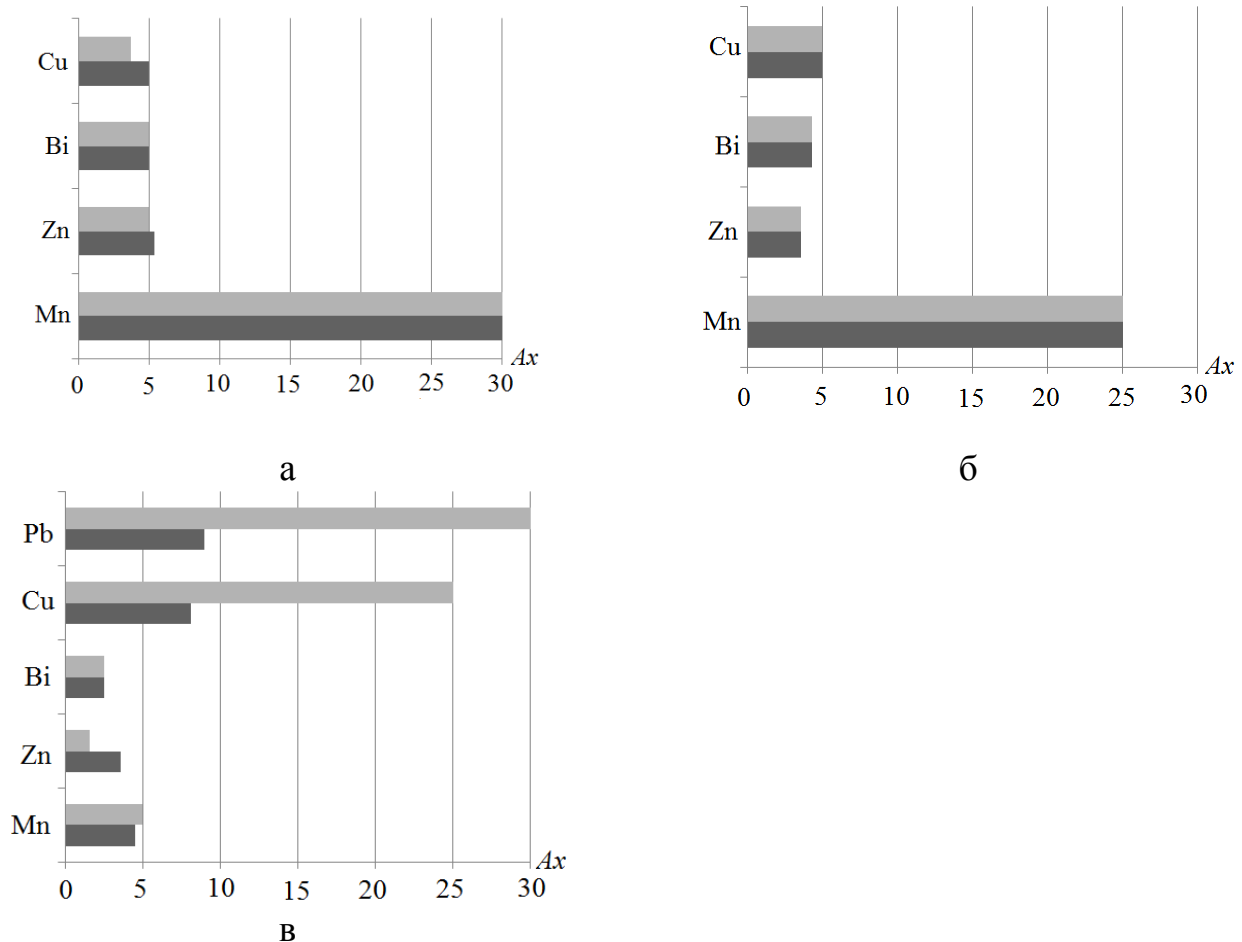


Рис. 2. Діаграми коефіцієнтів біологічного накопичення ( $A_x$ ) хімічних елементів рослинністю: а – листя берези, б – глиця сосни, в – мох. Сірим кольором позначено вміст у ґрунтах на граніті, чорним – на габро-анортозиті

Встановлено, що листя берези та глиця сосни найбільш інтенсивно накопичують Mn, а мох – Pb, Cu (у 6 разів більше, ніж інші рослини).

Титан є інертним елементом – вміст у листі берези і глиці сосни не залежить від вмісту у ґрунті (немає кореляційного зв'язку), для моху визначено негативну залежність.

Здійснено моніторингові дослідження вмісту хімічних елементів у золі рослинності (листя берези та глиця сосни) у 1970 (Б.Ф. Міцкевич та інш.) та 2004 (авторські) роках (рис. 3).

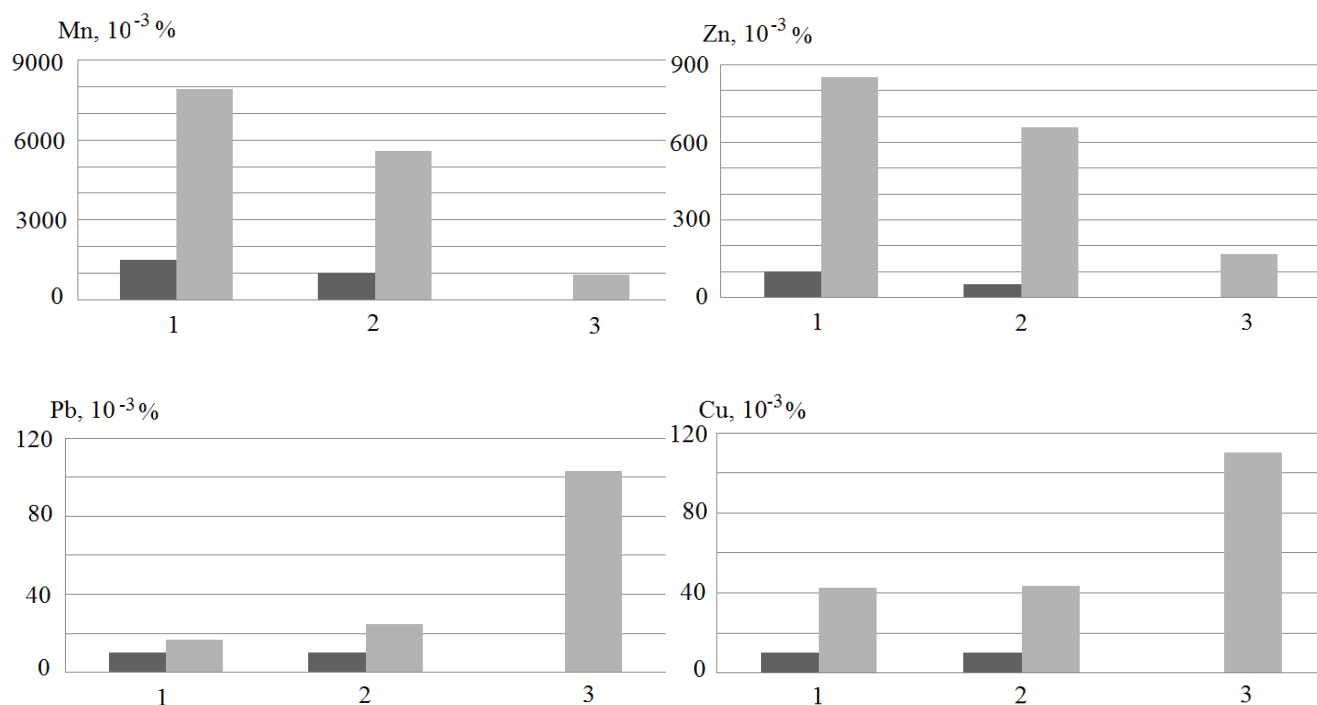


Рис. 3. Вміст металів у золі рослинності у 1970 та 2004 роках (позначено чорним та сірим кольорами відповідно): 1 – листя берези, 2 – глиця сосни, 3 – мох

Встановлено, що за 30 років вміст марганцю і цинку збільшився у 8 разів у листі берези та майже у 6 разів у глиці сосни, а вміст свинцю та міді з роками змінився незначно (у 1,5–2 рази). Необхідно зазначити, що поглинання рослинністю важких металів залежить від хімічного складу ґрунтів, та, особливо, типу і складу органічних речовин.

У п'ятому розділі **«ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ГІДРОСФЕРИ»** проаналізовано стан поверхневих та підземних вод та надано їх оцінку за еколого-геохімічними показниками. Природні води – це транспортувальне середовище, головними джерелами забруднення якого є стічні води промислових підприємств, очисних споруд та каналізаційних стоків. На території досліджень було відібрано зразки вод за течією річок Уж, Ірша та Кам'янка. Для досліджень автором було виділено ділянки – Стремигородська (р. Кам'янка), Іршанська та Новоборівська (р. Ірша). За результатами досліджень розраховано індекс забрудненості вод (*ІЗВ*), який визначає перевищення вмісту хімічних елементів

I–III класів небезпеки (Ti, Mn, Ni, Cr, Cu, Pb, Zn), за ГДК. За цим показником поверхневі води на території Стремигородської ділянки «чисті» (*ІЗВ* 0,23), вміст елементів не перевищує ГДК; поверхневі води Іршанської ділянки також «чисті» (*ІЗВ* 0,78), лише вміст Cr та Ti перевищує ГДК у 2–3 рази; «забруднені» води зафіксовано на Новоборівській ділянці (*ІЗВ* 6,8), де вміст Cr, Mn та Ni перевищує ГДК у 15–20 разів. Це пов'язано з тим, що забруднення накопичується на ділянці надходження поверхневих вод у водосховище, де змінюється морфологія русла річки і, відповідно, швидкість течії, що призводить до накопичення елементів.

Донні відклади водойм відіграють значну роль у формуванні гідрохімічного режиму річок як акумулятор або джерело забруднювальних речовин. Простеживши динаміку накопичення забруднювальних речовин, можна зробити висновки про наявність або відсутності джерел забруднення.

За результатами дослідження забруднення донних відкладів було розраховано їхній ступінь небезпеки. Для аналізу було обрано донні відклади рік басейну р. Ірша, що знаходиться на території досліджень. Шляхом розрахунку коефіцієнту накопичення (відношення хімічних елементів в донних відкладах до їх вмісту у поверхневих водах) встановлено, що Ti, Mn і Cr накопичуються у донних відкладах. Це може бути причиною вторинного забруднення поверхневих вод (рис. 4).

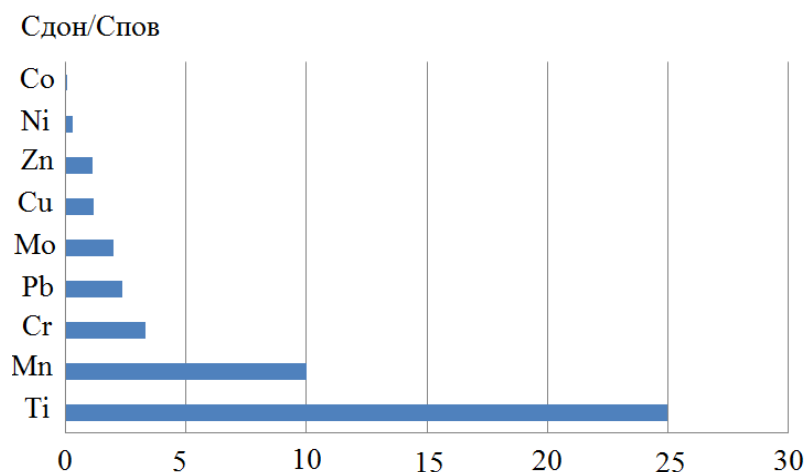


Рис. 4. Накопичення хімічних елементів донними відкладами

Наступним кроком досліджень було визначення еколого-геохімічних показників забруднення підземних вод шляхом опробування води з колодязів. Водовмісними горизонтами є верхньочетвертинні та середньочетвертинні відклади, які представлені різнозернистими пісками, на глибині 2–9 м. Води за хімічним складом гідрокарбонатні, рН 5,6–8,5.

Дослідження проведено у 32 населених пунктах, де у водах криниць визначено вміст хімічних елементів, побудовано геохімічні ряди та розраховано *ІЗВ* (табл. 3).

Таблиця 3

Еколого-геохімічні показники забруднення підземних вод (фрагмент таблиці)\*

Населений пункт	Геохімічні ряди за коефіцієнтом небезпеки ( $K_H$ )	Геохімічні ряди за коефіцієнтом аномальності ( $K_C$ )	$IЗВ$	Клас вод
Нова Борова	$Ti_3 - Cr_{2,4} - Li_1 - Nb_{01}$	$Ni_{50} - (Ti, Cr)_{20} - Li_8 - Cu_6 - Mn_5 - Mo_2 - Nb_1$	0,73	чисті
Сушки	$Mn_9 - Cr_{2,4} - Li_{2,3} - (Ni, Ti)_1$	$(Mn, Ni)_{90} - Li_{47} - Cu_{45} - Cr_{20} - Ti_6 - Mo_1$	1,43	помірно забруднені
Добринь	$Mn_9 - Ti_2$	$Mn_{90} - Ni_{30} - Co_{23} - Ti_{13} - Li_{10} - Cu_5 - Cr_3 - Mo_{0,9}$	1,12	помірно забруднені
Старики	$Cr_2 - Li_{1,3} - Ti_{0,9}$	$Ni_{40} - Cr_{20} - Li_{13} - Cu_{7,5} - Ti_6 - Mo_4 - Mn_3 - Zn_1$	0,52	чисті
Сантарка	$Ti_1 - Cr_1$	$Ni_{30} - Cu_{15} - Li_{10} - Ti_8 - Cr_{6,7} - Mn_2 - Zn_{1,3} - Mo_{0,9}$	0,29	чисті
Чоповичі	$Ti_2 - (Mn, Li)_1$	$Li_{20} - Cu_{15} - Ti_{13} - (Mn, Ni)_{12} - Zn_{10} - Mo_4 - Cr_2 - Nb_{1,1}$	0,47	чисті
Мала Зубовщина	$Ti_4 - Mn_3 - (Li, Cr)_1$	$Ni_{40} - Mn_{30} - (Ti, Li)_{27} - Cr_{12} - Cu_8 - Mo_4 - Zn_3$	0,95	чисті
Валки	$Cr_3 - Ti_2 - Mn_{1,5} - (Ni, Li)_1$	$Ni_{70} - Li_{47} - Cr_{25} - Mn_{15} - Ti_{13} - Cu_{10} - Mo_{1,5}$	0,73	чисті
Михайловка	$Cr_{2,4} - Ti_1 - (Mn, Li)_1$	$Ni_{30} - (Cr, Li)_{20} - Cu_{10} - Ti_8 - Mn_7 - Mo_1$	0,53	чисті
Струмок	$Mn_9 - Ni_{1,5} - (Ti, Li)_1$	$Ni_{50} - (Li, Cu, Mn)_{20} - Cr_{12} - Ti_6 - Mo_1$	1,05	помірно забруднені
Березневе	$Mn_4 - Ti_{1,5} - Cr_1$	$Mn_{40} - Cu_{15} - Ni_{12} - Ti_{10} - Cr_8 - Li_3 - Mo_1 - (Nb, Zn)_1$	0,46	чисті
Ушомир	$Li_2 - Ti_1$	$Ni_{70} - (Cu, Li)_{20} - Ti_8 - Mo_5 - Cr_3 - Mn_2$	0,65	чисті
Ставище	$Mn_{12} - Ti_1$	$Mn_{120} - Ni_{40} - Li_{20} - Cu_{10} - Ti_8 - Cr_3 - Zn_2 - Mo_1 - Co_1$	1,37	помірно забруднені
Рудня	$Mn_5 - Cr_2 - (Ti, Ni)_1$	$Ni_{120} - Mn_{50} - Cu_{35} - Cr_{20} - Li_{13} - Ti_8 - Zn_2 - Mo_1$	0,97	чисті
Великий Яблунець	$Mn_7 - Li_2 - Ti_1$	$Mn_{70} - Li_{33} - Ni_{30} - Cu_{15} - Ti_6 - (Cr, Co)_5 - Zn_1 - Mo_1$	0,97	чисті

Примітка. Розрахунок наведено за максимальними значеннями (зустрічальність 20 %).

Встановлено, що основними елементами-забруднювачами вод є Cr, Mn і Ti; за значеннями  $IЗВ$  у зоні впливу Іршанського родовища води є помірно забрудненими (с. Добринь). У зоні впливу Стремигородського родовища води чисті (сс. Чоповичі, Мала Зубівщина). Основне надходження Cr та Mn в підземні води пов'язано, ймовірно, з технологічними процесами малих підприємств з обробки облицювального каміння.

## ВИСНОВКИ

1. Розрахунок сумарного забруднення ( $Z_C$ ) поверхневих відкладів функціональних зон Іршанського та Стремигородського родовищ титану («хвости» збагачення; заплавні відклади; сільськогосподарські угіддя; лісові масиви;

рекультивовані землі) дав змогу віднести їх до допустимого рівня (15–16), за винятком «хвостів» збагачення, де рівень помірно небезпечний (16–17).

2. Аналіз розподілу хімічних елементів у поверхневих відкладах функціональних зон дозволив побудувати асоційовані ранжовані ряди (за максимальним вмістом) згідно  $K_C$ : «хвости» збагачення –  $Ti_{20}-Cu_8-V_5-Zn_4-Ba_2$ ; заплавні відклади –  $Cu_7-Ni_5-(Ba, Pb)_3$ ; сільськогосподарські угіддя –  $Cu_6-Ni_5-Ba_4-(Pb, Mo)_2$ ; лісові угіддя –  $Cu_5-(Ba, Ni, Pb)_4-Mo_2$ ; рекультивовані землі –  $Ti_3-Cu_2$ . Визначено, що найбільшу небезпеку становить підвищений вміст Cu, який фіксується на всіх площах (окрім рекультивованих земель).

3. Визначення вмісту рухомих форм важких металів I та II класів небезпеки (Ni, Pb, Zn, Cu) у поверхневих відкладах функціональних зон дало змогу встановити, що у межах техногенної функціональної зони («хвости» збагачення) частка рухомих форм металів відносно валового вмісту є мінімальною, %: Zn – 2; Cu – 2; Pb – 6; Ni – 4, а у межах рекультивованих земель вона дорівнює, %: Zn – 8; Cu – 17; Pb – 18; Ni – 15. Це пов'язано з тим, що «хвости» збагачення характеризуються підвищеним вмістом тонкодисперсних частинок, які слугують сорбційним бар'єром металів.

4. Вперше проведено моніторингові дослідження (1970, 1990–2000 рр.) для оцінки стану поверхневих відкладів розробки титанових родовищ (Іршанське, Верхньоіршинська група родовищ), Стремигородського родовища та «умовно чистої» ділянки. Встановлено, що за 30 років еколого-геохімічний стан поверхневих відкладів функціональних зон має незначні зміни. У поверхневих відкладах встановлено підвищений вміст Cu, Ni, Cr, Ba.

5. Вивчення хімічного складу поверхневих вод річок Ірша та Кам'янка за індексом забрудненості вод (ІЗВ) дало підставу віднести поверхневі води р. Кам'янка до «чистих» (ІЗВ 0,23), вміст елементів не перевищує ГДК; поверхневі води р. Ірша також «чисті» (ІЗВ 0,78), лише вміст Cr та Ti перевищує ГДК у 2–3 рази; «забруднені» води з вмістом Cr, Mn та Ni, що перевищує ГДК у 15–20 разів, зафіксовано на ділянці р. Ірша (ІЗВ 6,8), де вона впадає у Новоборівське водосховище. Це пов'язано зі зміною морфології русла річки і, відповідно, швидкості течії, що призводить до накопичення хімічних елементів.

6. За результатами аналізу вмісту хімічних елементів у донних відкладах рік басейну р. Ірша та розрахунку коефіцієнта накопичення (відношення хімічних елементів у донних відкладах до їхнього вмісту у поверхневих водах) визначено елементи, що накопичуються: Ti, Mn і Cr.

7. Біогеохімічні дослідження наземних частин рослин – листя берези, глиця сосни та мох дозволили встановити, що листя берези та глиця сосни найбільш інтенсивно накопичують Mn, а мох поглинає Pb, Cu (у 6 разів більше, ніж інші рослини). За результатами моніторингових досліджень вмісту елементів у золі рослинності у 1970 та 2004 роках (листя берези та глиця сосни) встановлено, що за 30 років вміст марганцю і цинку збільшився у 8 разів для листя берези та майже у 6 разів для глици сосни, тоді як вміст свинцю та міді з роками змінився незначно (у 1,5–2 рази).

8. Вперше на основі комплексних геохімічних досліджень об'єктів довкілля Іршанського та Стремигородського родовищ титану (поверхневі і донні відклади,



природні води, рослинність) встановлено, що їх території мають допустимий та помірно небезпечний рівень забруднення, і зроблено висновки, що розробка родовищ титану такого типу не створює еколого-геохімічної небезпеки для об'єктів довкілля.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

1. **Язвинська М.В.** Особливості вертикального розподілу хімічних елементів у ґрунтах Житомирського Полісся / Язвинська М.В. // *Геохімія та рудоутворення*. – 2012. – № 31–32. – С. 164–169.
2. **Язвинська М.В.** Стан та задачі досліджень геохімічних ландшафтів території розробки титанових родовищ Житомирського Полісся / Язвинська М.В. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – 2011. – № 1(11). – С. 35–41.
3. **Язвинська М.В.** Геохімічні аспекти рекультивації (на прикладі розробки титанових родовищ Житомирського Полісся) / Язвинська М.В. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – К., 2010. – № 1(10). – С. 105–109.
4. **Язвинська М.В.** Екологічний моніторинг заповідних ділянок степової зони України / Язвинська М.В., Жук О.А. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – 2009. – № 1(8). – С. 56–68. *(Особистий внесок – проведена інтерпретація власних даних щодо хімічного складу заповідних ділянок степової зони України)*.
5. **Язвинська М.В.** Вміст металів у компонентах ландшафтів Південного (Житомирського) Полісся / Язвинська М.В. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – 2008. – № 1(8). – С. 26–31.
6. **Язвинська М.В.** Моніторинг стану ґрунтів заповідних територій степової ландшафтно-геохімічної зони / Язвинська М.В., Жук О.А., Дмитренко К.Е. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – 2007. – № 1(6). – С. 46–49. *(Особистий внесок – проведено моніторинг щодо зміни геохімічного стану ґрунтів заповідних територій, встановлено хімічний склад ґрунтів степової ландшафтно-геохімічної зони)*.
7. **Язвинська М.В.** Вплив Київського мегаполіса на міграцію важких металів у ґрунтах прилеглих рекреаційних зон / Жук О.А., Радченко А.І., Язвинська М.В. // *Мінерал. журн.* – 2007. – **29**, № 4. – С. 75–81. *(Особистий внесок – визначено закономірності розподілу важких металів у ґрунтах Київського мегаполісу)*.
8. **Язвинська М.В.** До питання вивчення забруднення урбоґрунтів / Жук О.А., Радченко А.І., Приходько М. В., Язвинська М.В. // *Мінеральні ресурси України*. – 2006. – № 1. – С. 44–46. *(Особистий внесок – проведено аналіз розподілу хімічних елементів в урбоґрунтах, визначено елементи-забруднювачі)*.
9. **Язвинська М.В.** Вертикальний розподіл металів у ґрунтах району розробки титан-цирконієвих розсипищ / Язвинська М.В. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – 2006. – № 5. – С. 41–42.
10. **Язвинська М.В.** Рухомі форми важких металів у ґрунтах Житомирського Полісся (Коростенський район) / Язвинська М.В. // *Пошукова та екологічна геохімія*. – К., 2004. – № 4. – С. 44–47.



11. **Язвинська М.В.** Оцінка ступеня забруднення ґрунтів на території розробки титанових родовищ / Геохімія та екологія : зб. наук. пр. Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України та МНС України. – 2004. – № 9. – С. 123–127.

12. **Язвинська М.В.** Вплив органічної речовини на розподіл важких металів в ґрунтах півночі Житомирського Полісся / Язвинська М.В. // Пошукова та екологічна геохімія. – 2003. – № 2/3. – С. 85–87.

*Інші публікації за темою дисертації*

13. Крюченко Н.О. Еколого-геохімічна оцінка поверхневих відкладів території Іршанського родовища ільменіту / Н.О. Крюченко, **М.В. Язвинська**, Е.Я. Жовинський // Scientific Journal «ScienceRise». – 2015, №3/1 (8). – С. 25–28. *(Особистий внесок – обробка первинної інформації, аналіз еколого-геохімічного стану поверхневих відкладів території Іршанського родовища ільменіту).*

*Стаття у науковому фаховому виданні України, яке включене до міжнародних наукометричних баз:*

14. **Язвинська М.В.** Еколого-геохімічна оцінка поверхневих відкладів території Стремигородського родовища / Язвинська М.В. // Мінерал. журн. – 2016. – 38, № 2. – С. 72–81.

*Матеріали та тези конференцій:*

15. **Язвинська М.В.** Геохімія окремих елементів як екологічна складова розробки титанового родовища у Житомирському Поліссі // Актуальные проблемы поисковой и экологической геохимии : сб. тезисов Междунар. науч. конф. (Киев, 1–2 июля 2014 г.). – К., 2014. – С. 103–105.

16. **Язвинська М.В.** Важкі метали в ґрунтах техногенних ландшафтів Житомирського Полісся / Язвинська М.В., Жук О.А. // Сучасні проблеми геологічної науки: зб. наук. пр. ІГН НАН України. – 2003. – С. 224–226. *(Особистий внесок – збір даних, проведення аналітичних досліджень щодо вмісту важких металів у техногенних ландшафтах Житомирського Полісся).*

17. **Язвинська М.В.** Органічна речовина в розподілі металів в ґрунтах півночі Житомирського Полісся : тези доповідей I Молодіжної наукової конференції, «ДОВКІЛЛЯ – XXI» / ІППЕ НАН України. – Дніпропетровськ : Інститут проблем природокористування та екології НАН України, 2002. – 240 с.

18. **Язвинська М.В.** Розподіл важких та розсіяних металів в ґрунтах, пов'язаних з титановими рудопроявами Житомирського Полісся / М.В. Язвинська, О.А. Жук // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки : матеріали Міжнар. науково-практичної конференції; м. Дніпропетровськ, Україна, 24–27 жовтня 2003 р. / Редкол.: А.Г. Шапар (гол. ред.) та ін. – Дніпропетровськ, 2003. – 320 с. *(Особистий внесок – визначення вмісту хімічних елементів, висновки).*

## АНОТАЦІЯ

**Язвинська М.В.** Еколого-геохімічна оцінка об'єктів довкілля територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану Волинського блоку Українського щита. – **На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія. – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, 2016.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню геохімічних особливостей поверхневих та донних відкладів, рослинності, природних вод територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану. Одержано нові дані щодо розподілу хімічних елементів (Mn, Cr, Ni, Zn, Pb, Ti та інш.), визначено їхній фоновий та аномальний вміст, виявлено геохімічні асоціації, розраховано геохімічні коефіцієнти та встановлено рівень забруднення. Визначено, що у «хвостах» збагачення метали мають найменшу частку рухомості, що пов'язане з наявністю тонкодисперсних часток, які слугують сорбційним бар'єром. За результатами біогеохімічних досліджень листя берези, глици сосни та моху встановлено, що листя берези та глици сосни найбільш інтенсивно накопичують Mn, а мох поглинає Pb, Cu (у 6 разів більше, ніж інші рослини). Вперше, на основі комплексного аналізу геохімічного складу поверхневих та донних відкладів, рослинності, природних вод встановлено, що у районі Іршанського та Стремигородського родовищ титану показник забруднення знаходиться в межах допустимого та помірно небезпечного значення.

За допомогою ГІС-технологій побудовано карти-схеми розподілу мікроелементів у об'єктах довкілля територій Іршанського та Стремигородського родовищ титану.

*Ключові слова:* еколого-геохімічні дослідження, мікроелементи, об'єкти довкілля, Іршанське та Стремигородське родовища титану.

## АННОТАЦИЯ

**Язвинская М.В.** Эколого-геохимическая оценка объектов окружающей среды территорий Иршанского и Стремигородского месторождений титана Волинского блока Украинского щита. – **На правах рукописи.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.02 – геохимия. – Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины, Киев, 2016.

Проведенные исследования поверхностных и донных отложений, растительности, природных вод территорий Иршанского и Стремигородского месторождений титана позволили установить их фоновые и аномальные концентрации, что дало возможность сделать вывод об отсутствии существенных геохимических изменений в процессе разработки титановых месторождений. При геохимических исследованиях поверхностных отложений рассчитаны геохимические коэффициенты, благодаря чему установлен уровень загрязнения.

Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) поверхностных отложений большинства функциональных зон составляет 15–16, что свидетельствует о допустимом уровне загрязнения, и только хвосты обогащения имеют показатель 16–17 (умеренно опасное загрязнение). Главными элементами-загрязнителями являются Cu, Ni, Mo.

На основе биогеохимических исследований растений (листья березы, хвоя сосны и мох) территорий Иршанского и Стремигородского месторождений титана установлено, что листья березы и хвоя сосны наиболее интенсивно накапливают Mn, а мох – Pb, Cu (в 6 раз больше, чем другие растения).

Анализ результатов распределения химических элементов в поверхностных водах участков Стремигородского (р. Каменка), Иршанского и Новоборовского (р. Ирша) позволил рассчитать индекс загрязненности вод (*ИЗВ*), по результатам которого поверхностные воды Стремигородского участка отнесены к «чистым» (*ИЗВ* 0,23), содержание элементов не превышает ПДК; поверхностные воды Иршанского участка также «чистые» (*ИЗВ* 0,78), только содержание Cr и Ti превышает ПДК в 2–3 раза; «загрязненные» воды зафиксированы на Новоборовском участке (*ИЗВ* 6,8), где содержание Cr, Mn и Ni превышает ПДК в 15–20 раз.

Результаты аналитических исследований содержания химических элементов в подземных водах (колодцах) позволили установить, что основными элементами-загрязнителями вод являются Cr, Mn и Ti; по значению *ИЗВ* в районе Иршанского месторождения воды умеренно загрязненные (с. Добрынь); в районе Стремигородского месторождения воды чистые (сс. Чоповичи и Малая Зубовщина).

Впервые на основе комплексных геохимических исследований поверхностных и донных отложений, растительности, природных вод было установлено, что в районе Иршанского и Стремигородского месторождений титана загрязнение находится в пределах допустимого и умеренно опасного, и сделаны выводы, что разработка такого типа месторождений титана не создает эколого-геохимической опасности для объектов окружающей среды этих территорий.

*Ключевые слова:* эколого-геохимические исследования, микроэлементы, объекты окружающей среды, Иршанское и Стремигородское месторождения титана.

## SUMMARY

Yazvynska M.V. Ecological and geochemical evaluation of environmental areas of Irshansk and Stremigorod deposits of titanium of Volyn Block of Ukrainian Shield. – **Manuscript copyright.**

Dissertation is for the degree of candidate of geological sciences, specialty 04.00.02 – geochemistry. – M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis is devoted to investigation of geochemical characteristics of surface and bottom sediments, vegetation, natural water areas of Irshansk and Stremigorod deposits of titanium. New data on the distribution of chemical elements (Mn, Cr, Ni, Zn, Pb, Ti etc.), defined by their background and anomalous content found geochemical associations. Also geochemical ratios was calculated and levels of pollution set. Determined that the «tails»

enrichment metals have the lowest part of mobility, due to the presence of fine particles, which serve as a barrier sorption. As a result of biochemical tests (birch leaves, needles of pine and moss) found that birch leaves and needles of pine most rapidly accumulate Mn (element whose content in soils maximum), while the moss absorbs Pb, Cu (6 times more than others plants). For the first time in an integrated analysis of geochemical and surface sediments, vegetation, natural waters found that there is acceptable and moderately dangerous values of contamination near Irshansk and Stremigorod deposits of titanium.

GIS technology built-map pattern was used to describe the trace elements distribution in environmental objects and areas of Irshansk and Stremigorod deposits of titanium.

*Keywords:* ecological and geochemical studies, minerals, objects environment, Irshansk and Stremigorod deposits of titanium.