

КОНЦЕПЦІЇ ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕК І РИЗИКІВ (ГЕОХІМІЧНИЙ ЧИННИК)

Н.О. Крюченко, Е.Я. Жовинський

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

На основі проведення власних досліджень щодо зон екологічної небезпеки природного та техногенного походження за геохімічною складовою розроблена схема еколого-геохімічного аналізу територій. Описано процеси, що призводять до виникнення зон екологічного ризику, визначено основні елементи-забруднювачі міських агломерацій і елементи-індикатори тектонічних порушень. Надано аналіз геохімічних критеріїв, за якими виконується оцінка зон екологічного ризику.

Ключові слова: еколого-геохімічний аналіз, тектонічні порушення, геохімічні поля, території екологічного ризику.

Вступ. Сьогодні в Україні не приділяється належної уваги проблемі геохімічного аналізу стану навколишнього середовища, більша частина численних узагальнень з цієї проблеми носить теоретичний характер. Водночас, вирішення питань системного аналізу чинників, які впливають на якість життя, виявлення джерел небезпеки та надання оцінки негативного впливу є необхідною умовою для застосування ефективних природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення та попередження впливу геохімічної складової об'єктів довкілля.

Відомо, що практично будь які процеси (природні чи техногенні) викликають хімічні перетворення в гірських породах, поверхневих та донних відкладах, поверхневих і ґрунтових водах, атмосфері, біоті, тобто призводять до зміни характеристик їхніх геохімічних полів, зокрема складу та концентрації хімічних елементів. Взаємодія та трансформація потоків речовини, пов'язаних із різноспрямованими природними та техногенними процесами, спричиняє у результаті міграцію хімічних елементів та їх сполук у всіх складових природно-геологічного середовища, що призводить до виникнення динамічного інтегрованого геохімічного поля, яке поєднує в єдину систему усі оболонки Землі, так чи інакше задіяні в процесі життєдіяльності людини [5].

Протягом останніх десятиріч закордонні вчені надають особливо важливу роль геохімії при вивченні екологічних питань. Розробивши на основі комп'ютеризації високоточну апаратуру і методичну базу, західний світ отримав унікальну можливість виконання глибоких аналітичних досліджень об'єктів довкілля та багатокомпонент-

ного екологічного моніторингу. Але інформацію з еколого-геохімічних досліджень оприлюднюють переважно у спеціалізованих журналах, надаючи хіміко-аналітичний матеріал щодо поведінки забруднювачів навколишнього середовища. Визначення просторової структури розподілу осередків геохімічного забруднення, виявлення джерел шкідливого впливу їх розмірів та надання оцінки цьому впливу є важливим завданням держави.

Метою роботи є визначення головних геохімічних факторів для оцінки небезпек і ризиків природного та техногенного походження.

Результати та обговорення. Загалом, концепція оцінювання небезпек і ризиків за геохімічним чинником – це система поглядів, головним призначенням якої є інтеграція знань щодо аномального вмісту хімічних елементів у об'єктах довкілля, їх просторового розповсюдження, завдяки чому можливо виявляти площі, на яких формуються умови, небезпечні для існування біоти. Ці небезпеки мають природне чи техногенне джерело.

Еколого-геохімічні дослідження засновані на вивченні кореляційних зв'язків між джерелами забруднення, міграцією елементів у транспортувальних середовищах (водні та повітряні потоки) і їх нагромадженням у об'єктах довкілля, які тимчасово та / або довгостроково депонують забруднення (рослинність, сніговий покрив, поверхневі та донні відклади) [4]. Тому для виявлення ореолів та потоків розсіювання хімічних елементів в об'єктах довкілля, вивчення умов їх утворення та інших характеристик необхідно використовувати комплекс методів – літохімічний, біогеохімічний, гідрохімічний.

Нами запропонована схема еколого-геохімічного аналізу природних і природно-небезпечних територій (рисунок).

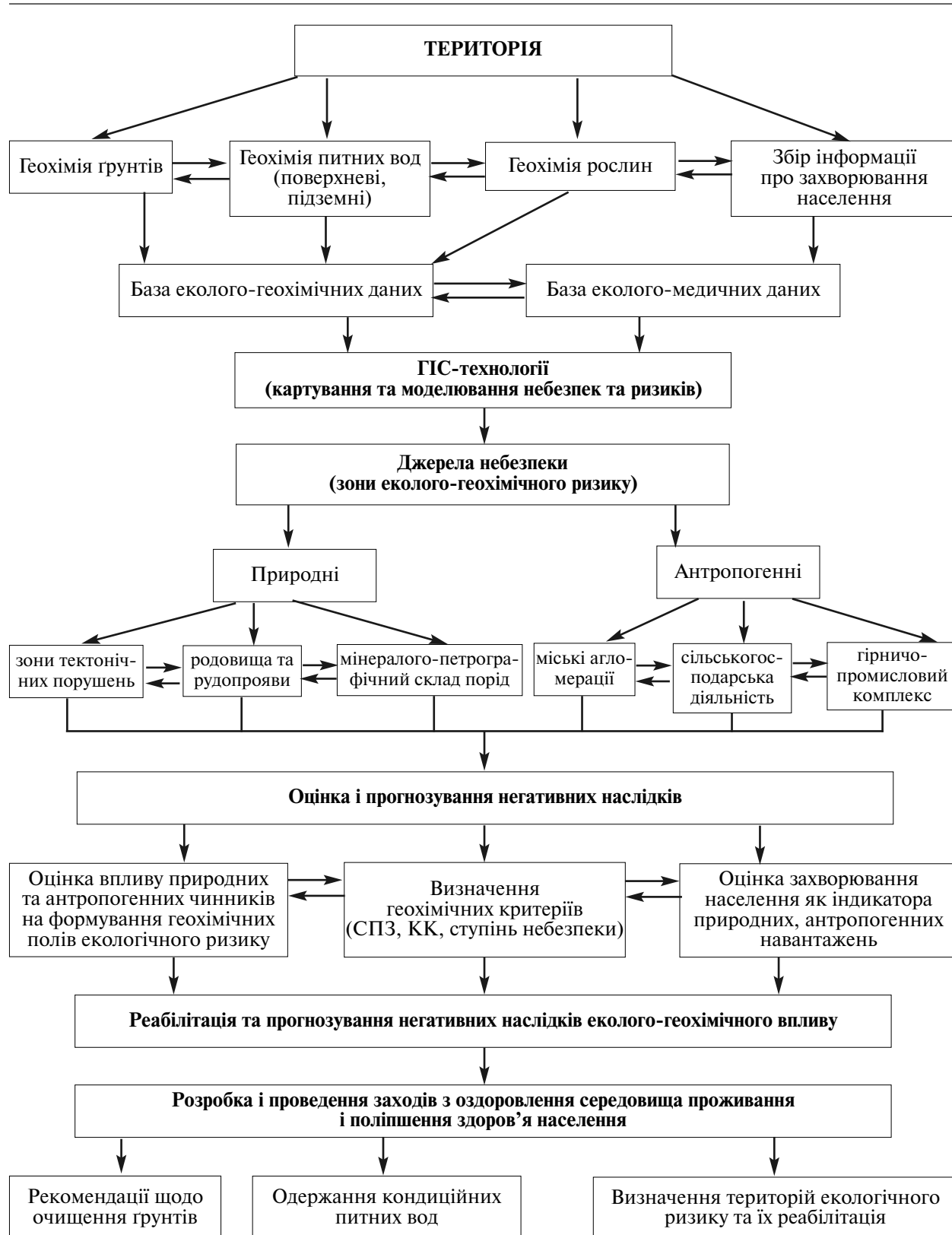


Схема еколого-геохімічного аналізу природних і техногенно небезпечних територій

Основні небезпеки для життєдіяльності, що є природними факторами – це тектонічні порушення, родовища та рудопрояви, мінералого-петрографічний склад порід [3].

Так, територіями екологічного ризику є зони розломів. Оцінити активність розривних структур за допомогою класичних геологічних і геофізичних методів практично неможливо.

Для вирішення цього завдання розроблений комплекс геохімічних методів, важливою особливістю яких є використання інформації про аномальні поля індикаторних хімічних елементів (F, Rn, As, та ін.), які фіксуються в поверхневих відкладах. Суть в тому, що в поверхневому шарі ґрунтів утворюються мікрореформаційні структури, які є відображенням сучасних геодинамічних процесів у масивах корінних порід, і аномальний вміст індикаторних елементів дозволяє виявляти певні зони [2]. На поверхні вони мають вигляд лінійно витягнутих елементів ландшафту, відповідають зонам підвищеної тріщинуватості та розривів і являють собою ділянки підвищеної активності міграції речовин. По цих зонах (особливо глибинних розломів) з надр Землі піднімаються до поверхні індикаторні хімічні елементи. Саме в цих зонах можливий максимальний ступінь зниження сейсмічної стійкості, до них приурочені аварії на лінійно-витягнутих об'єктах (нафто- і газопроводах, лініях електропередач), деформації та руйнування промислових споруд, житлових будівель. За умови встановлення аномального вмісту індикаторних хімічних елементів у питних водах, ґрунтах зон тектонічних порушень можливо віднесення території до зони екологічного ризику. Проведені дослідження підтвердили ефективність виявлення територій тектонічних порушень, що становлять екологічну небезпеку для населення, за комплексом геохімічних методів [3].

Щодо зон екологічного ризику, пов'язаних із техногенними чинниками – це, головним чином, території міських агломерацій, сільськогосподарська діяльність, гірничопромисловий комплекс. Необхідно відмітити, що Україна є індустріальною державою з розвиненими металургійною, хімічною, машинобудівною, гірничо-видобувною та іншими галузями промисловості і високою щільністю населення, яке концентрується у великих промислових містах.

У процесі розповсюдження забруднювачів від техногенних джерел у навколишнє середовище, утворюються геохімічні аномалії (зони техногенного забруднення), котрі є своєрідними аналогами вторинних ореолів та потоків розсіювання від рудних родовищ. Така подібність дозволила застосувати для виявлення зон забруднення навколишнього середовища (техногенних геохімічних аномалій) методи геохімічних досліджень, апробовані у ході пошуків родовищ корисних копалин. Значення також має той факт, що пошукова геохімія спирається на експресні та недорогі хіміко-ана-

літичні методи масового аналізу геохімічних проб на широкий комплекс хімічних елементів (атомно-емісійний спектральний аналіз).

За шляхами надходження в довкілля міських агломерацій техногенне забруднення можна розділити на три головні групи: із промисловими, автотранспортними і енергетичними (продукти згорання палива) викидами в атмосферу; промисловими, комунальними і побутовими стоками у водні системи; твердими промисловими і побутовими відходами на земну поверхню. Перша група надходження забруднювачів у довкілля формує площинні техногенні ореоли розсіювання в поверхневих відкладах, рослинності та сніговому покриві. Друга – техногенні потоки розсіювання в донних відкладах та поверхневих водах водних систем, третя – локальні техногенні ореоли розсіювання, головним чином, у поверхневих відкладах та ґрунтових водах. Далі техногенне забруднення підхоплюється природними процесами міграції речовини та розповсюджується в усі складові навколишнього природного середовища.

Оцінка прогнозування негативних наслідків ґрунтується на встановленні кількісного та якісного складу техногенних та природних ореолів, закономірностях їх розповсюдження, межі, природи і джерела утворення, геохімічних особливостях, параметричних та непараметричних характеристиках. Створення баз даних здійснюється з використанням програмних пакетів MS Excel, Statistica. У базу даних вноситься інформація про вміст хімічних елементів у ґрунті, поверхневих та підземних питних водах, рослинах, а також відомості про дату опробування та місце відбору проб.

Еколого-геохімічні та еколого-медичні дані є обов'язковими для складання відповідних карт за допомогою ГІС-технологій, що дозволяють виконувати картування та моделювання небезпек та ризиків (програмні пакети *Mapinfo*, *Surfer*).

Інтегральна геохімічна характеристика території екологічного ризику охоплює сукупність геохімічних параметрів і показників, котрі відображають склад, структуру та рівень концентрації елементів-токсикантів. Гранично допустимі концентрації (ГДК) переважно орієнтовані на людину, це свого роду компроміс між економікою та екологією, між допустимим рівнем загрози здоров'ю людини та технологічною можливістю забезпечити дотримання встановлених меж та можливістю науково-технічних засобів контролювати встановлені межі. Крім того, ГДК не охоплюють усі природні середовища та елементи і не є

Клас небезпеки хімічних елементів за компонентами природного середовища [1]

Клас небезпеки	Компоненти природного середовища	
	Ґрунти	Поверхневі води
1	Hg, Pb, Se, Zn, As, Cd, F	Hg, Be, Tl, Ga
2	B, Co, Mo, Sb, Ni, Cu, Cr	B, Co, Mo, Sb, F, As, Cd, Pb, Se, Bi, Te, W, Al, Br, Ba, Li, Sr
3	V, Mn, W, Sr, Ba	V, Mn, Zn, Cr, Ni, Cu, Ti

постійною величиною, а змінюються по мірі розвитку науки і техніки та при встановленні раніше не помічених ефектів негативної дії. Відповідно, ГДК мають значення лише як реперні точки, для порівняльних оцінок, а показники, розроблені на порівнянні із фоновими концентраціями, є більш об'єктивними для оцінки екологічного стану природного середовища. Небезпечний вплив на людину різних забруднювачів навколишнього середовища не однаковий і залежить від токсичності, кумулятивності та властивості викликати віддалений ефект. У зв'язку з цим елементи розподіляють по класах небезпеки (таблиця).

Для встановлення ступеня небезпеки територій використовують розрахункові параметри. Одним із головних показників оцінки еколого-геохімічної інформації є коефіцієнт концентрації K_c , який розраховувався за формулою C_i/C_f , де C_i – концентрація “ i ”-го елемента в пробі (мг/кг), а C_f – фонові концентрації цього елемента.

У зв'язку із поліелементним характером забруднення для визначення комплексного впливу хімічних елементів на стан довкілля використовується сумарний показник забруднення – Z_c , який розраховувався за формулою: $Z_c = K_c - (n - 1)$, де K_c – коефіцієнт концентрації хімічного елемента в пробі; n – кількість хімічних елементів у пробі з аномальним вмістом ($C_i > 2C_f$). Існує орієнтовна шкала небезпечності забруднення території населених пунктів за сумарним показником забруднення ґрунтів [1]. Для надання якісної та кількісної геохімічної характеристики аномальним полям використовується ранговий ряд хімічних елементів. Місце розташування елемента в ранговому ряду визначається за середнім коефіцієнтом його концентрації в контурі поля, від найбільшого до $K_c > 2$.

Для виробництв, пов'язаних з первинною чи вторинною переробкою неорганічних матеріалів (металообробка, енергетика та ін.) характерна концентрація хімічних елементів у всіх типах відходів (тверді, пилові, рідкі). Уявлення про геохімічний склад побутового сміття дають золо-шлакові відходи після його спалювання на спеціалізованих сміттєспалювальних заводах (середній кое-

фіцієнт концентрації відносно кларку літосфери – K_c): Bi (300–1300), Ag (86–300), Sn (80–720), Pb (97–116), Cd (38–923), Sb (60–180), Cu (32–85), Zn (22–68), Cr (7–20), Hg (5–10). Золо-шлакові відходи сміттєспалювального заводу “Енергія” (м. Київ) характеризуються таким вмістом наступних важких металів (відносно кларку ґрунтів – K_c): Ag – 100; Cd – 70; Zn – 50; Sn – 50; Pb – 25; Sb – 12; Cu – 10 [4].

Після комплексного системного аналізу визначаємо реабілітаційні заходи щодо територій екологічного ризику та прогнозуємо можливі негативні наслідки. Для розробки і проведення заходів з оздоровлення середовища, проживання і поліпшення здоров'я населення враховуємо наступні пункти: рекомендації щодо очищення ґрунтів та одержання питних вод з кондиційним вмістом хімічних елементів, а також визначення територій для вирощування екологічно чистої продукції та територій екологічного ризику.

Висновки. Надано концепції оцінювання небезпек і ризиків територій, пов'язаних із впливом природних чи техногенних факторів за геохімічними ознаками, які полягають у визначенні аномального вмісту хімічних елементів у об'єктах довкілля, їх просторового розповсюдження та виявлення площ, на яких сформовані небезпечні для існування біоти умови.

Розроблено схему еколого-геохімічного аналізу природних і техногенно небезпечних територій, за якою можна ефективно визначати території екологічного ризику.

Показано, що на територіях тектонічних порушень індикаторними елементами є F, Rn, As, та інші, а за наявності техногенного забруднення – асоціації елементів-полутантів від конкретного об'єкта.

Надано аналіз геохімічних критеріїв, за якими проводиться оцінка зон екологічного ризику.

Наголошено, що після проведення еколого-геохімічної оцінки території за геохімічними факторами необхідно надати рекомендації щодо очищення ґрунтів та одержання питних вод з кондиційним вмістом хімічних елементів.

Список літератури

1. *Вступ до медичної геології* / под. ред. Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К. : Академпрес, 2010. – Т. 2. – 447 с.
2. *Гинтов О.Б.* Докембрій Українського щита и тектоника плит / О.Б. Гинтов // *Геофиз. журн.* – 2012. – **34**, № 6. – С. 3–21.
3. *Жовинский Э.Я.* Основы поисковой и экологической геохимии / Э.Я. Жовинский, Н.О. Крюченко // *Мінерал. журн.* – 2014. – **36**, № 3. – С. 7–11.
4. *Клос В.Р.* Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів міських агломерацій Київської області / В.Р. Клос, Е.Я. Жовинський, Н.О. Крюченко // *ScienceRise.* – 2015. – V. 3/1 (8) – Р. 34–37.
5. *Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами* / Б.А. Ревич, Ю.Е. Саев, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина. – М. : ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

Kryuchenko N.O., Zhovinsky E.Ya. **Evaluation Concepts Hazards and Risks (Geochemical Factors).**

On the basis of their research on areas of environmental hazards of natural and anthropogenic geochemical component developed by the scheme eco-geochemical analysis areas. The process leading to the emergence of ecological risk zones, the main elements of the polluting urban agglomerations and indicator elements tectonic disturbances. Geochemical analyzes criteria that evaluates environmental risk zones.

Key words: Ecological and geochemical analysis, tectonic violation, geochemical field area of environmental risk.

Крюченко Н.О., Жовинский Э.Я. **Концепции оценки опасностей и риска (геохимический фактор).**

На основе проведения собственных исследований зон экологической опасности природного и техногенного происхождения с учетом геохимической составляющей разработана схема эколого-геохимического анализа территорий. Описаны процессы, приводящие к возникновению зон экологического риска, определены основные элементы-загрязнители городских агломераций и элементы-индикаторы тектонических нарушений. Проведен анализ геохимических критериев, по которым проводится оценка зон экологического риска.

Ключевые слова: эколого-геохимический анализ, тектонические нарушения, геохимические поля, территории экологического риска.

Надійшла 10.10.2015