

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фундаментальної та прикладної геології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету геології,
географії, рекреації і туризму
Віліна ПЕРЕСАДЬКО
30^{го} серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ГЕОХІМІЯ

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10. Природничі науки

спеціальність 103. Науки про Землю

освітня програма Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин

Геологія нафти і газу, Прикладна гідрогеологія

спеціалізація

вид дисципліни обов'язкова

факультет геології, географії, рекреації і туризму

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму

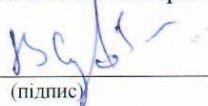
“26” серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Суярко В. Г., д.г.-м.н., проф., професор кафедри фундаментальної та прикладної геології

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної та прикладної геології

Протокол від “26” серпня 2024 року № 14

Завідувач кафедри фундаментальної та прикладної геології


_____ Валерій СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено з гарантами освітньо-професійних програм «Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин», «Геологія нафти і газу» та «Прикладна гідрогеологія»

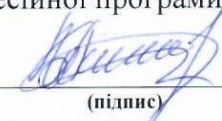
Гарант освітньо-професійної програми «Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин»


_____ Сергій ГОРЯЙНОВ
(підпис)

Гарант освітньо-професійної програми «Геологія нафти і газу»


_____ Олександр КЛЕВЦОВ
(підпис)


Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна гідрогеологія»»


_____ Аліна КОНОНЕНКО
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від “26” серпня 2024 року № 7

Голова науково-методичної комісії факультету геології, географії, рекреації і туризму


_____ Олександр ЖЕМЕРОВ
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Геохімія» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки: бакалавр, спеціальності 103. Науки по Землю, освітні програми «Геологія нафти і газу», «Геологічна зйомка, пошуки та розвідка корисних копалин», «Прикладна гідрогеологія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: ознайомлення студентів з концептуальними основами геохімії як сучасної комплексної фундаментальної науки про історію міграції атомів хімічних елементів в оболонках Землі

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

1. Сформувані понятійний апарат сучасної науки – геохімії;
2. Сформувані знання про будову, склад, термодинамічні умови земної кори, її геосфер і землі в цілому;
3. Сформувані знання про походження і склад метеоритів, значення їх вивчення для вирішення проблем походження Землі та Сонячної системи;
4. Сформувані знання про міграцію хімічних елементів в земній корі та її факторах і джерелах енергії геохімічних процесів;
5. Сформувані знання про парагенезис мінералів та асоціації хімічних елементів в геосферах земної кори і біосфері;
6. Сформувані знання про геохімічні особливості магматичних, пневматолітових, гідротермальних, гіпергенних та метаморфічних процесів;
7. Сформувані знання про біосферу як геохімічний фактор, функції біосфери, особливості кругообігу речовин в біосфері.

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
5-й	5-й
Лекції	
32 год.	12 год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
год.	
Самостійна робота	
56 год.	102 год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання:

Компетентності:(ОПП Геологічна зйомка, пошук та розвідка корисних копалин)

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК11. Прагнення до збереження природного навколишнього середовища.

ЗК12. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

СК13. Знання та розуміння теоретичних основ наук про Землю як комплексну природну систему.

СК14. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер. Розумітися на класифікаціях та сутності геологічних об'єктів та процесів.

СК15. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК16. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер (геологічних об'єктів та процесів).

СК17. Здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер (геологічних об'єктів та процесів)..

СК18. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

СК19. Здатність проводити моніторинг природних процесів.

СК20. Здатність самостійно досліджувати природні матеріали (геологічні об'єкти та процеси) в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і звітувати про результати.

СК21. Здатність до планування, організації та проведення досліджень і підготовки звітності.

Програмні результати навчання: (ОПП Геологічна зйомка, пошук та розвідка корисних копалин)

ПР06. Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.

ПР07. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.

ПР08. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні 6 методи для дослідження аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

ПР09. Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.

ПР10. Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.

ПР15. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

Компетентності (ОПП Геологія нафти і газу):

К03. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

К04. Знання та розуміння предметної області наук про Землю та розуміння професійної діяльності.

К08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

К11. Прагнення до збереження природного навколишнього середовища.

К12. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів). Фахові компетентності

К13. Знання та розуміння теоретичних основ наук про Землю як комплексну природну систему

К14. Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики,

інформаційних технологій при вивченні Землі та літосфери, речовини земної кори, покладів корисних копалин.

K15. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

K16. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні літосфери, геологічних об'єктів та процесів.

K17. Здатність до всебічного аналізу складу і будови літосфери та земної кори на різних просторово-часових масштабах.

K18. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання геологічних об'єктів, процесів та явищ.

K19. Здатність проводити моніторинг природних геологічних процесів.

K20. Здатність самостійно досліджувати природні матеріали (мінерали та гірські породи) в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і звітувати про результати.

K21. Здатність до планування, організації та проведення геологічних досліджень і підготовки звітності.

Програмні результати навчання (ОПП Геологія нафти і газу):

ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю - за заданою темою в області геології, у тому числі нафтогазової геології.

ПР05. Вміти проводити польові та лабораторні дослідження геологічних об'єктів.

ПР6. Визначати основні характеристики, процеси, історію розвитку і склад Землі як планетарної системи, а також літосфери та земної кори у межах окремих територій.

ПР7. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій при вивченні природних процесів формування і розвитку земної кори та процесів формування корисних копалин, у тому числі нафти і газу;

ПР8. Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу мінералів, гірських порід, геологічних об'єктів;

ПР09. Вміти виконувати дослідження земної кори та літосфери, геологічних об'єктів та процесів за допомогою кількісних методів аналізу. Використовувати математичні методи в геологічних дослідженнях

ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.

ПР12. Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи геологічних наук в практичній професійній діяльності.

ПР14. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій в галузі наук про Землю, планувати геолого-розвідувальні роботи на нафту і газ.

Компетентності (ОПП Прикладна гідрогеологія):

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення на основі розуміння історії та закономірностей розвитку геології, гідрогеології та інженерної геології, їхнього місця у загальній системі знань про природу і компетентності (ЗК) суспільство та розвитку техніки і технологій у цій галузі.

ЗК 3. Здатність оволодіти базовими знаннями та вміння застосовувати їх на практиці: використання гідрогеологічної та геологічної інформації та номенклатури у професійній діяльності;

ЗК 5. Здатність використовувати знання державної та іноземної мови (як усно, так і письмово) у професійній діяльності в галузі гідрогеології і геології;

К 10. Здатність оволодіти понятійно-термінологічним апаратом, теоріями і концепціями, законами і закономірностями фундаментальних і спеціальних наук про Землю як комплексну природну систему; застосовувати їх в дослідженнях геологічних і гідрогеологічних явищ і процесів та аналізувати з точки зору фундаментальних теорій та концепцій геологічної науки як в глобальному і регіональному, так і в межах України і локальному рівнях; здатність виявляти взаємозв'язки між природним середовищем та діяльністю людини; розуміти та пояснювати стратегію сталого розвитку України;

СК 01. Знання та розуміння теоретичних основ наук про Землю як комплексну природну систему; застосовувати їх в дослідженнях геологічних і гідрогеологічних явищ і процесів та аналізувати з точки зору фундаментальних теорій та концепцій геологічної науки як в глобальному, регіональному, так і на локальному рівнях; здатність виявляти взаємозв'язки між природним середовищем та діяльністю людини; розуміти та пояснювати стратегію сталого розвитку України.

СК 03. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою нових кількісних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК 07. Здатність проводити моніторинг природних процесів, гідрогеологічну зйомку і розвідку різних підземних і поверхневих вод.

Програмні результати навчання (ОПП Прикладна гідрогеологія):

ПР 1. Знання номенклатури та термінології сучасних геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних дисциплін; збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю; вибирати і застосовувати основні методики та інструменти у виробничих і наукових гідрогеологічних та інженерно-геологічних установах і підприємствах;

ПР 2. Вільно володіти і використовувати професійну українську мову (усно і письмово) при вивченні базових концепцій з геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних наук, об'єктно-предметної області, понятійно-термінологічного апарату, теорій і концепцій, законів і закономірностей, методів досліджень, написанні курсових робіт, виробничих звітів і презентацій;

ПР 3. Спілкуватися іноземною мовою за фахом; здатність вільно висловлювати власні думки і вміти доносити їх до фахівців і нефахівців, обґрунтовувати та пояснювати результати досліджень; здатність працювати в міжнародних організаціях, в глобальному інформаційному середовищі, приймати участь в міжнародних наукових і практичних конференціях;

ПР 6. Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер; розуміння основних, геологічних, фізико-хімічних та інших процесів, що відбуваються у підземному середовищі в різних геологічних і гідрогеологічних системах під впливом природних і антропогенних чинників; здатність використовувати дані польових і експериментальних досліджень, картографічні, літературні та статистичні джерела, давати критичну оцінку своїх висновків, співставляючи отримані результати з існуючими знаннями;

ПР 8. Обґрунтовувати вибір та використовувати стандартні польові та лабораторні методи для аналізу природних підземних вод та антропогенних систем і об'єктів, які впливають на них;

ПР 16. Володіє сучасними методами, формами організації та засобами науково-дослідницької діяльності, прийомами наукового аналізу геолого-гідрогеологічних процесів; розробляє алгоритм наукового дослідження; працює із статистичними базами даних; колективу в різних видах діяльності;

ПР 19. Дотримується під час польових і виробничих практик екологічних цінностей та відповідально ставитися до природи, проявляє повагу до культурних цінностей і традицій місцевого населення;

ПР 23. Забезпечує рівноправне, справедливе виробниче середовище, що сприяє рівності всіх членів колективу, незалежно від їх соціально-культурно-економічних особливостей.

Через систему знань та умінь: студент має:

Знати:

1. Поширеність хімічних елементів в оболонках Землі, планетах Сонячної системи і головних типах гірських порід;
2. Фактори, що впливають на міграцію хімічних елементів в природних і техногенних процесах;
3. Будову та геохімічні властивості атомів, основні питання геохімії ізотопів та способи визначення абсолютного віку природних об'єктів.
4. Володіти базовими знаннями у галузі геохімії для вирішення типових професійних завдань.

Вміти:

1. Здатність інтегрувати польові та лабораторні геохімічні дослідження з теорією: від збору матеріалу до дослідження та моделювання.
2. Вміти аналізувати основні типи гірських порід і породоутворюючих мінералів і розраховувати їх склад.
3. Вміти аналізувати основні типи гірських порід і породоутворюючих мінералів і розраховувати їх склад.
4. Вибирати методи аналізу хімічних елементів у природних середовищах і використовувати їх для вирішення геологічних завдань.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. АТОМИ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЯК ОДНА ІЗ ФОРМ ІСНУВАННЯ МАТЕРІЇ

Тема 1. Об'єкт та предмет дослідження геохімії як фундаментальної науки.

Об'єкт, предмет та задачі геохімії. Місце геохімії у системі наук про Землю. Історія розвитку геохімічної науки та внесок українських вчених у геохімічні дослідження. Напрямки геохімічних досліджень.

Тема 2. Поширеність хімічних елементів у земній корі.

Відкриття періодичного закону. Історія відкриття хімічних елементів. Походження хімічних елементів. Кларки. Геохімічні класифікації хімічних елементів. Фізико-хімічні властивості хімічних елементів

Тема 3. Основи кристалохімії. Атомні радіуси. Потенціал іонізації. Електронегативність. Координаційне число. Хімічні зв'язки. Енергія кристалічної решітки. Ізоморфізм.

Тема 4. Основи ізотопної геохімії. Ізотопи. Радіоактивність. Методи абсолютної геохронології, геохімічні властивості хімічних елементів та їх ізотопів».

Тема 5. Форми знаходження елементів у земній корі. Основні закони міграції та розсіювання хімічних елементів.

Основні форми знаходження елементів у земній корі. Істинні розчини, комплексні іони та недисоційовані молекули, колоїди. Внутрішні та зовнішні фактори міграції хімічних елементів. Геохімічні бар'єри.

Тема 6. Поширеність хімічних елементів і їх ізотопів у природі.

Хімічний склад Землі та метеоритів. Закономірності хімічного складу. Хімічні елементи космічних тіл. Поширеність хімічних елементів у Космосі.

РОЗДІЛ 2. ГЕОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ

Тема 7. Геохімія ендегенних процесів. Магматичний процес.

Кристалізаційна диференціація. Ізоморфізм та рудоутворення. Класифікація магматичних порід. Геохімічні особливості утворення лужних та основних магматичних порід. Магматичні породи та геодинамічне середовище.

Тема 8. Геохімія постмагматичних процесів.

Геохімічні особливості перетворення речовини при гідротермальному, пневматолітовому та метасоматичному процесах.

Тема 9. Геохімія метаморфічного процесу.

Фактори метаморфізму. Хімізм метаморфічних порід. Геохімія процесів регіонального метаморфізму.

Тема 10. Геохімія екзогенних процесів.

Гіпергенез гірських порід. Геохімія седиментогенезу, діагенезу та катагенезу. Геохімічні особливості утворення кори вивітрювання. Біогенна міграція. Глобальний геохімічний цикл.

РОЗДІЛ 3. ПРИКЛАДНА ГЕОХІМІЯ

Тема 11. Основи біогеохімії. Особливості хімічного складу живої речовини. Біогеохімічні процеси.

Тема 12. Геохімія процесів, пов'язаних з утворенням родовищ вуглеводнів.

Основні принципи та засади фізико-хімічного та термодинамічного моделювання процесів вуглеводнеутворення: геохімічні перетворення вміщуючих порід, органічної речовини, глибинних флюїдів. Формування геохімічних аномалій.

Тема 13. Геохімія процесів, пов'язаних з утворенням рудних родовищ.

Геохімічні цикли сидерофільної, літофільної, халькофільної та біофільної фізико-хімічних систем. Основні принципи моделювання рудоутворюючих процесів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Атоми хімічних елементів як одна із форм існування матерії												
Тема 1. Об'єкт та предмет дослідження геохімії як фундаментальної науки.	3	1				2	3	1				2
Тема 2. Поширеність хімічних елементів у земній корі.	9	1	4			4	8	1	2			5
Тема 3. Основи кристалохімії.	3	1				2	2					2
Тема 4. Основи ізотопної геохімії.	7	1	4			2	6					6
Тема 5. Форми знаходження елементів у земній корі. Основні закони міграції та розсіювання хімічних елементів.	3	1				2	2	1				1
Тема 6. Поширеність хімічних елементів і їх ізотопів у природі.	9	1	4			4	11	1				10
Разом за розділом 1	34	6	12			16	32	4	2			26
Розділ 2. Геохімічні процеси												
Тема 7. Геохімія ендегенних процесів. Магматичний процес.	14	2	4			8	14	1				13

Тема 8. Геохімія постмагматичних процесів.	14	4	4			6	10	1				9
Тема 9. Геохімія метаморфічного процесу.	16	6	4			6	14	1	2			11
Тема 10. Геохімія екзогенних процесів.	14	4	4			6	10	1				9
Разом за розділом 2	58	16	16			26	48	4	2			42
Розділ 3. Прикладна геохімія												
Тема 11. Основи біогеохімії	12	4	4			4	8					8
Тема 12. Геохімія процесів, пов'язаних з утворенням родовищ вуглеводнів.	10	2	4			4	16	2	2			12
Тема 13. Геохімія процесів, пов'язаних з утворенням рудних родовищ.	10	4				6	16	2				14
Разом за розділом 3	32	10	8			14	40	4	2			34
Усього годин	120	32	32			56	120	12	6			102

4. Теми практичних занять

№	Тема	Кількість годин денне/заочне
1	Фізико-хімічні властивості хімічних елементів. Вивчення геохімічних властивостей хімічних елементів та їх ізотопів.	4/-
2	Зв'язок кларків з геохімічною активністю хімічних елементів. Представлення результатів «Вивчення геохімічних властивостей хімічних елементів та їх ізотопів».	4/2-
3	Зовнішні фактори міграції хімічних елементів. Оцінка поширеності хімічних елементів у головних різновидах гірських порід.	4/-
4	Геохімічні процеси та їх роль у концентруванні хімічних елементів. Оцінка поширеності хімічних елементів у головних різновидах гірських порід.	4/-
5	Геохімічні процеси та їх роль у концентруванні хімічних елементів. Побудова геохімічних карт ізоліній.	4/2
6	Геохімічні бар'єри. Геохімічна класифікація хімічних елементів. Виявлення та картування геохімічних аномалій за результатами геохімічної зйомки.	4
7	Біогеохімічний кругообіг хімічних елементів	4/-
8	Геохімічні перетворення органічної речовини: стадії катагенезу	4/2
Разом		32/6

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи Опрацювати за навчальною літературою наступні питання:	Кількість годин, д/з
1	Об'єкт та предмет дослідження геохімії як фундаментальної науки.	2/2
2	Поширеність хімічних елементів у земній корі.	4/5
3	Основи кристалохімії.	2/2

4	Основи ізотопної геохімії.	2/6
5	Форми знаходження елементів у земній корі. Основні закони міграції та розсіювання хімічних елементів.	2/1
6	Поширеність хімічних елементів і їх ізотопів у природі.	4/10
7	Геохімія ендегенних процесів. Магматичний процес.	8/13
8	Геохімія постмагматичних процесів.	6/9
9	Геохімія метаморфічного процесу.	6/11
10	Геохімія екзогенних процесів.	6/9
11	Основи біогеохімії	4/8
12	Геохімія процесів, пов'язаних з утворенням родовищ вуглеводнів.	4/12
13	Геохімія процесів, пов'язаних з утворенням рудних родовищ.	6/14
	Разом	56/102

6. Методи навчання

Лекції (проводяться у дистанційній формі навчання з використанням Skype – для проведення лекцій; Google Classroom – для методичного супроводу; месенджери – для проведення консультацій та відповідей на запитання), практичні заняття, самостійна робота.

7. Методи контролю

Поточний контроль: усне опитування на заняттях, захист практичних робіт, контрольна робота.

Підсумковий контроль - письмова екзаменаційна робота на платформі Moodle

8. Схема нарахування балів

Розподіл балів при проведенні семестрового екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Екзамен	Сума
Практичні роботи та самостійна робота	Контрольна робота,	Разом		
32	28	60	40	100

Критерії оцінювання:

Критерії оцінювання практичних робіт

Максимальна кількість балів – 4.

При визначенні кількості балів враховуються:

правильність виконання – 3 бали

оформлення практичної роботи – 0,5 балів

своєчасність виконання – 0,5 балів

Критерії оцінювання контрольної та екзаменаційної роботи.

Контрольна та екзаменаційна роботи проводяться у тестовій формі. Кількість балів за виконання кожного завдання указані в завданнях.

Умовою допуску студента до підсумкового семестрового контролю є наявність зарахованих практичних завдань, щонайменше 10 балів за поточний контроль.

..

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої системи оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Геохімія та рудоутворення// Київ: НАН України. Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка.- 2010.- 136 с.
2. Шнюков С.Є., Гожик А.П. Основи геохімії: навчальний посібник – К.:Вища шк., 2011. 245 с

додаткова

3. Misra K. M. Introduction to Geochemistry Principles and Applications / Kula Misra. – Tennessee, USA: The University of Tennessee, 2012. – 456 с.
4. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія. – К.: Либідь, 1997. 382 с.
5. Суярко, В., Сасмаз, А., Барташук, О., Сердюкова, О., & Манюк, В. (2022). Геохімія фтору у ореольних водах рудних полів південно-східної частини Дніпровсько-Донецького авлакогену. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (57), 28-37. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-03>

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<https://periodicals.karazin.ua/geoeco/>

- [Atoms](#) — інтерактивна таблиця геохімічних властивостей елементів.