



ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ, МІНЕРАЛОГІЇ ТА РУДОУТВОРЕННЯ  
ім. М.П. СЕМЕНЕНКА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ



Затверджую  
директор ІГМР НАН України  
академік НАН України

О.М. Пономаренко  
« 29 » 01 2025 р.

Схвалено  
Вченою радою ІГМР НАН України  
Протокол № 1 від « 28 » 01 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**2.3.2. Фактори міграції хімічних елементів**

з спеціальності підготовки аспірантів

Е4 «Науки про Землю»

Форма навчання: очна

Рівень підготовки: *третій (освітньо-науковий)*

Рік навчання: 2 рік навчання (3 семестр)

Укладач програми

Кандидат геологічних наук, ст. дослідник

Кошлякова Т.О. Кошлякова

Київ – 2025 р.

## ВСТУП

Програма складена відповідно до навчального плану ІГМР НАН України. Дисципліна відноситься до вибіркового компонента плану навчального процесу.

Викладається у третьому семестрі другого року навчання в обсязі 4 кредити ЄКТС (120 год) - зокрема: *лекційні 40 год, практичні (семінари) – 30 год, самостійна робота – 50 год*. Підсумковий контроль – диференційований залік.

Освоєння дисципліни **«Фактори міграції хімічних елементів»** на сучасному рівні спрямоване на формування у аспірантів системного підходу до геологічного пізнання світу, уявлень про єдність і взаємозв'язки матерії на Землі та космосі, що складають її природні та природно-антропогенні геосистеми, на поглиблене розуміння сутності геологічних процесів на рівні атомів, молекул та їх сполук.

**1. Цілі та завдання дисципліни, її місце в системі підготовки аспірантів, вимоги до рівня засвоєння змісту дисципліни**

### 1.1. Цілі і завдання вивчення дисципліни

**Мета вивчення дисципліни** - формування у аспірантів поглиблених професійних знань із закономірностей розподілу хімічних елементів в геосферах Землі і планет, міграції елементів в природних і техногенних системах, геохімії земної кори та розуміння геодинамічних процесів, що призводять до формування відповідних породних асоціацій і рудних формацій.

#### **Завдання дисципліни:**

- Ознайомити аспірантів з закономірностями розподілу хімічних елементів у окремих ділянках земної кори (концентрація металів в родовищах, з однієї сторони, і розсіяння в породах, - з другої), міграція окремих елементів, причинно-наслідкові зв'язки, що призводять до формування відповідних породних асоціацій і рудних формацій.

- Сформувати в аспірантів уявлення про геохімічні процеси, що протікають в земній корі.

- Підготувати аспірантів до застосування отриманих знань при здійсненні геохімічних досліджень і пошуку родовищ корисних копалин.

### 1.2. Вимоги до рівня підготовки аспірантів, які завершили вивчення даної дисципліни.

Аспіранти, які завершили вивчення даної дисципліни, повинні:

**Мати уявлення:** про загальні закони геохімії, геохімічні класифікації хімічних елементів, основні закономірності поведінки хімічних елементів в геологічних ландшафтах, мови міграції та концентрації хімічних елементів.

**Знати та розуміти** геодинамічні процеси, що призводять до формування відповідних породних асоціацій і рудних формацій.

**Вміти:** застосовувати на практиці засвоєні в ході навчання знання для пошуку корисних копалин.

### 1.3. Зв'язок з попередніми дисциплінами

Курс передбачає наявність у аспірантів знань з загальної геології, геофізики, геохімії, мінералогії та петрографії, геохімії доквілля, в обсязі програми вищої професійної освіти.

### 1.4. Зв'язок з подальшими дисциплінами

Знання та навички, отримані аспірантами при вивченні даного курсу, необхідні для підготовки і написання дисертації за спеціальністю 103 «Науки про Землю»

## 2. Зміст дисципліни

### 2.1. Обсяг дисципліни, види навчальної роботи (у годинах)

Вид учбової роботи	Обсяг годин
Трудомісткість вивчення дисципліни	120
Обов'язкова аудиторна учбова навантаження (всього)	70
Лекції (всього)	40
Семінари (всього)	30
Практичні заняття (всього)	0
Самостійна робота аспіранта (всього)	50

### 2.2. Розподіл дисципліни і види занять (у годинах)

№ з/п	Назва розділу дисципліни	Обсяг годин		
		лекції	семінари	самост. робота
1	Розділ 1. Внутрішні і зовнішні фактори міграції елементів. Екстенсивні та інтенсивні параметри міграції. Рівняння інтенсивності міграції.	10	6	12
2	Розділ 2. Форми знаходження хімічних елементів. Гірські породи і мінерали; природні води та гази; жива речовина; магма; розсіювання. Емпіричні ряди рухомості.	10	6	12
3	Розділ 3. Основні форми переносу мікроелементів. Органічні та неорганічні форми. Розрахунки форм знаходження хімічних елементів в природних водах методом математичного моделювання. Аналітичні та експериментальні роботи по знаходження хімічних елементів у гірських породах, ґрунтах та природних водах. Роль води й інших летких компонентів в міграції елементів.	5	6	7
4	Розділ 4. Геохімічні бар'єри: механічні, фізико-хімічні та біогеохімічні. Техногенні геохімічні бар'єри.	5	6	7
5	Розділ 5. Закони розподілу хімічних елементів у природних системах. Кларки концентрацій. Характеристика міграції за допомогою коефіцієнтів. Парагенетичні та заборонені	10	6	12
<b>ВСЬОГО:</b>		<b>40</b>	<b>30</b>	<b>50</b>

### 2.3. Лекційні та семінарські заняття, їх тематика та обсяг

№	Назва	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Лекції	Семінари
1	2	3	4
<b>Розділ 1. Внутрішні і зовнішні фактори міграції елементів. Екстенсивні та інтенсивні параметри міграції. Рівняння інтенсивності міграції.</b>			
1	Основні фактори міграції хімічних елементів за класифікацією А.Е. Ферсмана. Внутрішні фактори міграції (термічні властивості елементів, хімічні властивості елементів та їх сполук).	2	2
2	Зовнішні фактори міграції (температура та тиск, кислотність-лужність середовища, окисно-відновний потенціал БИ, поверхневі сили природних колоїдних систем та пов'язаних з ними явищ адсорбції елементів та їх з'єднань). Диференціація хімічних елементів та геохімічна зональність.	3	1
3	Екстенсивні параметри міграції хімічних елементів. Інтенсивні параметри міграції хімічних елементів.	3	1
4	Рівняння інтенсивності міграції хімічних елементів.	2	2
<b>Розділ 2. Форми знаходження хімічних елементів. Гірські породи і мінерали; природні води та гази; жива речовина; магма; розсіювання. Емпіричні ряди рухомості.</b>			
5	Основний геохімічний закон В.М. Гольдшмідта.	3	2
6	Залежність поведінки хімічного елементу в геохімічному середовищі від форми знаходження. Характеристика основних форм знаходження хімічних елементів за класифікацією В.І.Вернадським: 1) гірські породи та мінерали (в тому числі природні води та гази); 2) магми (силікатні розплави); 3) жива речовина; 4) розсіювання.	3	1
7	Різноманіття видів форм: мінеральний та безмінеральний; концентрований та розсіяний. Мінерали-концентратори. Характеристика та значення розсіяного стану хімічних елементів.	2	1
8	Рухома та інертна форми знаходження хімічних елементів в земній корі. Емпіричні ряди рухомості.	2	2
<b>Розділ 3. Основні форми переносу мікроелементів. Органічні та неорганічні форми. Розрахунки форм знаходження хімічних елементів в природних водах методом математичного моделювання. Аналітичні та експериментальні роботи по визначенню форм знаходження хімічних елементів у гірських породах, ґрунтах та природних водах. Роль води й інших летких компонентів в міграції елементів.</b>			
9	Основні форми переносу мікроелементів. Органічні та неорганічні форми.	2	2
10	Розрахунки форм знаходження хімічних елементів в природних водах методом математичного моделювання.	1	1

1	2	3	4
11	Аналітичні та експериментальні роботи по визначенню форм знаходження хімічних елементів у гірських породах, ґрунтах та природних водах.	1	1
12	Роль води й інших летких компонентів в міграції елементів.	1	2
<b>Розділ 4. Геохімічні процеси і системи</b>			
13	Поняття про геохімічні бар'єри. Концентрація елементів на геохімічних бар'єрах.	1	1
14	Два основних типи геохімічних бар'єрів - природний та техногенний. Три класи бар'єрів: - механічні, -фізико-хімічні, - біогеохімічні.	1	2
15	Поняття про градієнт та контрастність геохімічного бар'єру.	2	2
16	Штучне моделювання бар'єрів у господарській діяльності (схеми збагачення корисних компонентів, захоронення відходів і т.д.)	1	1
<b>Розділ 5. Закони розподілу хімічних елементів у природних системах. Кларки концентрацій. Характеристика міграції за допомогою коефіцієнтів. Парагенетичні та заборонені асоціації елементів.</b>			
17	Властивості елементів як результат дії внутрішніх факторів міграції. Закони розподілу хімічних елементів у природних системах.	2	2
18	Кларки концентрацій. Зв'язок кларків з геохімічною поведінкою хімічних елементів.	3	1
19	Характеристика міграції за допомогою коефіцієнтів.	2	1
20	Провідні елементи, принцип рухомих компонентів. Парагенетичні та заборонені асоціації хімічних елементів. Різноманіття міграції, здатність до мінералоутворення.	3	2
<b>Всього:</b>		<b>40</b>	<b>30</b>

#### 2.4. Самостійна робота аспірантів, її зміст і обсяг

Зміст самостійної роботи	Обсяг самостійної роботи (години)
Підготовка реферату	15
Підготовка до семінарів	15
Опрацювання матеріалів лекцій	20
<b>Всього:</b>	<b>50</b>

Підтримка самостійної роботи: бази даних та ресурси, доступ до яких забезпечено з мережі ІГМР НАН України

### 3. Система поточного та підсумкового контролів результатів навчання, критерії і шкала оцінювання знань

**Поточний контроль** проводиться у формі роботи активної роботи на лекційних заняттях, роботи на практичних заняттях, виступів на семінарах, підготовки реферату.

**Підсумковий контроль** передбачає диференційований залік.

**Оцінювання окремих видів виконаної аспірантом навчальної роботи і набутих знань та умінь (в балах)**

<b>Розділ 1</b>	
<b>Вид навчальної роботи</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
Активна робота на лекційних заняттях	4
Виступи на семінарах	10
<b>Розділ 2</b>	
<b>Вид навчальної роботи</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
Активна робота на лекційних заняттях	4
Виступи на семінарах	10
<b>Розділ 3</b>	
<b>Вид навчальної роботи</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
Активна робота на лекційних заняттях	4
Виступи на семінарах	10
<b>Розділ 4</b>	
<b>Вид навчальної роботи</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
Активна робота на лекційних заняттях	4
Виступи на семінарах	10
<b>Розділ 5</b>	
<b>Вид навчальної роботи</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
Активна робота на лекційних заняттях	4
Виступи на семінарах	10
Підготовка реферату	30
<b>Всього:</b>	<b>100</b>

**Критерії оцінювання реферату:**

- глибоке розкриття проблеми, відображена власна позиція - 25-30 балів
- обґрунтоване розкриття проблеми - 20-25 балів
- тема розкрита неповно - 15-20 балів
- реферат суто компілятивного рівня - 10-15 балів
- розкритий лише окремий аспект - 5-10 бали
- реферат не зарахований - 0-5 балів

Тема реферату надається індивідуально кожному аспіранту викладачем дисципліни.

**Аспірант вважається допущеним до підсумкового контролю (диференційованого заліку), якщо він виконав всі види робіт, передбачені навчальним планом. Аспірант допускається до диференційованого заліку за умови наявності 60 балів або більше.**

У випадку відсутності аспіранта на диференційованому заліку, який він повинен обов'язково скласти, з будь-яких причин, проти його прізвища у відомості робиться запис «Не з'явився». Питання подальшого проходження аспірантом диференційованого заліку у цих випадках вирішується в установленому порядку.

### Шкала оцінювання знань аспірантів на диференційованому заліку

100-бальна шкала	Оцінка за національною шкалою	Визначення
90 – 100	відмінно	<b>Відмінно</b> – відмінна відповідь, виконання роботи лише з незначною кількістю помилок
80 – 89	добре	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками
70 – 79		<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь, робота з певною кількістю грубих помилок
60 – 69	задовільно	<b>Задовільно</b> – непогано, але зі великою кількістю недоліків
1 – 59	незадовільно	<b>Незадовільно</b>

#### 4. Рекомендована література:

1. Браунлоу А.К. Геохимия. - М.: Недра, 1984. - 463 с.
2. Гожик А.П., Байсарович І.М., Зінченко О.В., Шнюков С.Є. Геохімія зони гіпергенезу : Навчальний посібник. – К.: електронне видання. 2018 – 110 с.
3. Кошлякова, Т.О. Еколого-геохімічні особливості поширення мангану у підземних водах України. *Мінералогічний журнал*. 2023. № 3 (45). С. 82–96.
4. Кураєва, І.В., Сплодитель, А.О., Кошлякова, Т.О., Дерюгіна, О.В., Азімов, О.Т., Вовк, К.В. Еколого-геохімічні оцінка закономірностей розподілу мікроелементів у біосферних системах природних та техногенних ландшафтів лісостепової зони України. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*. 2024. № 29 (1(44)), С. 213–231.
5. Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высшая школа, 1988.- 527 с.
6. Рудько Г.І. Гідрогеохімія : Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. – 255 с.
7. Тітенко Г.В., Масто Ю.О. Еколого-геохімічні особливості міграції хімічних елементів в заплавах місцевостях урболандшафтів. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3-4. 2015. С. 14-20.
8. Шнюков С.Є., Гожик А.П. Основи геохімії: Навчальний посібник. – К.: електронне видання. 2011. – 245 с.
9. John A. C. Fortescue. Element Migration in Landscapes. *Environmental Geochemistry*. 1980. P. 79-93.
10. Yasushi Kitano, Satoru Kanamori, Kikuo Kato, Nobuko Kanamori, Ryuma Yoshioka, Leonard I. Knowles, George W. Kunze, Donald W. Hood. Migration of chemical elements through phases of the atmosphere, hydrosphere and lithosphere in the Juneau Glacier area. I. *Geochemical Journal*. 1969. Vol. 3. Issue 2-3. P. 99-115.

#### Періодичні видання:

1. Acta Geochimica
2. Applied Geochemistry
3. Elements (An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology)
4. Geochimica et Cosmochimica Acta
5. Journal of Geochemical Exploration