


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет геологічний
Кафедра мінералогії, петрографії і геохімії

Затверджено
на засіданні кафедри мінералогії,
петрографії і геохімії
геологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.08.2023 р.)

Завідувач кафедри мінералогії,
петрографії і геохімії



Ірина ПОБЕРЕЖСЬКА

Силабус з навчальної дисципліни

«Геохімія рудоутворювальних систем»,

**що викладається в межах ОПП «Геохімія та мінералогія»
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 103 Науки про Землю**

Назва дисципліни	Геохімія рудоутворювальних систем
Адреса викладання дисципліни	вул. Грушевського, 4 м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Геологічний факультет, кафедра мінералогії, петрографії і геохімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань 10 “Природничі науки” Спеціальність 103 Науки про Землю
Викладачі курсу	Борняк Уляна Іванівна – доцент кафедри мінералогії, петрографії і геохімії кандидат геологічних наук, доцент,
Контактна інформація викладачів	ulyana.bornyak@lnu.edu.ua https://geology.lnu.edu.ua/employee/bornyak-ulyana-ivanivna
Консультації по курсу відбуваються	Консультації по курсу відбуваються в день проведення лекцій (на кафедрі, ауд. 228). Також можливі он-лайн консультації через Telegram, Zoom, Teams або подібні ресурси. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача
Сторінка курсу	https://geology.lnu.edu.ua/course/heokhimiia-rudoutvoriuvalnykh-system
Інформація про курс	Дисципліна « Геохімія рудоутворювальних систем » є вибірковою дисципліною з циклу професійної та практичної підготовки з спеціальності 103 Науки про Землю для ОПП “Геохімія та мінералогія”, яка викладається в III семестрі в обсязі 3,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	« Геохімія рудоутворювальних систем » є дисципліною, що конкретизує набуті знання з мінералогічного та геохімічного циклу предметів та є необхідною для розуміння геохімічних процесів рудоутворення. Курс дозволяє опанувати методами, які необхідні для виявлення закономірностей розподілу благородних, рідкісних і розсіяних елементів домішок у магматичних, метаморфічних та рудних формаціях; поведження елементів та їх ізотопів в осадових та рудоутворювальних процесах; розповсюдження та умов накопичення рідкісних елементів у кристалічних породах.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета</i> дисципліни “ Геохімія рудоутворювальних систем ” – розвиток загальних та спеціальних компетентностей; формування теоретичних знань і системного підходу до розуміння процесів формування рудоутворювальних систем; вивчення основних методів, необхідних для виявлення розповсюдження, умов накопичення та розподілу благородних, рідкісних і розсіяних елементів домішок у магматичних, метаморфічних та рудних формаціях. <i>Цілі</i> дисципліни – формування у студентів комплексу знань та практичних умінь з метою всебічного вивчення геохімії процесів рудоутворення.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Гожик А.П. Геохімія зони гіпергенезу: посібник. / А.П. Гожик., І.М. Байсарович, О.В. Зінченко, С.Є. Шнюков // К.: електронне видання. 2018 – 110 с. Режим доступу: http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Geochemistry_of_hypergenesis.pdf 2. Грінченко О.В. Теорія рудоутворення: Навчальний посібник. – К.: Інтернет-ресурс КНУ ім. Т. Шевченка. // Режим доступу : http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/ore_formation_theoty.pdf 3. J. Tarney. Trace element geochemistry of orogenic igneous rocks and crustal growth models / J. Tarney, C. E. Jones // Journal of the Geological Society, Vol. 151 – P. 855 – 868 4. Encyclopedia of Geochemistry / Clare P. Marshall, Rhodes W. Fairbridge // Reference work, 1999 – 714 p.

	<p>5. Geochemistry: Concepts and Applications / Inamuddin Inamuddin, Mohd Imran Ahamed, Rajender Boddula, Tariq Altalhi // 2021 – 208 p.</p> <p>6. Isotope geochemistry / William M White // Wiley, 2015 – 496p</p> <p>Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Павлунь М. М. Геологія корисних копалин : у 2 ч. Ч. 2. Екзогенні та метаморфогенні процеси рудоутворення : підручник / М. М. Павлунь, О. В. Гайовський. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 170 с. 2. Geology, geochemistry, and genesis of orogenic gold–antimony mineralization in the Himalayan Orogen, South Tibet, China// Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169136813002552 3. Geology, mineralogy and geochemistry of syn-orogenic anatectic granites from the Achiras Complex, Córdoba, Argentina: some petrogenetic and geodynamic implications// Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981198000212 4. Contrasting geochemistry of orogenic gold deposits in Yukon, Canada and Otago, New Zealand // Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/272943040_Contrasting_geochemistry_of_orogenic_gold_deposits_in_Yukon_Canada_and_Otago_New_Zealand <p>Інформаційні ресурси</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Геохімія та рудоутворення. Збірник наукових праць // Режим доступу: http://www.g-o-f.org.ua/archive/ 2. IAGC International Association of Geochemistry // Режим доступу: https://www.iagc-society.org/ 3. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis https. Journal of the Geological Society of London and the Association of Applied Geochemists (AAG) // Режим доступу: https://pubs.geoscienceworld.org/geea/list-of-years
Обсяг курсу	Загальна кількість годин - 120. З них: аудиторних годин -32 : лекцій - 32 самостійна робота - 88
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент повинен знати про:</p> <ul style="list-style-type: none"> • будову, властивості, походження, розповсюдження, особливості та чинники міграції хімічних елементів; • класифікацію, умови формування, розповсюдження ізотопів, методи розрахунків їх співвідношень, напрямки використання під час вирішення геологічних завдань; • геохімічні особливості магматичних, постмагматичних, метаморфічних процесів і систем, геохімію гіпергенезу та його різновидів. • геохімічні методи досліджень; • інтерпретацію аналітичних даних. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводити розрахунки в області кристалохімії і ізотопної геохімії; • виконувати обробку та коректно інтерпретувати геохімічні дані; • вирішувати завдання геологічної зйомки, пошуків і розвідки родовищ корисних копалини; • оцінювати генезис родовищ.
Ключові слова	Геохімія рудоутворювальних систем, геохімія, мінералого-геохімічні особливості
Формат курсу	Очний
Теми	Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру

Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань фахових дисциплін, достатніх для сприйняття категоріального апарату.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Головні навчальні методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> • словесні – лекції, бесіди, бесіди з елементами формування проблемних завдань • наочні – демонстрація, ілюстрація, мультимедійна презентація, спостереження • дослідницькі (виконання завдань самостійної роботи, спрямованих на активізацію отриманих знань під час аудиторних занять) <p>Техніки, які використовуються:</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод генерацій ідей • навчальна дискусія • метод кейсів • метод моделювання
Необхідне обладнання	Таблиці, малюнки, карти, графіки, діаграми, мультимедійний проектор, ноутбук
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Для заліку для кожного студента бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • контрольні опитування в письмовому вигляді - максимальна кількість балів 60. Проводиться 5 опитувань. Максимальна кількість балів за 1 опитування – 12 • індивідуальні завдання для самостійної роботи (2 реферати). Теми рефератів вказані в схемі курсу. Максимальна кількість балів – 40 (за один реферат 20 балів) • Підсумкова максимальна кількість балів – 100. <p><i>Академічна доброчесність.</i> Очікується, що роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Списування, втручання в роботу інших студентів, відсутність посилань на використані джерела при написанні рефератів – приклади можливої академічної недоброчесності. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p><i>Відвідання занять</i> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття.</p> <p><i>Література.</i> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><i>Політика виставлення балів.</i> Враховуються бали набрані на контрольних опитуваннях, самостійній роботі</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу “ Геохімія рудоутворювальних систем ”

Тиж-день	Тема, короткі тези	Форма занять	Література	К-ть годин
1	Тема 1. Геохімія та рудоутворення. Історія геохімічних досліджень в Україні. Геохімія процесів породоутворення. Теорія рудоутворення. Значення	лекція	2,4,5	2

	геохімічних досліджень для прогнозування, пошуків, розвідки корисних копалин та комплексного використання мінеральних ресурсів. Значення геохімії для вирішення актуальних теоретичних та прикладних задач рудоутворення.			
2-4	Тема 2. Магматичні та магматогенно-гідротермальні системи. Магматичні та магматогенно-гідротермальні рудогенеруючі системи. Теоретичне та прикладне значення їх геохімічного дослідження. Часткове плавлення як механізм магмогенерації. Рівноважна та фракційна теоретичні моделі поведінки рідкісних елементів в цьому процесі. Їх порівняльне значення для дослідження реальних геологічних утворень. Ліквідація розплавів, її петролого-геохімічне значення. Рівноважна та фракційна теоретичні моделі поведінки рідкісних елементів в процесі кристалізаційної диференціації магматичних розплавів. Їх порівняльне значення для дослідження реальних магматичних комплексів. Формування магматичних, пегматитових та магматогенно-гідротермальних рудних родовищ в ході магматичної еволюції. Геохімічні критерії потенційної рудогенеруючої спроможності магм. Комплексування різних теоретичних моделей поведінки елементів при частковому плавленні та кристалізації розплавів в дослідженні зв'язку та співвідношення процесів генерації магм та їх подальшої еволюції. Оцінка рудогенеруючого потенціалу магматогенно-гідротермальних систем. Поняття про пост-магматичні процеси і системи. Формування скарнів, їх геохімічні особливості і рудоносність. Формування грейзенів та альбітитів, їх геохімічні особливості і рудоносність.	лекція	2-5	6
5,6	Тема 3. Геохімія ендегенних систем. Метаморфічні системи. Метаморфічні системи як джерело рудоносних гідротермальних розчинів. Формування метаморфогенних рудних родовищ. Гідротермально-метасоматичні системи. Геохімічні риси головних продуктів гідротермального та метасоматичного процесів. Геохімічний взаємозв'язок	лекція	2-6	4

	ендогенних рудоутворювальних систем.			
7,8	Тема 4. Геохімія зони гіпергенезу. Загальна характеристика зони гіпергенезу, гіпергенних процесів та їх продуктів. Межі стійкості природного середовища. Головні продукти процесів звітрювання. Межі стійкості природного середовища. Роль біогенних чинників у формуванні Eh-pH середовища. Геохімічні обстановки. Геохімічні бар'єри. Класифікація процесів гіпергенезу та їх продуктів. Класифікація головних гіпергенних процесів	Лекція	1,4	4
9,10	Тема 5. Metали. Чорні метали. Що належить до групи чорних металів. Основні носії заліза. Вміст заліза в промислових рудах. Геохімічні умови формування залізистих порід. Різноманітність залізистих формацій. Титан в геохімічних процесах. Геохімія титану. Поширеність титану. Титан у магматичному процесі. Титан у метаморфічному процесі. Міграційні властивості титану. Основні закономірності розподілу хрому. Геохімія хрому. Природні джерела хрому. Хромітові руди. Геохімія марганцю у процесах гіпергенезу. Природні джерела марганцю. Ванадій. Геохімія та генетичні типи. Ванадієві руди Геохімія кобальту. Поширеність у природі. Генетичні та промислові типи родовищ.	Лекція	1-6	4
11	Тема 6. Metали. Кольорові метали. Геохімія міді. Рудопрояви міді. Гідротермальний процес Зв'язок з органічною речовиною. Геохімія алюмінію. Міграційна здатність алюмінію. Рудопрояви і родовища алюмінію. Геохімія нікелю. Нікель в латеритних і сульфідних рудах. Геохімія свинцю. Свинець в рудних родовищах. Геохімія олова. Олово в ендогенних та гіпергенних умовах. Геохімія цинку. Поширеність. Проблеми вивчення речовинного складу та будови проявів та родовищ кольорових металів.	Лекція	1,3,4,6	2
12	Тема 7. Рідкісні та рідкісноземельні метали.	лекція	1-6,	2

	Загальна номенклатура. Геохімія окремих рідкісних та рідкоземельних металів (цирконій, германій, стибій, вольфрам, кадмій, молібден, берилій, літій та інші). Рідкіснометалічні руди і рудопрояви.. Пегматитові, карбонатитові та альбітитові рідкіснометалічні руди.			
13	Тема 8. Благородні метали. Золото. Геохімія золота. Встановлення генетичних особливостей основних родовищ золота, їх формаційної приналежності та мінерального складу. Срібло. Геохімія срібла. Срібні родовища. Присутність срібла в рудах золото-поліметалічних і поліметалічних родовищ і рудопроявів. Методи визначення золота та срібла при геохімічних дослідженнях. Рутеній, родій, паладій, осмій, іридій, платина. Геохімія металів платинової групи, виявлення проявів та родовищ. Ліквацийні, ранньомаг-матичні, пізньомагматичні і розсипні родовища платиноїдів.	лекція	1-6	2
14	Тема 9. Радіоактивні метали. Геохімія ніобію, торію і урану. Закономірності накопичення. Руди радіоактивних металів. Генетичний зв'язок уранового зруденіння з ураніл-карбонатними комплексами як формами переносу урану.	лекція	1-6	2
15	Тема 10. Геохімічні методи дослідження та пошуків рудопроявів. Літохімічний метод пошуків родовищ корисних копалин. Гідрохімічний метод пошуків зруденіння. Вивчення гідрохімічних ореолів розсіювання рудної речовини ендегенних родовищ корисних копалин. Біохімічний метод пошуків. Вивчення біохімічних ореолів розсіювання рудних елементів. Атмохімічні (газові) методи пошуків. Вивчення розподілу газових компонентів в підземній і приземній атмосфері з метою виявлення ореолів розсіювання рудних елементів і елементів-індикаторів родовищ корисних копалин. Радіометричні методи пошуків родовищ	лекція	1-6	2
16	Тема 11. Визначення ізотопного віку рудних асоціацій. Можливість співставлення їх з часом проходження деяких мінералоутворювальних процесів. Реставрація генезису рудо-утворювальних розчинів на основі визначення ізотопного	лекція	4,6	2

	складу рудних парагенезисів.			
	Всього			32
Перелік тем для індивідуальних завдань з самостійної роботи студентів:				
2	Прикладне значення геохімічного дослідження магматогенно-гідротермальних рудогенеруючих систем	самостійна робота	Додат.1-4, Інформ.ресурси	
3	Геохімічні особливості кристалічних порід центральної частини Кочерівської западини (Український щит)			
4	Оцінка рудогенеруючого потенціалу магматогенно-гідротермальних систем за результатами геохімічного моделювання			
5	Радіогеохронологія процесів метасоматозу в кристалічних породах Українського щита			
6	Геохімічні особливості метасоматично змінених порід Кривбасу			
7	Геохімія золотоносних кір звітрювання кристалічного фундаменту Українського щита			
8	Мінералого-геохімічні особливості рудоносних пегматитів			
9	Родовища рідкісноземельних елементів нетрадиційного типу			
10	Геохімічні особливості Новокосятинівського родовища урану			
11	Геохімія Nb і Ta в магматичних породах Українського щита			
12	Геохімічні аспекти генезису рудоносних альбітитів			
13	Геохімічні асоціації рудовмісних порід Клишівського золоторудного родовища			
14	Геохімічні особливості кристалічних порід центральної частини Кочерівської западини (Український щит)			
15	Геохімія ніобію, торію і урану в альбітитах Новоолексіївського родопрояву, Український щит			
16	Геохімічні особливості Заваллівського рудопрояву калій-уранової формації			
	Всього			88
	Всього годин			120