ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Геологічний факультет

Кафедра петрографії

 **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної

 роботи

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 ”\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Сучасні аналітичні та експериментальні методи досліджень в мінералогії**

Код та найменування спеціальності **103 Науки про Землю**

Рівень вищої освіти **ІІІ (освітньо-науковий)**

Спеціалізація **мінералогія, кристалографія**

Освітня програма підготовки доктора філософії з природничих наук

Форма навчання **очна (денна, вечірня)**

Загальний обсяг у кредитах Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи та строк навчання **40**

Навчальний план, затверджений Вченою радою Львівського національного університету 25 травня 2016 р., протокол №20/5

Вимоги до рівня освіти осіб, які можуть розпочати навчання **магістр (спеціаліст) геохімії, мінералогії.**

Розробник: проф. **Гулій В.М., доктор геолого-мінералогічних наук**

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри петрографії

Протокол № \_\_\_ від. “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ р.

 Завідувач кафедри петрографії

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Гулій В.М.)

 (підпис)

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р.

 **ПОГОДЖЕНО**

 Декан геологічного факультету \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Павлунь М.М.)

 професор

**1. Опис навчальної дисципліни**

***(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни «Сучасні аналітичні та експериментальні методи досліджень в мінералогії»)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування показників  | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни |
| *Денна і вечірня форма навчання* |
| Кількість кредитів, 18,0 | Галузь знань**103 Науки про Землю**  | *Дисципліна вибору аспіранта*  |
|  |  | *Рік підготовки:* |
| Змістових модулів - 1 | Спеціалізація **мінералогія, кристалографія** | 2-й |
| Загальна кількість годин – 48 | *Семестр* |
| 2-й |
| Тижневих годин для денної і вечірньої форми навчання: аудиторних – 4  | Освітньо-кваліфікаційний рівень: **аспірант** | *Лекції* |
| 32 год. |
| *Практична робота* |
| 16 год. |
| Вид контролю: |
| іспит |

**2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета**: формування необхідних теоретичних знань про основи сучасних аналітичних та експериментальних методів, які використовуються в мінералогії, практичних навиків, що дозволяють одержувати якісні і кількісні характеристики хімічного складу та фізичних властивостей мінералів, для їх діагностики і виявлення їх відмін в різних генетичних утвореннях, оцінювати фізико-хімічні умови їх кристалізації в природі та виводити закономірності росту мінералів на основі синтезу нових фаз і імітації природних процесів.

**Предмет**: теоретичні основи сучасних методів вивчення мінералів, як продуктів природніх процесів та їх синтезу, найважливіших принципів оцінки отриманих результатів та використання їх для мінералогічного моделювання і практичного застосування.

Мета дисципліни **досягається** за рахунок виконання аспірантами комплексу учбово-методичних робіт:

1. Вивчення теоретичних основ процесів мінералоутворення і засвоєння провідних методів дослідження складу мінералів різних генерацій в гірських породах;
2. Засвоєння прийомів інтерпретації отриманих результатів вивчення структурно-текстурних особливостей мінералів різного генезису і виділення мінеральних асоціацій і парагенетичних співвідношень між окремими мінералами чи їх індивідами;
3. Набуття навичок проведення аналізу виділення різночасових мінеральних асоціацій на фоні загального процесу формування породи і зміни властивостей мінералів;
4. Засвоєння методики порівняльного аналізу результатів польових і лабораторних досліджень гірських порід різного складу і окремих мінералів;
5. Надбання знань для аналізу процесу формування породи за структурно-текстурними ознаками породи, її компонентного складу, значеннями фізичних властивостей;
6. Засвоєння методики використання літературних джерел по сучасних проблемах мінералоутворення;
7. Використання загальних особливостей формування окремих генерацій мінералів і стадійності породи для визначення її потенційної рудоносності.

**Місце дисципліни у структурі курсу**: аспірант вивчає на другому році навчання.

**Компетенції, що формуються в результаті освоєння дисципліни:**

- здатність вирішувати стандартні задачі професійної діяльності на основі інформаційної і бібліографічної культури з використанням інформаційно-комунікаційних технологій і з врахуванням основних вимог інформаційного забезпечення;

- здатність в складі науково-дослідницького колективу приймати участь в інтерпретації геологічної інформації, складанню звітів, рефератів, бібліографій за тематикою наукових досліджень, в підготовці публікацій;

- науково-виробнича діяльність: готовність використовувати на практиці базові загально професійні знання і навички польових геологічних, геофізичних, геохімічних, гідрогеологічних, нафтогазових і еколого-геологічних робіт при вирішенні виробничих завдань;

- готовність до роботи на сучасних польових і лабораторних геологічних, геофізичних, петрографічних і геохімічних приладах і устаткуванні.

**3. Програма навчальної дисципліни**

**Зміст курсу**:

**Тема 1.**

Вступ. Хімічні та фізичні методи визначення особливостей хімічного складу, кристалічної структури та фізичних властивостей мінералів.

**Тема 2.**

Підготовки матеріалу до аналітичних досліджень. Деструктивні методи аналізу і вивчення речовини без руйнування.

**Тема 3.**

Новітні методи аналітичних досліджень та обробки одержаних результатів.

**Тема 4.**

Локальні і об’ємні методи вивчення хімічного складу і фізичних властивостей мінералів.

**Тема 5.**.

Оцінка якості отриманих аналітичних даних, визначення похибок та межі застосування для різних цілей.

**Тема 6.**

Природа відмін основних показників для головних породоутворюючих, другорядних і акцесорних мінералів. Діагностика нових мінеральних видів, аналізу гетерогенного мінералогічного матеріалу.

**Тема 7.**.

Кристаломорфологічні характеристики окремих індивідів мінералів та їх використання для генетичних інтерпретацій аналітичних даних

**Тема 8**.

Основні характеристики фізичних особливостей мінералів і зв'язок їх з кристалічною структурою та хімічним складом мінералів

**Тема 9.**

Ізоморфізм та методи виявлення схем ізовалентних та гетеровалентних заміщень в мінералах.

**Тема 10.**

Ізотопні дослідження та використання отриманих результатів в генетичній і експериментальній мінералогії.

**Тема 11.**

Термобарогеохімічні методи для визначення параметрів природних та експериментальних систем формування мінералів.

**Тема 12.**

Термодинамічне моделювання при аналізі процесів мінералоутворення

**Тема 13.**

Історія формування порід і руд різного походження за результатами аналізу розподілу нормованих значень рідкоземельних елементів, ізотопних модельних систем та геохронологічних даних в породах та мінералах.

**Тема 14.**

Експериментальне відтворення природних процесів та синтез мінералів з заданими заздалегідь параметрами. Проблеми походження алмазу.

**Тема 15.**

Аналітичні дослідження мінералів в пошукових і геологорозвідувальних цілях. Мінерали-індикатори.

**Тема 16.**

Особливості використання методів досліджень рудних мінералів для технологічних цілей.

**4. Структура навчальної дисципліни**

***3.1. Теми лекційних занять***

|  |  |
| --- | --- |
| **Назви тем** | **Кількість годин** |
| ***Зміст***  |
| **Тема 1. Вступ*.* Хімічні та фізичні методи визначення особливостей хімічного складу, кристалічної структури та фізичних властивостей мінералів.** Аналіз сучасного стану інструментальної бази для різноцілевих досліджень хімічного складу і фізичних властивостей мінералів фізичними та хімічними методами для генетичних і практичних потреб.  | **2** |
| **Тема 2. Підготовка матеріалу до аналітичних досліджень. Деструктивні методи аналізу і вивчення речовини без руйнування.** Вибір способу підготовки проб і методів досліджень в залежності від поставлених завдань. Можливості і обмеження локальних і об’ємних аналітичних методів.  | **2** |
| **Тема 3.** **Новітні методи аналітичних досліджень та обробки одержаних результатів.** Стан, тенденції розвитку, метрологічні характеристики та обмеження існуючих аналітичних методів дослідження мінералів, сучасні методи обробки їх результатів (статистичний аналіз розподілу, компонентні діаграми тощо).  | **2** |
| **Тема 4. Локальні і об’ємні методи вивчення хімічного складу і фізичних властивостей мінералів.** Основні характеристики локальних і об’ємних методів досліджень. Головні чинники вибору методу дослідження. Можливості і обмеження.  | **2** |
| **Тема 5. Оцінка якості отриманих аналітичних даних, визначення похибок та межі застосування для різних цілей.** Лабораторні (внутрішні і зовнішні) методи контролю результатів аналізів. Поняття про стандарти. Первинна статистична інтерпретація даних та підготовка до генетичних побудов.  | **2** |
| **Тема 6.** **Природа відмін основних показників для головних породоутворюючих, другорядних і акцесорних мінералів. Діагностика нових мінеральних видів, аналізу гетерогенного мінералогічного матеріалу.** Особливості аналізу мінеральних фаз гетерогенного і тонкодисперсного матеріалу. Зв'язок між кількістю мінералу в породі, місця його у процесі формування породи і відображення цих характеристик в складі і фізичних властивостях. Шлях від незвичних результатів аналізів до відкриття нових мінералів.  | **2** |
| **Тема 7.** **Кристаломорфологічні характеристики окремих індивідів мінералів та їх використання для генетичних інтерпретацій аналітичних даних.** Вивчення морфології мінеральних індивідів і їх агрегатів в процесі онтогенічного аналізу. Можливості визначення складу і властивостей мінералів різних генерацій для генетичних побудов спрямованості в геологічному часі характеристик середовища утворення мінералів породи чи руди.  | **2** |
| **Тема 8. Основні характеристики фізичних особливостей мінералів і зв'язок їх з кристалічною структурою та хімічним складом мінералів.**Методи дослідження фізичних властивостей мінералів та можливості інтерпретації їх залежності від кристалічної структури і хімічного складу в гетерогенних утвореннях.  | **2** |
| **Тема 9. Ізоморфізм та методи виявлення схем ізовалентних та гетеровалентних заміщень в мінералах.** Аналітичні методи і їх поєднання для виявлення місця окремих елементів в мінералах різних генерацій. Історія еволюції середовища за виявленими схемами ізовалентного і гетеровалентного ізоморфізму. Використання ізоморфних заміщень в мінералах для практичних цілей в геологорозвідувальних і екологічних цілях.  | **2** |
| **Тема 10**. **Ізотопні дослідження та використання отриманих результатів в генетичній і експериментальній мінералогії.** Стабільні і радіоактивні ізотопи в мінералах та породах – сучасні методи їх вивчення. Застосування результатів досліджень для визначення джерела різних компонентів, походження води і вуглекислого газу в флюїдах різних комплексів, виявлення реліктових фаз і вторинних перетворень. Датування процесів утворення мінералів | **2** |
| **Тема 11.** **Термобарогеохімічні методи для визначення параметрів природних та експериментальних систем формування мінералів.** Сучасні методи визначення температур, тисків і реліктів флюїдів за результатами вивчення включень. Роль Л.Перчука в створення системи термометрів і барометрів для визначення умов температур і тисків по окремих парах мінералів за характером розподілу їх спільних компонентів.  | **2** |
| **Тема 12.**. **Термодинамічне моделювання при аналізі процесів мінералоутворення.** Розрахунок термодинамічних ефектів ймовірних реакцій та побудови діаграм стійкості окремих мінеральних фаз. Використання природних мінеральних асоціацій та їх парагенезисів для термодинамічного моделювання і перевірки отриманих генетичних висновків.  | **2** |
| **Тема 13. Історія формування порід і руд різного походження за результатами аналізу розподілу нормованих значень рідкоземельних елементів, ізотопних модельних систем та геохронологічних даних в породах та мінералах.** Існуючі системи інтерпретації і генетичних побудов за результатами аналізу розподілу рідкісноземельних елементів (нормування до хондриту чи глин). Популярність ізотопних модельних систем (стронцій, самарій і неодим, аргон тощо) для генетичних побудов і визначення коровості і мантійності геологічних утворень. Можливості і неоднозначності датування мінералів і порід за об’ємними і локальними дослідженнями.  | **2** |
| **Тема 14. Експериментальне відтворення природних процесів та синтез мінералів з заданими заздалегідь параметрами. Проблеми походження алмазу.** Проблеми і можливості імітації природних процесів у лабораторних умовах. Синтез мінералів певного складу в різних агрегатних середовищах із різних вихідних компонентів. Діаграма стабільності алмазу О.Лейпунского і петрологічні наслідки її застосування до вирішення проблем походження алмазу і гіпотетичних мантійних утворень.  | **2** |
| **Тема 15.** **Аналітичні дослідження мінералів в пошукових і геологорозвідувальних цілях. Мінерали-індикатори.** Використання окремих властивостей морфології (типоморфізм) і хімічного складу (типохімізм) мінералів при пошуках та розвідці різних типів руд. Роль Н.Юшкіна в формуванні основ топомінералогії та можливості цього напряму в мінералогії. Виявлення індикаторних властивостей окремих мінералів для просторових і об’ємних побудов. Значення індекс-мінералів для вивчення порід регіонального метаморфізму.  | **2** |
| **Тема 16. Особливості використання методів досліджень рудних мінералів для технологічних цілей.** Визначення мінеральної форми певних хімічних елементів у рудах різних технологічних типів. Роль фізичних властивостей мінералів (щільність, питома поверхня тощо) для визначення раціональної схеми збагачення руд.  | **2** |
| **Усього годин** | **32** |

**5. Методи контролю і шкала оцінювання**

Поточний контроль знань з курсу "***Сучасні аналітичні та експериментальні методи досліджень в мінералогії****"* викладач здійснює за результатами аудиторного опитування і при виконанні практичних занять. Підсумкова оцінка контролю: ***іспит.***

***Шкала оцінювання:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Кількість балів** | **Екзаменаційна оцінка**  |
| **За шкалою ECTS** | **За національною шкалою** | **За умови виконання навчального плану** |
| **90-100** | **A** | ***відмінно*** |
| **81-89** | **B** | ***дуже добре*** |
| **71-80** | **C** | ***добре*** |
| **61-70** | **D** | ***задовільно*** |
| **51-60** | **E** | ***достатньо*** |

**6. Методичне забезпечення**

1. Електронні варіанти текстів (у форматі MS Word) та презентацій (Power Point) лекцій опрацьовуються аспірантами під час лекцій і практичних занять.

2. Методичні вказівки та завдання для виконання під час практичних занять роботи здійснюються за роздрукованими матеріалами та електронними версіями статей чи книг із періодичних видань (включаючи англійський варіант архіву з журналу **Economic Geology**)

3. Демонстраційні версії комп’ютерних програм Grapher 7.0, Petrograph, Surfer.

**7. Рекомендована література**

***Основна література***

1. Буланова Г. П., Барашков Ю. П., Тальникова С. Б. и др. Природный алмаз - генетические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1993. - 184с.

2. Булах А. Г., Кривовичев В. Г., Золотарев А. А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии. - СПб.: Изд-во СПб ГУ, 1995. - 236с.

3. Верещагин Л.Ф. Синтетические алмазы и гидроэкструзия. - М.:Наука, 1982. - 328с.

4. Гулій В.М. Фізико-хімічні обмеження умов формування і стійкості мінералів // Збірник наукових праць УкрДРГІ. - 2003. - №2. - С. 123 - 129

5. Квасница В.Н., Харькив А.Д., Зинчук Н.Н. Природа алмаза. - Киев: Наукова думка, 1994. - 208с.

6. Лаврова Л.Д., Печников В.А., Плешаков А.М. и др. Новый генетический тип алмазных месторождений. - М.: Научный мир, 1999. - 228с.

7. Лейпунский О.И. Об искусственных алмазах // Успехи химии. - 1939. - Т. VIII. - Вып. 10. - С. 1519 – 1534.

8. Литвин Ю.А. Щелочно-хлоридные компоненты в процессах роста алмаза в условиях мантии и высокобаричного эксперимента // Докл. РАН. - 2003. - Т. 389. - №3. - С. 382-386

9. Перчук Л. Л. Магматизм, метаморфизм и геодинамика. - М.: Наука. 1993. - 190 с.

10. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород. М., Изд-во Логос, 2001.

11. Эшкин В. Ю. Поисковая минералогия и минералогическое картирование. - Л.: Изд-во ЛГИ. 1989. – 215с.

12. Япаскурт О.В. [Стадиальный анализ литогенеза](http://www.geokniga.org/books/7311). - М.: МГУ, 1994. - 142с.

13. Barton M.D., Ilchik R.P., Marikos M.A. Metasomatism // Contact metamorphism. Reviews in Mineralogy. Vol. 26.

14. Dickin A.P. Radiogenic Isotope Geology. Cambridge University Press. The Edinburgh Building, Cambridge, UK. – 2005. - 492p.

15. Yardley W. D. An introduction to metamorphic petrology. - Longman Scientific & Technical, England, 1991. - 248 p.

***Додаткова література***

1. Гаранин В.К. Кудрявцева Г.П., Марфунин А.С. Включения в алмазе и алмазоносные породы. – М.: МГУ, 1991. - 240с.

2. Гулій В.М., Загнітко В.М. До питання про генетичне обґрунтування прогнозних та пошукових критеріїв алмазних родовищ // Проблеми алмазоносності території України. Київ. - 2004. - С. 82 - 91.

3. Bushmin S., Azimov P., Lvov S. Numerical modeling of the metamorphic mineral solubility in hydrothermal solutions at 400-800°C, 1-5 Kbar and various fluid acidity // Mineralogical Collection. - 2004. N 54 (2). - P. 94–116

4. Guliy V., Kril S., ZagnitkoV., Stepanov V., Kuzemko Ya., Bilyk N. Calclitites of the Krosno Zone in the East Carpathians (Ukraine) // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. ГЕОЛОГІЯ. 4(79)/2017. P. 6 – 11

5. Омельянченко Б.И. Околорудные гидротермальные изменения пород. М., 1978.

6. Япаскурт О.В. Предметаморфические изменения осадочных пород в стратисфере. Процессы и факторы. – М.: ГЕОС, 1999.

**8. Інформаційні ресурси**

Використовуються можливості доступу в наукових соціальних сітках: **Research Gate, Academia**

Крім цього:

1. Geokem - Igneous Geochemistry (<http://www.geokem.com/>)
2. GEOROC • A global geochemical database (<http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/Start.asp>)
3. Geochemical Earth Reference Model (GERM) <http://earthref.org/cgi-bin/germ-s0-main.cgi>
4. W.M.White Geochemistry 2006 (<http://www.imwa.info/geochemistry/>)
5. Igneous and Sedimentary Rock Compositional Databases (<http://www.ige.csic.es/sdbp/> )