**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 № \_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.)

В. о. завідувача кафедри мінералогії, петрографії і геохімії

доц. Скакун Л. З.

**Силабус з навчальної дисципліни**

**«Метаморфізм»,**

**що викладається в межах другого (магістерського) освітньо-наукового рівня вищої освіти для здобувачів**

**зі спеціальності 103 Науки про Землю**

**Львів 2020 р.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва дисципліни** | **Метаморфізм** |
| **Адреса викладання дисципліни** | Львів, вул. Грушевського, 4 |
| **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  **Спеціалізація** Геохімія і мінералогія |
| **Викладачі курсу** | **Костюк Олександр Володимирович.** кандидат геологічних наук,  доцент кафедри мінералогії, петрографії і геохімії  **Білик Наталія Теодорівна,** асистент кафедри мінералогії і геохімії |
| **Контактна інформація викладачів** | Костюк О.В. е-mail: oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua  Сторінка викладача на Веб-сайті геологічного факультету: <https://geology.lnu.edu.ua/employee/kostyuk-oleksandr-volodymyrovych>  Білик Н.Т. e-mail: [nataliya.bilyk@lnu.edu.ua](mailto:nataliya.bilyk@lnu.edu.ua)  Сторінка викладача на Веб-сайті геологічного факультету:  <https://geology.lnu.edu.ua/employee/bilyk-nataliya-teodorivna> |
| **Консультації по курсу відбуваються** | Консультації по курсу відбуваються в день проведення лекцій (на кафедрі, ауд. 228). Також можливі он-лайн консультації через Skype або подібні ресурси. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити. |
| **Сторінка курсу** |  |
| **Інформація про курс** | “Метаморфізм” - окремий розділ фундаментальної науки “Петрографія кристалічних порід”, який поглиблює і деталізує вивчення земної кори. Курс розроблено таким чином, щоб надати студентам необхідні теоретичні знання щодо мінерального складу гірських метаморфічних порід, деталей їх будови (структури, текстури), характеру і ступеню вторинних змін, особливостей їх хімічного складу, а також практичних навиків для визначення метаморфічних гірських порід мікро- і макроскопічно. |
| **Коротка анотація дисципліни** | Дисципліна «**Метаморфізм**» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 103 Науки про Землю, за спеціалізацією 8.04010306 Геохімія і мінералогія, яка викладається в **ІІ** семестрі в обсязі **3,0** кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| **Мета та цілі дисципліни** | *Метою навчальної дисципліни “Метаморфізм”* є всебічне вивчення гірської породи - їх мінералогічний та хімічний склад, їх внутрішню будову, відношення до навколишніх частин земної кори та процеси їх утворення  *Завдання курсу:* розвинути у студентіва логіку петрографічного мислення - походження метаморфічних порід в земній корі та їх співвідношення з тектонічними процесами; розуміти походження метаморфічних порід з точки зору фізико-хімічних процесів в земній корі, які сприяють виникненню таких порід та їх різноманіття; надати теоретичні основи вивчення метаморфічних порід. |
| **Література для вивчення дисципліни** | 1. Гольдшмидт В.М. Законы ассоциации минералов с точки зрения правил фаз / В.М.Гольдшмидт // Основные идеи геохимии. Пер. с нем. В.В.Щербины. Госхимтехиздат, 1933.- С. 250-310. 2. Добрецов Н.Л., Соболев В.С., ушакова Е.Н. Теоретические основы метаморфизма. НГУ: Новосибирск, 1974 3. Елисеев Н.А. Метаморфизм. М.: Недра, 1963. 4. Емельяненко П.Ф., Яковлева Е.Б. Петрография магматических и метаморфических пород.- М.: МГУ, 1985. - 278 с. 5. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии.- М.: МГУ, 1975 6. Заварицкий А.Н., Соболев В.С. Физико-химические основы петрографии изверженных горных пород.- М.: Госгеолтехиздат, 1961 7. Коржинский Д.С. Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. М.: АН СССР, 1957 8. Логвиненко В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. М.: Недра, 1974 9. Маракушев А. и др. Петрография. М.: МГУ, ч. ІІ, 1981 10. Маракушев А.А. Проблемы минеральных фаций метаморфических и метасоматических горных пород.- М.: Наука, 1965. 140 с. 11. Молявко В.Г., Павлов Г.Г. Петрографія магматичних гірських порід.- К.: Київський ун-т, 2002.- 210 с. 12. Перчук Л.Л. Термодинамический режим глубинного петрогенеза. м.: Наука, 1973 13. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород / Ред. В.С.Попов, О.А.Богатиков. м.: Логос, 2001.- 763 с. 14. Половинкина Ю.Ир. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. М.: Недра, ч. II, т. 1, 1966 15. Рингвуд А.Э. Состав и петрология мантии Земли. М.: Недра, 1981.- 584 с. 16. Свєшніков К.І., Побережська І.В., дорошенко Ю.П. Магматичні породи та породні сполучення. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 426 с. 17. Файф У., Тернер Ф., Ферхуген Дж. Метаморфические реакции и метаморфические фации.- М.: МГУ, 1962.- 320 с. 18. Фации регионального метаморфизма (под ред В.С.Соболева). М.: Недра, 1970   ***Інформаційні ресурси***   1. Geokem - lgneous 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-s()-main.cgi) 4. W.M.White Geochemistry 2006 (<http://imwa.info/geochemistry/>) 5. lgneous and Sedimentary Rock Compositional Databases (http://   www.ige.csic.es/sdbp/) |
| **Обсяг курсу** | **Загальна кількість годин - 90.** З них:  аудиторних годин - 48:  лекцій - 32  лабораторні - 16  самостійна робота - 42 |
| **Очікувані результати навчання** | В результаті вивчення даної дисципліни студент повинен:   * **знати** систематику метаморфічних порід; * **вміти** визначати метаморфічні гірські породи макроскопічно; * **описувати** мінеральний склад та структурні особливості метаморфічних гірських порід за допомогою мікроскопічного методу |
| **Ключові слова** | Метаморфізм, метаморфічні породи, температура, тиск, летючі компоненти, інертні і мобільні компоненти, типи метаморфізму, фації метаморфізму |
| **Формат курсу** | Очний  Очна форма навчання передбачає постійний особистий контакт науково-педагогічного працівника і студента, що забезпечує надбання глибоких системних знань, стійких умінь. Студенти денної форми навчання зобов'язані відвідувати навчальні заняття згідно з розкладом та своєчасно виконувати навчальні завдання згідно з робочою програмою |
|  | Проведення лекцій, лабораторних занять, консультацій для кращого розуміння тем |
| **Теми** | Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ “МЕТАМОРФІЗМ” |
| **Підсумковий контроль, форма** | Залік в кінці семестру  комбiнований |
| **Пререквізити** | Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з хімії, фізики, мінералогії, петрографії, геохімії достатніх для розуміння джерел інформації |
| **Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу** | Проведення лекцій з використанням мультимедійного забезпечення.  Проведення лабораторних занять та виконання індивідуальних завдань, що видаються для самостійної роботи |
| **Необхідне обладнання** | Взірці та шліфи метаморфічних порід, поляризаційний мікроскоп таблиці, малюнки, карти, графіки, діаграми, мультимедійне обладнання |
| **Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)** | Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:  • поточне опитування: максимальна кількість балів 80  • виконання самостійної роботи: максимальна кількість балів 20  Підсумкова максимальна кількість балів 100.  *Академічна доброчесність.* Списування, втручання в роботу інших студентів, відсутність посилань на використані джерела при написанні рефератів - приклади можливої академічної недоброчесності  *Відвідування занять* є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття.  *Література.* 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.  *Політика виставлення балів.* Враховуються бали набрані на поточному опитуванні і самостійній роботі. |
| **Питання до заліку чи екзамену.** | Перелік теоретичних питань з курсу:   1. Процеси утворення порід цеолітової фації регіонального метаморфізму 2. Процеси утворення порід преніт-пумпулеїтової фації регіонального метаморфізму 3. Процеси утворення порід фації зелених сланців 4. Процеси утворення порід епідот-амфіболітової фації регіонального метаморфізму 5. Процеси утворення порід амфіболітової фації регіонального метаморфізму 6. Процеси утворення порід гранулітової фації регіонального метаморфізму 7. Процеси утворення порід глаукофанових (голубих) сланців 8. Процеси утворення порід еклогітової фації регіонального метаморфізму 9. Процеси утворення порід фації епідот-альбітитових роговиків контактового метаморфізму 10. Процеси утворення порід фації роговообманкових роговиків 11. Процеси утворення порід фації піроксенових роговиків контактового метаморфізму 12. Процеси утворення порід санідінітової фації контактового метаморфізму 13. Катаклазитоутворення і меланж 14. Процеси утворення тектонітів 15. Процеси імпактного метаморфізму 16. Дифузійний і інфільтраційний метасоматоз 17. Процеси автометасоматозу (альбітизація в гранітах, серпентинізація в дунітах) 18. Приконтактове вилуговування у контактовому метасоматозі 19. Скарноутворення у контактовому метасоматозі 20. Процеси лужного метасоматозу (цеолітизація, спілітоутворення) 21. Процеси вапнякового (кальцієвого) метасоматозу 22. Процеси залізо-магнезіально-силікатного метасоматозу 23. Процеси вуглекислотного метасоматозу 24. Процеси кислотного метасоматозу 25. Метасоматичні процеси утворення боросилікатів 26. Метасоматичні процеси утворення кварцово-мусковіто-топазових порід. Грейзеноутворення 27. Пневматолітові процеси 28. Каолінітизація і серицитизація у метаморфічних породах 29. Процеси утворення середьо-низькотемпературних метасоматитів пізньої лужної стадії (пропіліти, березити, ліственіти, ейсити, гумбеїти) 30. Процеси утворення постмагматичних метасоматитів лужної стадії (ураліто-, мірмекітоутворення, амфіболітизація, біотитизація) 31. Процеси утворення постмагматичних метасоматитів кислотного вилуговування (грейзени, вторинні квакрцити) 32. Метасоматичні процеси у зонах колорудних змін 33. Флюїдоутворення |
| **Опитування** | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Шкала оцінювання знань та вмінь студентів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оцінка ECTS** | **Оцінка в балах** | **Оцінка за національною шкалою** |
| А | 90-100 | Зараховано |
| В | 81-89 | Зараховано |
| С | 71-80 | Зараховано |
| D | 61-70 | Зараховано |
| Е | 51-60 | Зараховано |

Схема курсу “Метаморфізм”

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тиждень** | **Тема, короткі тези** | **Форма занять** | **К-ть** **годин** |
| 1,2 | **Тема 1.** **Розвиток вчення про метаморфізм.** Головні проблемі вивчення метаморфічних процесів. Поняття метаморфізм та метаморфічні гірські породи. Значення метаморфічних порід в будові земної кори. Фактори метаморфізму: температура, тиск, розчини та леткі речовини. Типи метаморфізму. Класифікація метаморфічних порід. Структури і текстури метаморфічних порід. Практичне значення метаморфічних порід. | лекція | 4 |
| 3,4 | **Тема 2. Головні поняття термодинаміки щодо ендогенних процесів:**   1. **1)** Поняття системи ізольованої, закритої, відкритої фази, компонента, екстенсивних (маса, об'єм, ентропія) і інтенсивних (температура, тиск, концентрація, хімічний потенціал, питома вага) параметрів систем, поняття рівноваги та прирощення енергії в системі, стабільний та метастабільний стан геологічних систем. Принцип Ле-Шательє. Вплив температури та тиску на ендогенні процеси, роль газової фази в закритих та відкритих системах. Шляхи встановлення рівноваги в геологічних системах - поліморфні перетворення, обмінні реакції, ізоморфізм, перекристалізація. | леція | 4 |
| 5, 6 | **Тема 3. 2)** Швидкість протікання реакцій, енергія активації реакції. Правило фаз Гольдшмидта, фактори стану системи, інертні та рухомі компоненти, ряди відносної рухливості компонентів за Коржинським. Поняття локальної рівноваги в системі (врівноважені системи). Типи діаграм при фізико-хімічних дослідженнях. | лекція | 4 |
| 7, 8 | **Тема 4. Дослідження мінеральних парагенезисів в метаморфічних породах.** Правило фаз Гіббса щодо метаморфічних утворень (система андалузит-силіманіт- дистен). Правило фаз за Коржинським щодо метасоматичних утворень. Питання кінетики метаморфічних процесів | лекція | 4 |
| 9, 10 | **Тема 5. Теоретичні положення парагенетичного аналізу.** Лінійні та трикутні барицентричні діаграми “склад-парагенезис”. Мінеральні парагенезиси в метаморфізованих карбонатних породах, типи роговиків за Гольдшмідтом. Розрахунок мінеральних парагенезисів в системах з одним інертним компонентом (система “магнетит-пірит-піротин” для мінералів заліза), з двома інертними компонентами (система “альбіт-калішпат- кварц-мусковіт” для грейзенізованих порід), з трьома інертними компонентами (система “доломіт-шпінель- нефелін-флогопіт-олівін” на прикладі метасоматитів по доломітах, за Коржинським) | лекція | 4 |
| 11, 12 | **Тема 6. Роль летючих компонентів при метаморфічних процесах**. Роль води, вуглекислоти, тиск флюїдної фази, реакції гідратації-дегідратації, карбонатизації-декарбонатизації, спільна дія водно- вуглекислого флюїду. Окисно-відновні реакції. Системи “кальцит-кварц-воластоніт”, “кальцит-тальк-доломіт”, “гранат-магнетит-гематит”. Явища серпентинізації в умовах метаморфізму та метасоматозу, парагенезиси мінералів кальцію в залежності від тиску летючих компонентів. | лекція | 4 |
| 13, 14 | **Тема 7. Геологічні дослідження метаморфічних утворень.** Проблеми і методи досліджень метаморфічних порід в польових умовах - картування за ізографами, методи реконструкції та поліфаціальні метаморфічні комплекси, методи досліджень ультраметаморфічних утворень | лекція | 4 |
| 15, 16 | **Тема 8. Методи визначення температур метаморфічних процесів** - дослідження газово-рідких включень в мінералах, вивчення розподілу розсіяних елементів між співіснуючими мінералами, дослідження температур розпаду твердих розчинів в піроксенах | лекція | 4 |
|  | Всього |  | 32 |
| 1 | **Тема 1.** Геологічні особливості районів прояву метаморфізму. Аналіз геологічних карт і розрізів | лабораторні | 2 |
| 3 | **Тема 2.** Основні фактори метаморфізму. Роль температури, тиску і флюїдів в різних геолого-структурних обстановках. | лабораторні | 2 |
| 5 | **Тема 3.** Поняття про структури і текстури в породах різних типів метаморфізму | лабораторні | 2 |
| 7 | **Тема 4.** Поняття про інертні і мобільні компоненти. Існуючі схеми відтворення первинного походження метаморфічних порід | лабораторні | 2 |
| 9 | **Тема 5.** Аналіз діаграм Р і Т для різних фацій метаморфізму | лабораторні | 2 |
| 11 | **Тема 6.** Мінеральні парагенезиси в областях низьких та високих тисків | лабораторні | 2 |
| 13 | **Тема 7.** Зв'язок метаморфізму і рудоутворення | лабораторні | 2 |
| 15 | **Тема 8.** Сучасні методи вивчення процесів метаморфізму | лабораторні | 2 |
|  | Всього |  | 16 |
| 2 | Хімічний склад метаморфічних гірських порід, хімічні рівноваги в метаморфічних процесах | самостійна  робота | 2 |
| 2 | Мінералогічний склад метаморфічних гірських порід | самостійна  робота | 2 |
| 4 | Вплив різних факторів метаморфізму на деформацію гірських порід і мінералів | самостійна  робота | 2 |
| 4 | Пружні і пластичні деформації метаморфічних гірських порід | самостійна  робота | 2 |
| 6 | Структури і текстури метаморфічних порід | самостійна  робота | 2 |
| 6 | Термодинамічні принципи у вченні про метаморфізм | самостійна  робота | 2 |
| 7 | Діаграми рівноваги метаморфічних мінералів | самостійна  робота | 2 |
| 8 | Породи катакластичного метаморфізму | самостійна  робота | 2 |
| 8 | Породи термального метаморфізму і їх різновиди | самостійна  робота | 2 |
| 9 | Породи динамотермального метаморфізму і їх різновиди | самостійна  робота | 2 |
| 9 | Послідовні зони регіонального метаморфізму пелітових порід | самостійна  робота | 2 |
| 10 | Мінеральний склад кристалічних сланців, гнейсів, амфіболів, гранулітів високих ступенів метаморфізму | самостійна  робота | 2 |
| 10 | Зміни первинних мінералів магматичних гірських порід при автометаморфізмі | самостійна  робота | 2 |
| 11 | Розділення метаморфічних порід, які виникли при регіональному метаморфізмі на основі метаморфічних фацій | самостійна  робота | 4 |
| 12 | Роль летючих компонентів в метаморфічних процесах | самостійна  робота | 2 |
| 12 | Хімічна кінетика метаморфічних процесів | самостійна  робота | 2 |
| 14 | Методики вивчення метаморфічних порід у зв'язку із завданнями пошуків та металогенії | самостійна  робота | 2 |
| 14 | Зв'язок рудних родовищ з процесами метаморфізму | самостійна  робота | 2 |
| 16 | Петрохімічні діаграми для встановлення первинного складу метаморфічних гірських порід | самостійна  робота | 4 |
|  | Всього годин |  | 42 |