

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

Затверджено

На засіданні кафедри мінералогії, геохімії
і петрографії
геологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 15 вересня 2021 р.)

Завідувач кафедри

_____ доцент Л.З. Скакун

Силабус з навчальної дисципліни
«Методи мінералогічних досліджень»,
що викладається в межах ОПШ 103 Науки про Землю
бакалаврського рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності
Геологія

Львів 2021 р.

Назва дисципліни	Методи мінералогічних досліджень
Адреса викладання дисципліни	Аудиторія 218, вул. Грушевського, 4, Львів, Львівська область, 79005.
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Геологічний факультет, кафедра мінералогії, геохімії і петрографії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 – Природничі науки, 103 Науки про Землю
Викладачі дисципліни	Словотенко Надія Олександрівна, канд. геол. наук, доцент
Контактна інформація викладачів	Е-mail: nadiya.slovotenko@lnu.edu.ua Сторінка викладача на Веб-сайті геологічного факультету: https://geology.lnu.edu.ua/employee/slovotenko-nadiya-oleksandrivna
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних. Адреса: аудиторія 219, вул. Грушевського, 4, Львів, Львівська область, 79005.
Сторінка курсу	http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=2988
Інформація про дисципліну	У студентській практиці, для того щоб навчитися простими методами визначати поширені в земній корі мінерали, доводиться мати справу з більш-менш великими кристалами або ж з однорідними мінеральними масами. Для цієї мети зазвичай користуються зовнішніми діагностичними ознаками досліджуваних мінералів. Багато з мінералів, особливо ті, які можуть містити цінні для промисловості метали, вимагають додаткових досліджень. Ті мінерали, які більш рідко зустрічаються або важко визначаються простими методами, які виявляються при систематичних мінералогічних дослідженнях, можуть бути достовірно визначені лише за умови застосування більш досконалих методик. Необхідність цих детальних досліджень з'являється у всіх випадках, коли виникає потреба більш повно пізнати склад природних сполук: 1) при петрографічній вивченні гірських порід, необхідному для складання геологічних карт; 2) при освоєнні будь-якого нового родовища, в зв'язку з чим ставиться завдання всебічного вивчення речового складу руд з метою вирішення питань про комплексне використання всіх компонентів сировини; 3) при спеціальних дослідженнях в районах, особливо цікавих в мінералогічному відношенні; 4) при вирішенні питань геохімії, що вимагають поглиблених досліджень мінеральної речовини
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Методи мінералогічних досліджень» є нормативною дисципліною з спеціалізації «Геологія» для освітньої програми бакалавр, яка викладається в п'ятому семестрі в обсязі 4.5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Формування розуміння, що дозволяє розглядати мінерали та інші природні тіла з позицій характеристики їх мінливого хімічного складу і структурних особливостей; вироблення розуміння взаємозв'язку фізико-хімічних параметрів мінеральних об'єктів з реальною геолого-геохімічною обстановкою процесів мінералоутворення; розвиток уявлень про сучасні методи вивчення речовини і комплексного планування кількісних мінералогічних досліджень для різних цілей; навчання студентів вибору раціонального комплексу мінералогічних досліджень; проведення інтерпретації отриманих лабораторних даних
Література для	Основна література:

**вивчення
дисципліни**

1. Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.
2. Applied mineralogy in the mining industry / William Petruk.– 1st ed. – Ottawa: Elsevier, 2000. – 287 p.

Додаткова література:

1. Гинзбург А.И. Методы минералогических исследований. М.: Недра, 1985. – 480 с.
2. Современные методы исследования минералов, горных пород и руд. / Учебное пособие. СПб.: Издво СПГГИ, 1997.

Додаткова література:

1. Бергер Г.С., Ефимова Е.А. Методы выделения минеральных фракций. М.: Госгеолтехиздат, 1963.
2. Бергер М.Г. Терригенная минералогия. М.: Недра, 1986. 227 с.
3. Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Формулы минералов. Термодинамический анализ в минералогии и геохимии: Практическое руководство и справочник. СПб: Изд-во СПбГУ, 1995. 260 с.
4. Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геолого-разведочных работ. М.: Недра, 1981. 237 с.
5. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П. Применение электронно-зондовых приборов для изучения минерального вещества. М.: Недра, 1983.
6. Глазов А.И. Методы морфометрии кристаллов. Л.: Недра, 1981.
7. Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология. М.: Недра, 1984.
8. Изойтко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб: Наука, 1997. 577 с.
9. Кельнер Р., Мерме Ж.-М., Отто М. и др. Аналитическая химия: Проблемы и подходы: Пер. с англ. М.: Мир, 2004. 728 с.
10. Лукич Л.И., Чернышев В.Ф., Кушнарев И.Л. Микроструктурный анализ. М.: 1965.
11. Марфунин А.С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах. М.: Недра, 1984.
12. Методы минералогических исследований. Справочник. М.: Недра, 1985.
13. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. М.: Госгеолтехиздат, 1963.
14. Осовецкий Б.М. Падение минералов в тяжелых жидкостях (новые методы исследования). Иркутск: изд-во Иркут. ун-та, 1992.
15. Платонов А.Н. Природа окраски минералов. Киев: Наукова думка, 1976. Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. М.: Недра, 1984.
16. Руководство по рентгеновскому исследованию минералов. Под редакцией В.А. ФранкКаменецкого. Л.: Недра, 1975.
17. Саранчина Г.М., Кожевников В.Н. Федоровский метод. Л., 1985.
18. Соболев Р.Н. Методы оптического исследования минералов. М.: Недра, 1990.
19. Современные методы исследования минералов, горных пород и руд: Учеб. пособие / Под ред. В.В.Гавриленко. Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1997. 137 с.
20. Специальные методы исследования минералов и горных пород. (Методические указания к практическим работам: Учебные таблицы для определения минералов иммерсионным методом. Л.: Изд. ЛГИ, 1984.

	<p>20. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследований: Справочник / Под ред П.Е.Остапенко. М.: Недра, 1990. 264 с.</p> <p>21. Физические и физико-химические методы анализа при геохимических исследованиях. Л.: Недра, 1986. / М-во геологии СССР. Всесоюз. Науч.-исслед.геол.ин-т. Труды, Новая серия, т.338.</p> <p>22. Allègre C.J. Isotope geology. Cambridge. University Press, 2008. – 512 р.</p> <p>Додаються також інтернет-джерела.</p> <p>https://en.wikipedia.org/wiki/Inductively_coupled_plasma_mass_spectrometry https://en.wikipedia.org/wiki/Sensitive_high-resolution_ion_microprobe http://rses.anu.edu.au/research/facilities/sensitive-high-resolution-ion-microprobe-shrimp https://science.anu.edu.au/research/field-sites-facilities/sensitive-high-resolution-ion-microprobe-shrimp</p>
Обсяг курсу	48 годин аудиторних занять. З них 32 годин лекцій, 16 годин лабораторних робіт/практичних занять та 40 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати теоретичні основи методів і поширені методики вивчення речовини; апаратне забезпечення точних мінералогічних досліджень; методику виділення мінеральних концентратів і сепарації мінералів принципи роботи аналітичної апаратури і можливості сучасних методів аналізу речового складу мінералів, гірських порід і руд; способи визначення оптичних, фізичних хімічних властивостей рудних мінералів, методику діагностики рудних мінералів по сукупності властивостей.</p> <p>Вміти вибирати раціональний комплекс досліджень, стосовно завдань точної діагностики мінеральних фаз, їхнього хімічного складу і структурного стану, оцінки умов утворення; оцінити природу ефектів, зафіксованих в експерименті; знаходити довідкові дані, що дозволяють інтерпретувати результати експерименту; використовувати експериментальні дані при вирішенні поставленого завдання.</p>
Ключові слова	Методи мінералогії, діагностика,
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій з використанням мультимедійного забезпечення, проведення практичних робіт та консультації для кращого розуміння тем курсу
Теми	Наведено в таблиці нижче
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін: загальна геологія, мінералогія достатніх для сприйняття категоріального апарату геохімії ізотопів
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p>Лекційна форма навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведення лекцій з використання мультимедійного забезпечення; - дискусія, бесіда, ілюстрація, демонстрація. <p>Практичне/семінарське заняття:</p> <ul style="list-style-type: none"> - доповідь, відповідь, обговорення; - розв'язок задач; - презентація результатів дослідження з використання мультимедійного забезпечення.
Необхідне обладнання	Із урахуванням особливостей навчальної дисципліни. Вивчення курсу може не потребувати використання програмного забезпечення, крім

<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>загальнонавчаних програм і операційних систем.</p> <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • практичні/самостійні роботи : 25% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 25; • контрольні заміри (модулі): 25% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 25; • іспит/залік: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (есе, вирішення кейсу).</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>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 також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до іспиту</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мінералогічне опробування 2. Методи розкриття мінералів. Гранулометричний аналіз 3. Метод гравітаційної сепарації мінералів 4. Метод магнітної сепарації мінералів 5. Розділення мінералів за електропровідністю 6. Флотаційний метод 7. Пікнометричний метод 8. Полум'яна фотометрія 9. Рентгеноструктурний аналіз 10. Рентгеновські методи дослідження мінералів (метод Лауе, метод Дебая-Шеррера) 11. Рентгенофлуоресцентна спектроскопія

	12. Індукована протонами рентгенівська емісія 13. Індукована іонами резерфордівська емісія вторинних електронів 14. Індуковане іонами γ -випромінювання 15. Електронно-зондовий рентгеноспектральний мікроаналіз 16. Скануюча електронна мікроскопія 17. Просвічу вальна (трансмісійна) електронна мікроскопія 18. Атомно-силовий мікроскоп 19. Нейтронно-активаційний аналіз 20. Ядерний магнітний резонанс 21. Оптична спектроскопія 22. Катодолюмінесцентна спектроскопія 23. Атомно-емісійна спектроскопія 24. Атомно-абсорбційна спектроскопія 25. Оже-спектроскопія 26. Вторинно-іонна масспектрометрія 27. Масспектральний аналіз (масспектрометрія) 28. Електронний парамагнітний резонанс 29. Інфрачервона мікроскопія 30. Раманівська спектроскопія 31. Індуктивно-зв'язана плазма в мас-спектроскопії (ICP MS) 32. Прецизійний вторинно-іонний мікрозонд високої роздільної здатності (SHRIMP)
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література.*** Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1.	Завдання мінералогічних досліджень і тенденції їхнього розвитку	Лекція	Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геолого-разведочных работ. М.: Недра, 1981. 237 с.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
2.	Мінералогічний аналіз. Мінералогічне опробування. Шліхові проби. Рудні концентрати.	Лекція	Бергер Г.С., Ефимова Е.А. Методы выделения минеральных фракций. М.: Госгеолтехиздат, 1963. Булах А.Г. Графика кристаллов. М.: Недра, 1971.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
3.	Ознайомлення з методами мінералогічного опробування та методами розкриття мінералів. Методи фракціонування шліхів і протолочних проб. Методи	Практичне заняття	Бергер М.Г. Терригенная минералогия. М.: Недра, 1986. 227 с. Бергер Г.С., Ефимова Е.А. Методы выделения минеральных фракций. М.: Госгеолтехиздат, 1963.		

	сепарації мінералів. Розділення мінералів у важких рідинах.				
4.	Методи розкриття мінералів. Методи фракціонування. Гранулометричний аналіз.	Лекція		Контрольні питання до лекції	Один тиждень
5.	Магнітні, електромагнітні, гравітаційні методи сепарації мінералів.	Лекція		Контрольні питання до лекції	Один тиждень
6.	Попередня діагностика мінералів. Діагностика мінералів під бінокулярним мікроскопом.	Практичне заняття			
7.	Попередня діагностика мінералів. Діагностика мінералів під бінокулярним мікроскопом	Лекція		Контрольні питання до лекції	Один тиждень
8.	Теоретичні основи рентгеноструктурного аналізу.	Лекція	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
9.	Діагностика мінералів під мікроскопом. Магнітна, електромагнітна та неелектромагнітна фракції.	Практичне заняття	Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геолого-разведочных работ. М.: Недра, 1981. 237 с.		
10.	Рентгенівські методи дослідження мінералів.	Лекція	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
11.	Можливості рентгеноструктурного аналізу в мінералогії.	Лекція	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
12.	Ознайомлення з апаратурою та методикою проведення рентгеноструктурного аналізу.	Практичне заняття	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.		
13.	Рентгенометрія глинистих мінералів.	Лекція	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С.,	Контрольні питання до лекції	Один тиждень

			Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.		
14.	Електронний рентгеноспектральний мікроаналіз.	Лекція	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
15.	Діагностика мінералів за дифрактограмами.	Практичне заняття	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.		
16.	Отримання растрових зображень. Інтерпретація результатів мікроаналізу.	Лекція		Контрольні питання до лекції	Один тиждень
17.	Сучасна просвічуюча та растрова електронна мікроскопія.	Лекція	https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_electron_microscope http://virtual.itg.uiuc.edu/training/EM_tutorial/	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
18.	Ознайомлення з апаратурою і методикою проведення електронно-зондового мікроаналізу. Інтерпретація даних	Практичне заняття	https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_electron_microscope https://www.nanoscience.com/techniques/scanning-electron-microscopy/		
19.	Термічний аналіз мінералів. Інтерпретація термограм.	Лекція	Бекеша С. Методи мінералогічних досліджень: Текст лекцій / Бекеша С., Сливко Є., Білик Н. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 192 с.	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
20.	Оптична спектроскопія мінералів. Інтерпретація оптичних спектрів поглинання.	Лекція	https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet%20%93visible_spectroscopy	Контрольні питання до лекції	Один тиждень
21.	Люмінесценція мінералів. Природа люмінесценції, види.	Практичне заняття	Методы минералогических исследований. Справочник. М.: Недра, 1985.		
22.	Знімання спектрів люмінесценції. Використання люмінесценції при дослідженні та переробці мінеральної сировини.	Лекція		Контрольні питання до лекції	Один тиждень
23.	Індуктивно-зв'язана	Лекція	https://en.wikipedia.org/wiki/Inductiv	Контрольні	Один

	плазма в мас-спектроскопії (ICP MS) Прецизійний вторинно-іонний мікрозонд високої роздільної здатності (SHRIMP)		ely_coupled_plasma_mass_spectrometry https://www.thermofisher.com/ua/en/home/industrial/spectroscopy-elemental-isotope-analysis/spectroscopy-elemental-isotope-analysis-learning-center/trace-elemental-analysis-tea-information/inductively-coupled-plasma-mass-spectrometry-icp-ms-information.html	питання до лекції	тиждень
24.	Ознайомлення з апаратурою та методикою проведення люмінесцентних та оптико-спектроскопічних досліджень. Інтерпретація спектрів люмінесценції та оптичних спектрів поглинання мінералів.	Практичне заняття			