

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

«Основи геохімії»,

**що викладається в межах ОПП “Геологія. Комп’ютерні технології в науках
про Землю”**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 103 Науки про Землю**

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Основи геохімії
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	Словотенко Надія Олександрівна , доцент кафедри мінералогії, петрографії і геохімії, кандидат геологічних наук
Контактна інформація викладачів	nadiya.slovotenko@lnu.edu.ua https://geology.lnu.edu.ua/employee/slovotenko-nadiya-oleksandrivna
Консультації по курсу відбуваються	Консультації по курсу відбуваються в день проведення лекцій/лабораторних занять (на кафедрі, ауд. 219). Також можливі онлайн консультації через Telegram, Zoom, Teams або подібні ресурси. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
Сторінка курсу	
Інформація про курс	Дисципліна « Основи геохімії » є нормативною дисципліною зі спеціальності 103 Науки про Землю для ОПП “Геологія. Комп’ютерні технології в науках про Землю”, яка викладається в VII семестрі в обсязі 3,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна « Основи геохімії » є фундаментальною дисципліною, що узагальнює знання мінералого-петрологічного циклу і є необхідною для розуміння всіх подальших предметів, що викладаються у геологічному циклі. Предметом навчальної дисципліни є геохімічна система, що охоплює мантію, літосферу, гідросферу та атмосферу, функціонування якої проявляється в процесах фракціонування хімічних елементів та ізотопів між фазами такої системи. Важливою складовою є виклад основ термодинаміки, кінетики та перенесення речовини в геохімічних системах. систематики мінералів. Курс складається з двох частин - лекційної і лабораторної. На лекціях даються теоретичні основи геохімії. На лабораторних заняттях розглядаються методики аналізу геохімічних даних, формулювання та обчислення геохімічних моделей (статистичних та фізико-хімічних), алгоритми використання набутих знань для побудови геологічних реконструкційних моделей.
Мета та цілі дисципліни	<i>Метою навчальної дисципліни "Основи геохімії" є надання студентам можливості набути знання в області геохімії як науки про закономірності хімічних перетворень речовини земної кори та Землі в цілому, закономірності міграції, розсіяння і концентрування хімічних елементів в різних природних процесах.</i> <i>Завдання курсу є</i> <ul style="list-style-type: none"> - ознайомити студентів з сучасними даними про розподіл, чинники міграції і накопичення хімічних елементів в літосфері, гідросфері, атмосфері і біосфері, - розвинути у студентів логіку геохімічного мислення, - прищепити основи знань про поведінку окремих хімічних елементів і їх ізотопів в ендегенних і екзогенних геологічних процесах, - дати навички застосування методів системного геохімічного аналізу природних об'єктів і процесів.
Література для	Основна література:

<p>вивчення дисципліни</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сливко М.М. Вступні лекції до курсу “Геохімія”. Львів, 1966. 2. Albarède F. Geochemistry. An introduction. Cambridge University Press, 2009. – 342 p. 3. Current Research in Geochemistry. Clarke J. (Editor) Murphy & Moore Publishing, 2022. – 247 p. 4. Geochemistry: Principles and Applications. Jensen K. (Editor). Murphy & Moore Publishing, 2022. - 254 p. 5. Treatise on Geochemistry. 1st Edition. Turekian K.K., H.D. Holland (Editors). Elsevier Science, 2003. – 7800 p. 6. Walther J.V. Essentials of Geochemistry, 2005. 7. White W.M. Geochemistry, 2nd Edition. Wiley-Blackwell, 2020. – 960 p. <p><i>Додаткова:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Fairbridge, R.W. History of geochemistry. In: Geochemistry. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Dordrecht, 1998. 9. Shikazono N. Environmental and Resources Geochemistry of Earth System. Springer, 2010. 10. Clark I. Groundwater Geochemistry and Isotopes. CRC Press, 2015. 11. Geochemical Modeling of Groundwater, Vadose and Geothermal Systems. Taylor & Francis, 2017. – 334 p. 12. Min Zhao, Feng Yin, Jiang Xiao Hydrogeochemistry and Formation of Low Temperature Geothermal Waters in South Hunan, China / Geochemistry International. - Vol. 60, Issue 7– 2023. – Vol. 61. – P. 1382-1393. 13. Richardson, S. M. and H. Y. McSween. Geochemistry: Pathways and Processes. New York: Prentice Hall. 1988. 14. Skublov S.G., Berezin A.V., Salimgaraeva L.I. Eclogites of the Belomorian Mobile Belt: Geological-Petrological and Isotope-Geochemical Age Criteria / Geochemistry International. – Vol. 60, Issue 7 – 2022. – P. 626-640. 15. Thermodynamics of Geothermal Fluids (Reviews in Mineralogy & Geochemistry, 76). Stefánsson A., Driesner T., Bénézech P. (Editors). Walter de Gruyter, 2018. – 360 p. 16. Zhang, Youxue Geochemical kinetics, 2008 8. Anderson Greg M., Crerar David A. Thermodynamics in geochemistry, 1993. <p><i>Інформаційні ресурси:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geokem - Igneous Geochemistry (http://www.geokem.com/) 2. GEOROC • A global geochemical database (http://georoc.mpchmainz.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/) <p><i>Методичне забезпечення:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Базові конспекти лекцій 2. Лекції на електронних носіях 3. Матеріали для самостійного вивчення на електронних носіях
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Загальна кількість годин - 105. З них:</p> <p>аудиторних годин - 64:</p> <p>лекцій - 32</p> <p>лабораторні - 32</p> <p>самостійна робота – 41</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>В результаті проходження курсу студент повинен <i>знати</i> основні закономірності розподілу і поведінки хімічних елементів в магматичних, метаморфічних і гідротермально-метасоматичних процесах, при осадконагромадженні, в континентальних і морських водах, в атмосферному повітрі, в живій речовині нашої планети</p>

	<p>вміти грамотно аналізувати шляхи міграції і умови концентрації хімічних елементів в різних ендегенних і екзогенних процесах, пояснювати причини виникнення асоціацій хімічних елементів в природних об'єктах, мати уявлення про фізико-хімічні фактори, що контролюють геохімічні процеси, динаміку геохімічних потоків та резервуарів, сучасні напрямки розвитку геохімії та її практичного використання в геології та охороні довкілля.</p> <p>Загальні компетентності</p> <p>ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності</p> <p>ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>Спеціальні (фахові) компетентності</p> <p>ФК3. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.</p> <p>ФК6. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.</p> <p>ФК8. Здатність самостійно досліджувати природні матеріали (у відповідності до спеціалізації) в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і звітувати про результати.</p> <p>ФК10. Здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти у геосферах, їх властивості та притаманні їм процеси.</p> <p>Програмні результати навчання</p> <p>ПР01. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю.</p> <p>ПР05. Вміти проводити польові та лабораторні дослідження.</p> <p>ПР06. Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.</p> <p>ПР09. Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу</p> <p>ПР10. Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.</p> <p>ПР11. Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.</p> <p>ПР12. Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації.</p> <p>ПР14. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій в галузі наук про Землю</p> <p>ПР15. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.</p>
Ключові слова	Концентрація, розсіяння, геохімічний фон, носій хімічного елементу, форма знаходження хімічного елементу, нуклеосинтез, фракціонування, фаза, геохімічний потік, сорбція, динамічна система, резервуар
Формат курсу	Очний
Теми	Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ “ОСНОВИ ГЕОХІМІЇ”
Підсумковий контроль, форма	Екзамен в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з загальної геології, фізики, хімії, мінералогії, петрографії, теорії рудогенезу, літології, достатніх для розуміння джерел інформації

<p>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</p>	<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 • практичні – лабораторний метод <p>Техніки, які використовуються:</p> <ul style="list-style-type: none"> • метод генерацій ідей • навчальна дискусія • метод моделювання 		
<p>Необхідне обладнання</p>	<p>Учбова колекція мінералів та взірців гірських порід, періодична таблиця хімічних елементів та ізотопів, малюнки, схеми, графіки, діаграми, мультимедійне проектор, ноутбук</p>		
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>№ з/п</p>	<p>Види робіт. Критерії оцінювання знань студентів</p>	<p>Максимальна кількість балів</p>
<p>1. Бали поточної успішності (лабораторні заняття)</p>			
<p>1.1 Контрольні роботи На контрольних роботах студентам даються розрахункові завдання по відповідних темах</p>			
<p>Критерії оцінювання</p>			<p>5 балів</p>
	<p>Задачі розв'язана правильно, без помилок, одиниці вимірів вказані</p>	<p>5</p>	
	<p>Задачі розв'язана правильно, без помилок, одиниці вимірів не вказані</p>	<p>4</p>	
	<p>Розв'язок логічний, правильний, але розрахунки проведені невірно. Розв'язок частковий, не всі задачі розв'язані правильно</p>	<p>3-1</p>	
	<p>Задачі не розв'язані, розв'язок неправильний</p>	<p>0</p>	
<p>Максимальна кількість балів за 4 контрольні роботи</p>			<p>20 балів</p>
<p>1.2. Тестування</p>			
<p>Критерії оцінювання</p>			<p>5 бали</p>
<p>Розподіл кількості правильних відповідей по балах:</p>			
	<p>9-10</p>	<p>5</p>	
	<p>6-8</p>	<p>4</p>	
	<p>4-5</p>	<p>3</p>	
	<p>2-3</p>	<p>2</p>	
	<p>1</p>	<p>1</p>	
	<p>0</p>	<p>0</p>	
<p>Максимальна кількість балів за 5 тестувань</p>			<p>25 балів</p>
<p>1.3. Самостійна робота студентів (написання реферату)</p>			
<p>Критерії оцінювання</p>			<p>3 бали</p>
	<p>тема реферату розкрита повністю, студентом надані відомості з сучасних літературних джерел із самостійними висновками по заданій тематиці</p>	<p>3</p>	

тема реферату розкрита не повністю, надані відомості з сучасних літературних джерел; висновки не достатньо аргументовані	2
тема реферату розкрита не повністю, не надані посилання на сучасні літературні джерела, висновки не аргументовані	1
реферат не написаний	0
1.4. Додаткові бали	
Критерії оцінювання	2 бали
Нарахування додаткових балів відбувається за написання тез доповідей / участь у діяльності наукового гуртка /участь у наукових семінарах та круглих столах /участь в заходах неформальної освіти (за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах)	2
Максимальна кількість балів за поточний контроль	50 балів
2. Екзамен	
Критерії оцінювання	50 балів
студент надає відповіді, в яких навчальний матеріал відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно, які містять аналіз і систематизацію, аргументовані висновки. Засвідчено глибоке володіння матеріалом з курсу «Основи геохімії»	40-50
студент надає відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни	25-39
у відповідях основні положення навчального матеріалу надаються без достатнього розуміння, на рівні заучування	15-24
надані відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал з дисципліни «Основи геохімії» не засвоєно, відсутнє чітке логічне формулювання основних положень	1-14
відповіді не надані	0
Поточний та підсумковий контроль	РАЗОМ – 100 балів

Підсумкова оцінка за семестр є сумою оцінок, отриманих студентом за поточне оцінювання: оцінки за контрольні роботи на лабораторних заняттях, тестування, виконання самостійної роботи, додаткові бали, підсумковий контроль знань та компетентностей студентів у вигляді семестрового екзамену. Максимальна семестрова оцінка становить 100 балів (50 балів поточний контроль та 50 балів екзамен).

Академічна доброчесність. 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.

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні. 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 отримані за контрольні роботи, тестування, виконання самостійної роботи та результати екзамену. При цьому обов'язково приймається до уваги присутність на заняттях та активність

	студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; несвочасне виконання поставленого завдання та ін.
Питання до екзамену.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Адвективні потоки речовини. Конвекція в геохімічних системах 2. Вільна енергія Гібса, хімічний потенціал та розрахунок енергетичних ефектів геохімічних реакцій 3. Геохімічна класифікація елементів 4. Гідратизація поверхні мінералу та точка нульового заряду 5. Динаміка геохімічного резервуару 6. Дифузія в геохімічних системах. Закони дифузії. Залежність дифузії від температури 7. Змішування в геохімічних системах. Наведіть приклади 8. Кислотно-лужні взаємодії в системі мінерал-водний розчин 9. Наведіть і опишіть приклади окисно-відновних взаємодій в геохімічних системах 10. Наведіть приклади системи, в якій не відбувається фракціонування певних хімічних елементів 11. Назвіть основні параметри потоку речовини 12. Принцип збереження кількості елементу 13. Окисно-відносні взаємодії у водних розчинах та в системах мінералводний розчин 14. Опишіть основні джерела тепла в літосфері і тепломасопотоки в літосфері 15. Опишіть вплив активаційних бар'єрів на перебіг геохімічних процесів. 16. Опишіть процеси нуклеосинтезу 17. Основні закономірності поширення хімічних елементів в земній речовині і поняття кларку 18. Основні рушійні сили геохімічних процесів 19. Охарактеризуйте геохімічні процеси, пов'язані із поверхнею мінералів. Які параметри на них впливають? 20. Охарактеризуйте основні принципи та закони, що описують поведінку геохімічної системи в рівноважних та нерівноважних умовах 21. Поведінка хімічних елементів в ході об'ємного розчинення 22. Поведінка хімічних елементів у процесі Релеївської кристалізації 23. Поняття геохімічного резервуару; основні характеристики геохімічного резервуару 24. Принцип збереження маси в геохімічних процесах 25. Природа розчинної здатності води 26. Розчинні форми елементів у водних розчинах 27. Розчинність мінералів у водних розчинах 28. Сорбція на поверхні мінералу та сорбційні рівноваги 29. Фракціонування в геохімічних системах. Опишіть основні закономірності і наведіть приклади
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу «Основи геохімії»

Тиж-день	Тема, короткі тези	Форма занять	Літе-ратура	К-ть годин
1	Геохімія – хімія геологічних процесів. Поняття геохімічної системи. Поширеність хімічних елементів в космосі і в Землі. Основи космохімії і нуклеосинтез елементів. Сучасні уявлення про формування Сонячної системи та планет. Геохімічні процеси і глобальна тектоніка. Коротка історія розвитку геохімії.	лекція	1-7,13	1
1	Розсіяння хімічних елементів у природі. Геохімічна класифікація хімічних елементів. Види існування хімічних	лекція	1,7,8	1

	елементів. Форми знаходження хімічних елементів у геологічних системах. Носії хімічних елементів. Концентрація і одиниці концентрації. Концентрування і розсіювання хімічних елементів в геологічних процесах. Сумісні та несумісні елементи. Геохімічний фон.			
2	Основи хімічної термодинаміки геохімічних систем. Основні поняття і закони хімічної термодинаміки. Поняття рівноваги. Рівноважний та нерівноважний стани системи. Вільна енергія Гібса хімічних реакцій і принципи фізико-хімічного моделювання геохімічних систем. Основні рушійні сили геохімічних процесів. Розчини – основна форма знаходження хімічних елементів в природі	лекція	2,4,6,7,8	2
3	Тверді розчини – основна мінеральна форма знаходження хімічних елементів в природі. Варіації хімічного складу мінералів. Тверді розчини та ізоморфізм. Типи твердих розчинів. Фізико-хімічні фактори, що контролюють формування твердих розчинів. Ізоморфна ємність мінералів. Використання твердих розчинів у реконструкції перебігу геологічних процесів.	лекція	2,7,8,1 1	2
4	Водні розчини – активний агент геохімічних процесів. Фізико-хімічні особливості поведінки елементів у водному середовищі. Вода: структура, властивості. Розчинні форми знаходження, розчинення мінералів та газів у водних розчинах. Термодинаміка водних розчинів.	лекція	2,4,6,7	2
5	Кислотно-основні та окисно-відновні взаємодії у водних розчинах. Діаграми рН-рС. Мінеральні буфери рН. Природні редокс-процеси. Eh і pe. Діаграми Eh-рН. Мінеральні окисно-відновні рівноваги та буфери.	лекція	2,4,6,7	2
6	Розчинність мінералів та газів у водних розчинах. Залежність розчинення від температури та тиску. Перенасичення розчинів та кристалізація мінералів. Гетерогенізація та кипіння розчинів.	лекція	2,4,6,7	2
7	Закони хімічної кінетики в геохімії. Стабільність – нестабільність – метастабільність. Енергія активації і метастабільність мінералів. Кінетика реакцій мінералоутворення. Динамічна рівновага.	лекція	3,4,7,8, 11	2
8	Геохімія взаємодії мінерал-розчин. Процеси на міжфазовій границі в системі мінерал-розчин. Геохімія поверхні мінералу в розчині. Ізоелектрична точка мінералу у водному розчині. Сорбція та сорбційні властивості мінералів. Іонний обмін та мінерали-іонообмінники. Геохімічні бар'єри в геологічних 2 системах.	лекція	3,4,7,8, 11	2
9	Принцип збереження мас. Фракціонування, змішування і дистиляція у геохімічних процесах. Рівняння балансу мас. Фракціонування елементів у гетерофазовій системі. Коефіцієнт фракціонування. Моделі систем із фракціонуванням елементів. Тренди змішування	лекція	3,4,7,8, 11	2
10-11	Ізотопна геохімія. Стабільні та нестабільні ізотопи. Особливості поведінки ізотопів в геологічних процесах. Чинники, що впливають на фракціонування ізотопів. Методи	лекція	3,4,7,8, 11-13	4

	ізотопної геохронології, принципи і сфери застосування. Застосування ізотопів як індикаторів джерел речовини і умов формування порід і руд. Основи ізотопної палеотермометрії.			
12	Перенесення хімічних елементів. Просторові зміни геохімічних параметрів. Тепломасопотоки в надрах Землі. Рушійні сили і агенти масопереносу. Внутрішні і зовнішні джерела тепла Землі. Механізми перенесення тепла. Баланс енергії. Уявлення про розподіл тепла в надрах Землі. Розподіл тиску в надрах Землі. Закони дифузії. Адвективні потоки. Конвекція і умови її виникнення. Геохімічні потоки. Джерело і стік потоку.	лекція	2, 5,9,10, 12-15	2
13	Геохімічні резервуари: їх склад і динаміка. Характеристики резервуару. Основні типи геохімічних резервуарів літосфери. Динамічні параметри резервуару. Інертні і реактивні компоненти. Збурення і стабілізація резервуару. Взаємодія резервуарів та геохімічні цикли. Геохімічні цикли H ₂ O, S, C, P, B.	лекція	3,4,7,8, 11	2
14	Ендогенні резервуари та їх взаємодія. Геохімія магматичних процесів. Геохімія процесів метаморфізму. Геохімія гідротермальних процесів. Метасоматизм. Геохімічні індикатори геологічних процесів. Геохімічна зональність, її типи. Геохімічні методи пошуків родовищ корисних копалини; їх види і можливості.	лекція	5,6,9,1 1	2
15	Екзогенні резервуари та їх взаємодія. Геохімія земної поверхні. Атмосфера і звітрювання. Геохімічні типи зон окислення. Річки і формування механічних осадов. Геохімія океану.	лекція	3,4,7,8, 11	2
16	Органічна геохімія і біогеохімія. Класифікація органічних сполук. Органічний карбон у природних водах. Діагенез органічної речовини. Нафто- та газоутворення. Роль мікроорганізмів у геохімічних процесах. Небезпечні органічні сполуки у довкіллі.	лекція	2, 5,7	1
16	Геохімічна еволюція Землі. Первинна диференціація Землі. Формування океану. Хімічна диференціація мантиї і теорія літосферних плит. Основні геохімічні події в історії Землі. Геохімічні фактори виникнення та еволюції життя.	лекція	2, 7, 13	1
	Всього			32
	План лабораторних занять			
1	Величини та константи в геохімії. Конвертація величин. Методи встановлення хімічного складу. Розрахунок концентрацій хімічних елементів в геологічних середовищах. Статистичні методи обробки геохімічних масивів даних.	лабораторні	1, 4-5	4
2	Графічне зображення хімічного складу гірської породи у пакетах Grapher і PETROGRAPHER.	лабораторні	4-5	4
3	Прості типи термодинамічних розрахунків в геохімічних системах.	лабораторні	4-5	4
4	Оцінка можливості входження елементу в структуру мінералу. Нормативний мінеральний склад гірської породи.	лабораторні	4-5	4

	Аналіз розподілу елементів в породі			
5	Хімічні реакції у водних розчинах. Константи рівноваги. Розрахунок індексу насичення фази.	лабораторні	2-8	4
6	Мінеральні реакції: твердофазові, типу мінерал-розчин. Аналіз фазових діаграм.	лабораторні	2-7	4
7	Розрахункові методи в ізотопній геохронології. Аналіз поведінки радіоактивних та стабільних ізотопів в геохімічних системах.	лабораторні	2,11	4
8	Розподіл рідкісних та рідкісно-земельних елементів. Нормалізація хімічного складу і спайдер-діаграми.	лабораторні	2-7	4
	Всього			32
	Для поглибленого опрацювання всіх тем і розділів курсу "Основи геохімії" пропонуються наступні теми:			
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Масштаби і рівні міграції хімічних елементів у часі і просторі. 2. Міграційна здатність хімічних елементів та фактори, що на неї впливають 3. Геохімічне поле і його локальні аномалії. 4. Перспективність геохімічних методів для пошуків рудних родовищ в різних умовах залягання 5. Первинні ореоли рудних родовищ. 6. Методи дослідження зональності гідротермальних рудних родовищ. 7. Геохімічна рухливість або міграційна здатність елементів та засоби її визначення. 8. Застосування різноманітних геохімічних показників в геолого-розвідувальній практиці. 9. Вторинні літохімічні ореоли розсіяння. 10. Літохімічні потоки розсіяння. 11. Гідрогеохімічні методи вивчення геохімічного поля 12. Атмогеохімічні методи вивчення геохімічного поля 13. Біогеохімічні методи вивчення геохімічного поля 	самостійна робота	3,4, 5,10,12 ,13,15, 16	
	Всього			41