

**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.

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Основи геохімії</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Грушевського, 4 м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Геологічний факультет, кафедра мінералогії, петрографії і геохімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	<b>Галузь знань</b> 10 “Природничі науки” <b>Спеціальність</b> 103 Науки про Землю
<b>Викладачі курсу</b>	<b>Словотенко Надія Олександрівна</b> , доцент кафедри мінералогії, петрографії і геохімії, кандидат геологічних наук
<b>Контактна інформація викладачів</b>	nadiya.slovotenko@lnu.edu.ua <a href="https://geology.lnu.edu.ua/employee/slovotenko-nadiya-oleksandrivna">https://geology.lnu.edu.ua/employee/slovotenko-nadiya-oleksandrivna</a>
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	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.
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про курс</b>	Дисципліна « <b>Основи геохімії</b> » є нормативною дисципліною зі спеціальності 103 Науки про Землю для ОПП “Геологія. Комп’ютерні технології в науках про Землю”, яка викладається в <b>VII</b> семестрі в обсязі <b>3,5</b> кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна « <b>Основи геохімії</b> » 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.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<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"> <li>- ознайомити студентів з сучасними даними про розподіл, чинники міграції і накопичення хімічних елементів в літосфері, гідросфері, атмосфері і біосфері,</li> <li>- розвинути у студентів логіку геохімічного мислення,</li> <li>- прищепити основи знань про поведінку окремих хімічних елементів і їх ізотопів в ендегенних і екзогенних геологічних процесах,</li> <li>- дати навички застосування методів системного геохімічного аналізу природних об'єктів і процесів.</li> </ul>
<b>Література для</b>	<b>Основна література:</b>

<p><b>вивчення дисципліни</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сливко М.М. Вступні лекції до курсу “Геохімія”. Львів, 1966.</li> <li>2. Albarède F. Geochemistry. An introduction. Cambridge University Press, 2009. – 342 p.</li> <li>3. Current Research in Geochemistry. Clarke J. (Editor) Murphy &amp; Moore Publishing, 2022. – 247 p.</li> <li>4. Geochemistry: Principles and Applications. Jensen K. (Editor). Murphy &amp; Moore Publishing, 2022. - 254 p.</li> <li>5. Treatise on Geochemistry. 1st Edition. Turekian K.K., H.D. Holland (Editors). Elsevier Science, 2003. – 7800 p.</li> <li>6. Walther J.V. Essentials of Geochemistry, 2005.</li> <li>7. White W.M. Geochemistry, 2<sup>nd</sup> Edition. Wiley-Blackwell, 2020. – 960 p.</li> </ol> <p><i>Додаткова:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Fairbridge, R.W. History of geochemistry. In: Geochemistry. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Dordrecht, 1998.</li> <li>9. Shikazono N. Environmental and Resources Geochemistry of Earth System. Springer, 2010.</li> <li>10. Clark I. Groundwater Geochemistry and Isotopes. CRC Press, 2015.</li> <li>11. Geochemical Modeling of Groundwater, Vadose and Geothermal Systems. Taylor &amp; Francis, 2017. – 334 p.</li> <li>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.</li> <li>13. Richardson, S. M. and H. Y. McSween. Geochemistry: Pathways and Processes. New York: Prentice Hall. 1988.</li> <li>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.</li> <li>15. Thermodynamics of Geothermal Fluids (Reviews in Mineralogy &amp; Geochemistry, 76). Stefánsson A., Driesner T., Bénézech P. (Editors). Walter de Gruyter, 2018. – 360 p.</li> <li>16. Zhang, Youxue Geochemical kinetics, 2008 8. Anderson Greg M., Crerar David A. Thermodynamics in geochemistry, 1993.</li> </ol> <p><i>Інформаційні ресурси:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geokem - Igneous Geochemistry (<a href="http://www.geokem.com/">http://www.geokem.com/</a>)</li> <li>2. GEOROC • A global geochemical database (<a href="http://georoc.mpchmainz.gwdg.de/Start.asp">http://georoc.mpchmainz.gwdg.de/Start.asp</a>)</li> <li>3. Geochemical Earth Reference Model (GERM) (<a href="http://earthref.org/cgi-bin/germ-s0-main.cgi">http://earthref.org/cgi-bin/germ-s0-main.cgi</a> )</li> <li>4. W.M.White Geochemistry 2006 (<a href="http://www.imwa.info/geochemistry/">http://www.imwa.info/geochemistry/</a>)</li> <li>5. Igneous and Sedimentary Rock Compositional Databases (<a href="http://www.ige.csic.es/sdbp/">http://www.ige.csic.es/sdbp/</a>)</li> </ol> <p><i>Методичне забезпечення:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Базові конспекти лекцій</li> <li>2. Лекції на електронних носіях</li> <li>3. Матеріали для самостійного вивчення на електронних носіях</li> </ol>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p><b>Загальна кількість годин - 105.</b> З них:</p> <p>аудиторних годин - 64:</p> <p>лекцій - 32</p> <p>лабораторні - 32</p> <p>самостійна робота – 41</p>
<p><b>Очікувані результати навчання</b></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><b>вміти</b> 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, <b>мати уявлення</b> 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><b>Загальні компетентності</b></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><b>Спеціальні (фахові) компетентності</b></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><b>Програмні результати навчання</b></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>
<b>Ключові слова</b>	Концентрація, розсіяння, геохімічний фон, носій хімічного елементу, форма знаходження хімічного елементу, нуклеосинтез, фракціонування, фаза, геохімічний потік, сорбція, динамічна система, резервуар
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	Подано нижче у табличній формі СХЕМА КУРСУ “ОСНОВИ ГЕОХІМІЇ”
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Екзамен в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з загальної геології, фізики, хімії, мінералогії, петрографії, теорії рудогенезу, літології, достатніх для розуміння джерел інформації

<p><b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b></p>	<p>Головні навчальні методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• словесні – лекції, бесіди, бесіди з елементами формування проблемних завдань</li> <li>• наочні – демонстрація, ілюстрація, мультимедійна презентація, спостереження</li> <li>• практичні – лабораторний метод</li> </ul> <p>Техніки, які використовуються:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• метод генерацій ідей</li> <li>• навчальна дискусія</li> <li>• метод моделювання</li> </ul>		
<p><b>Необхідне обладнання</b></p>	<p>Учбова колекція мінералів та взірців гірських порід, періодична таблиця хімічних елементів та ізотопів, малюнки, схеми, графіки, діаграми, мультимедійне проектор, ноутбук</p>		
<p><b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b></p>	<p>№ з/п</p>	<p>Види робіт. Критерії оцінювання знань студентів</p>	<p>Максимальна кількість балів</p>
<p><b>1. Бали поточної успішності (лабораторні заняття)</b></p>			
<p><b>1.1 Контрольні роботи</b> На контрольних роботах студентам даються розрахункові завдання по відповідних темах</p>			
<p><b>Критерії оцінювання</b></p>			<p><b>5 балів</b></p>
	<p>Задачі розв'язана правильно, без помилок, одиниці вимірів вказані</p>	<p><b>5</b></p>	
	<p>Задачі розв'язана правильно, без помилок, одиниці вимірів не вказані</p>	<p><b>4</b></p>	
	<p>Розв'язок логічний, правильний, але розрахунки проведені невірно. Розв'язок частковий, не всі задачі розв'язані правильно</p>	<p><b>3-1</b></p>	
	<p>Задачі не розв'язані, розв'язок неправильний</p>	<p><b>0</b></p>	
<p><b>Максимальна кількість балів за 4 контрольні роботи</b></p>			<p><b>20 балів</b></p>
<p><b>1.2. Тестування</b></p>			
<p><b>Критерії оцінювання</b></p>			<p><b>5 бали</b></p>
<p>Розподіл кількості правильних відповідей по балах:</p>			
	<p>9-10</p>	<p><b>5</b></p>	
	<p>6-8</p>	<p><b>4</b></p>	
	<p>4-5</p>	<p><b>3</b></p>	
	<p>2-3</p>	<p><b>2</b></p>	
	<p>1</p>	<p><b>1</b></p>	
	<p>0</p>	<p><b>0</b></p>	
<p><b>Максимальна кількість балів за 5 тестувань</b></p>			<p><b>25 балів</b></p>
<p><b>1.3. Самостійна робота студентів (написання реферату)</b></p>			
<p><b>Критерії оцінювання</b></p>			<p><b>3 бали</b></p>
	<p>тема реферату розкрита повністю, студентом надані відомості з сучасних літературних джерел із самостійними висновками по заданій тематиці</p>	<p><b>3</b></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
<b>1.4. Додаткові бали</b>	
<b>Критерії оцінювання</b>	<b>2 бали</b>
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
<b>Максимальна кількість балів за поточний контроль</b>	<b>50 балів</b>
<b>2. Екзамен</b>	
<b>Критерії оцінювання</b>	<b>50 балів</b>
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»	<b>40-50</b>
студент надає відповіді, в яких відтворюється значна частина навчального матеріалу. Виявлено знання і розуміння основних положень навчальної дисципліни	<b>25-39</b>
у відповідях основні положення навчального матеріалу надаються без достатнього розуміння, на рівні заучування	<b>15-24</b>
надані відповіді, які засвідчують, що навчальний матеріал з дисципліни «Основи геохімії» не засвоєно, відсутнє чітке логічне формулювання основних положень	<b>1-14</b>
відповіді не надані	<b>0</b>
<b>Поточний та підсумковий контроль</b>	<b>РАЗОМ – 100 балів</b>

*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.
<b>Питання до екзамену.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Адвективні потоки речовини. Конвекція в геохімічних системах</li> <li>2. Вільна енергія Гібса, хімічний потенціал та розрахунок енергетичних ефектів геохімічних реакцій</li> <li>3. Геохімічна класифікація елементів</li> <li>4. Гідратизація поверхні мінералу та точка нульового заряду</li> <li>5. Динаміка геохімічного резервуару</li> <li>6. Дифузія в геохімічних системах. Закони дифузії. Залежність дифузії від температури</li> <li>7. Змішування в геохімічних системах. Наведіть приклади</li> <li>8. Кислотно-лужні взаємодії в системі мінерал-водний розчин</li> <li>9. Наведіть і опишіть приклади окисно-відновних взаємодій в геохімічних системах</li> <li>10. Наведіть приклади системи, в якій не відбувається фракціонування певних хімічних елементів</li> <li>11. Назвіть основні параметри потоку речовини</li> <li>12. Принцип збереження кількості елемента</li> <li>13. Окисно-відносні взаємодії у водних розчинах та в системах мінералводний розчин</li> <li>14. Опишіть основні джерела тепла в літосфері і тепломасопотоки в літосфері</li> <li>15. Опишіть вплив активаційних бар'єрів на перебіг геохімічних процесів.</li> <li>16. Опишіть процеси нуклеосинтезу</li> <li>17. Основні закономірності поширення хімічних елементів в земній речовині і поняття кларку</li> <li>18. Основні рушійні сили геохімічних процесів</li> <li>19. Охарактеризуйте геохімічні процеси, пов'язані із поверхнею мінералів. Які параметри на них впливають?</li> <li>20. Охарактеризуйте основні принципи та закони, що описують поведінку геохімічної системи в рівноважних та нерівноважних умовах</li> <li>21. Поведінка хімічних елементів в ході об'ємного розчинення</li> <li>22. Поведінка хімічних елементів у процесі Релеївської кристалізації</li> <li>23. Поняття геохімічного резервуару; основні характеристики геохімічного резервуару</li> <li>24. Принцип збереження маси в геохімічних процесах</li> <li>25. Природа розчинної здатності води</li> <li>26. Розчинні форми елементів у водних розчинах</li> <li>27. Розчинність мінералів у водних розчинах</li> <li>28. Сорбція на поверхні мінералу та сорбційні рівноваги</li> <li>29. Фракціонування в геохімічних системах. Опишіть основні закономірності і наведіть приклади</li> </ol>
<b>Опитування</b>	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	<b>Геохімія – хімія геологічних процесів.</b> 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	<b>Розсіяння хімічних елементів у природі.</b> 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	<b>Основи хімічної термодинаміки геохімічних систем.</b> 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	<b>Тверді розчини – основна мінеральна форма знаходження хімічних елементів в природі.</b> 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	<b>Водні розчини – активний агент геохімічних процесів.</b> 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	<b>Кислотно-основні та окисно-відновні взаємодії у водних розчинах.</b> 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	<b>Розчинність мінералів та газів у водних розчинах.</b> Залежність розчинення від температури та тиску. Перенасичення розчинів та кристалізація мінералів. Гетерогенізація та кипіння розчинів.	лекція	2,4,6,7	2
7	<b>Закони хімічної кінетики в геохімії.</b> Стабільність – нестабільність – метастабільність. Енергія активації і метастабільність мінералів. Кінетика реакцій мінералоутворення. Динамічна рівновага.	лекція	3,4,7,8, 11	2
8	<b>Геохімія взаємодії мінерал-розчин.</b> 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	<b>Принцип збереження мас.</b> 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	<b>Ізотопна геохімія.</b> 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	<b>Перенесення хімічних елементів.</b> 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	<b>Геохімічні резервуари:</b> 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 <sub>2</sub> O, S, C, P, B.	лекція	3,4,7,8, 11	2
14	<b>Ендогенні резервуари та їх взаємодія.</b> 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	<b>Екзогенні резервуари та їх взаємодія.</b> 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	<b>Органічна геохімія і біогеохімія.</b> 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	<b>Геохімічна еволюція Землі.</b> 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
	<b>Всього</b>			32
	<b>План лабораторних занять</b>			
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 елемента 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
	<b>Всього</b>			32
	Для поглибленого опрацювання всіх тем і розділів курсу "Основи геохімії" пропонуються наступні теми:			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масштаби і рівні міграції хімічних елементів у часі і просторі.</li> <li>2. Міграційна здатність хімічних елементів та фактори, що на неї впливають</li> <li>3. Геохімічне поле і його локальні аномалії.</li> <li>4. Перспективність геохімічних методів для пошуків рудних родовищ в різних умовах залягання</li> <li>5. Первинні ореоли рудних родовищ.</li> <li>6. Методи дослідження зональності гідротермальних рудних родовищ.</li> <li>7. Геохімічна рухливість або міграційна здатність елементів та засоби її визначення.</li> <li>8. Застосування різноманітних геохімічних показників в геолого-розвідувальній практиці.</li> <li>9. Вторинні літохімічні ореоли розсіяння.</li> <li>10. Літохімічні потоки розсіяння.</li> <li>11. Гідрогеохімічні методи вивчення геохімічного поля</li> <li>12. Атмогеохімічні методи вивчення геохімічного поля</li> <li>13. Біогеохімічні методи вивчення геохімічного поля</li> </ol>	самостійна робота	3,4, 5,10,12 ,13,15, 16	
	<b>Всього</b>			41