

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра фізичної географії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної і
навчальної роботи та рекрутації,

проф. Гаврилюк С. В. _____

_____ 2015 р.

ГЕОХІМІЯ І ГЕОФІЗИКА ЛАНДШАФТУ

РОБОЧА ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

підготовки _____ бакалавр _____

напряму 6.040104 Географія _____

Луцьк – 2015

Робоча програма навчальної дисципліни „Геохімія і геофізика ландшафту”
для студентів за напрямом підготовки бакалавр, напрямом „Географія”.

” ___ ” _____, 2015 р. – 17 с.

Розробники: ст. викладач кафедри фізичної географії Вовк О.П.

Рецензент: Проф. кафедри екології Луцького національного технічного університету, д. г. н. Фесюк В.О.

Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри фізичної географії

протокол № 1 від 1 вересня 2015 р.

Завідувач кафедри: _____ (Зузук Ф. В.)

Робоча програма навчальної дисципліни
схвалена науково-методичною комісією географічного факультету

протокол № 1 від 9 вересня 2015 р.

Голова науково-методичної комісії факультету _____ (Поручинський В. І.)

Робоча програма навчальної дисципліни
схвалена науково-методичною радою університету

протокол № ___ від _____ 2015 р.

© Вовк О.П., 2015
(Прізвище, ініціали)

Вступ

Робоча програма навчальної дисципліни „Геохімія і геофізика ландшафту”, складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавр галузі знань 0401 Природничі науки, спеціальності “Географія”.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є система наукових знань про міграцію хімічних елементів та енергообмін в ландшафтах і біосфері.

Міждисциплінарні зв’язки: передбачає знання таких навчальних курсів, як „Геологія загальна та історична”, „Загальне землезнавство”, „Ландшафтознавство” та ін.

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів:**

1. Основи геохімії та геофізики.
2. Геохімія і геофізика сфер Землі.
3. Геохімія і геофізика ландшафту.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 6	0401 – Природничі науки	Нормативний
Модулів – 3	Напрямок 6.040104 Географія	Рік підготовки – 1
Змістових модулів – 3		Семестр – 1
ІНДЗ: є		Лекції – 46 год.
Загальна кількість годин – 180		Практичні (семінари) – 0 год.
Тижневих годин (для денної форми навчання): аудиторних – 5 Консультації – 0,6 самостійної роботи – 4,4	Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр	Лабораторні – 44 год.
		Самостійна робота – 80 год.
		Консультації – 10 год.
		Форма контролю: <u>екзамен</u>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою навчальної дисципліни „Геохімія і геофізика ландшафту” є формування у студентів знань про місце і роль геохімічних і геофізичних процесів у біосфері, зокрема ландшафтах, вплив міграції хімічних елементів та енергообміну в ландшафтах на навколишнє середовище.

1.2. Основними завданнями дисципліни „Геохімія і геофізика ландшафту” є:

- скласти уяву про найзагальніші закономірності міграції хімічних елементів і енергообміну в екосистемах, а також про роль і значення літосфери у географічній оболонці (охоплюючи атмосферу, гідросферу та біосферу);

- ознайомитися із основними властивостями хімічних елементів і їхнім впливом на навколишнє середовище;
- зрозуміти суть внутрішніх та зовнішніх чинників міграції хімічних елементів в ландшафтах;
- ознайомитися із основними методами ландшафтно-геохімічних досліджень;
- зрозуміти практичну цінність вивчення геохімічних та геофізичних досліджень в ландшафтах.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної програми студенти повинні **знати:**

- понятійний апарат геохімії та геофізики ландшафтів та суміжних наук (це необхідно для розуміння природних процесів);
- основні властивості хімічних елементів;
- геохімічні та геофізичні процеси, які відбуваються в екосистемах;

вміти:

- користуватися методами геохімічних і геофізичних досліджень, залучати методи суміжних наук для вирішення геохімічних і геофізичних питань;
- пояснювати геохімічні і геофізичні процеси і явища у взаємозв'язку з природними умовами, враховуючи можливе господарське використання;
- визначати геохімічні і геофізичні характеристики природних об'єктів;
- давати правильні відповіді на конкретні теоретичні питання та грамотно виконувати завдання з геохімії і геофізики в межах інформації, передбаченої даною програмою.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6 кредитів ECTS.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. ОСНОВИ ГЕОХІМІЇ ТА ГЕОФІЗИКИ.

Тема 1. Вступ. Предмет і задачі геохімії і геофізики ландшафту.

Предмет і значення геохімії і геофізики ландшафту в науці і суспільстві. Основні етапи розвитку геохімії і геофізики ландшафту як науки. Зв'язок геохімії і геофізики ландшафту із геологічними та географічними науками.

Тема 2. Основні поняття геохімії ландшафтів

Базові закони та уявлення про ландшафтно-геохімічні структури, міграційні процеси, формування хімічного складу ландшафтних систем і планети Земля в цілому.

Тема 3. Форми знаходження хімічних елементів в природі

Співвідношення маси оболонок Землі. Поняття форми знаходження хімічних елементів в природі. Форми знаходження хімічних елементів за В.І. Вернадським. Мінеральна, ізоморфна, біогенна та техногенні форми знаходження.

Тема 4. Колоїдна форма знаходження хімічних елементів

Поняття колоїдного стану речовини. Класифікація колоїдних систем. Роль колоїдної форми знаходження в ландшафтах.

Тема 5. Біогенна форма знаходження хімічних елементів

Роль живої речовини в біосфері. Особливості живої речовини. Організми і антропогенна діяльність.

Тема 6. Техногенна форма знаходження хімічних елементів.

Поняття техногенезу. Техногенні сполуки і антропогенні процеси. Використання техногенних сполук, які не мають природніх аналогів.

Тема 7. Геофізичні характеристики природньо-територіальних комплексів (ПТК).

Вертикальні і горизонтальні границі ПТК. Просторові властивості ПТК. Джерела енергії природніх процесів в ландшафтах.

Тема 8. Чинники міграції хімічних елементів.

Внутрішні та зовнішні чинники міграції. Основний геохімічний закон В.М. Гольдшмідта. Провідні елементи, принцип рухомих компонентів.

Тема 9. Міграція хімічних елементів в біосфері.

Колообіг хімічних елементів в оболонках Землі. Геохімічні цикли міграції хімічних елементів і їх сполук. Види і типи міграції.

Тема 10. Геохімічні бар'єри.

Класифікація ландшафтно-геохімічних бар'єрів. Основні характеристики ЛГБ. Принципи оцінки здатності ЛГБ до утримання хімічних елементів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II. ГЕОХІМІЯ І ГЕОФІЗИКА СФЕР ЗЕМЛІ

Тема 1. Геохімічні особливості земної кори.

Просторовий та генетичний зв'язок оболонок Землі. Історія дослідження хімічного складу земної кори, кларки хімічних елементів. Зв'язок поширеності хімічного елементу з кількістю утворених мінералів. Закономірності поширення хімічних елементів.

Тема 2. Геохімія атмосфери.

Співвідношення вмісту інертних газів на Землі і в космосі. Склад

атмосфери як результат геохімічної діяльності організмів.

Тема 3. Геофізика атмосфери.

Загальне поняття про фізику геосфер. Походження та еволюція атмосфери Землі. Потоки енергії, які впливають на атмосферу. Фізичні характеристики атмосфери.

Тема 4. Геохімія гідросфери.

Хімічний склад вод Світового океану. Середня солоність океанічних вод. Роль живих організмів у формуванні складу Світового океану. Походження основних катіонів і аніонів гідросфери.

Тема 5. Геофізика гідросфери.

Функції води в екосистемах. Аномальні властивості води і їх роль в підтримці життя на Землі. Світові запаси природних вод.

Тема 6. Геохімія біосфери.

Склад живої речовини. Інтенсивність біологічного поглинання, умови, які її визначають. Біологічний колообіг в ландшафтах.

Тема 7. Геохімія і геофізика педосфери.

Ґрунти, їх хімічний склад і властивості. Хімічне забруднення ґрунтів та його причини.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ III. ГЕОХІМІЯ І ГЕОФІЗИКА ЛАНДШАФТУ

Тема 1. Геохімічна характеристика ландшафтів.

Типи ландшафтно-геохімічних систем. Основні показники, що використовуються для встановлення просторової диференціації геохімічного

фону. Кларки та місцеві кларки, кларки розсіювання та концентрації, коефіцієнт Д. Шоу.

Тема 2. Принципи і методи ландшафтно-геохімічного картування.

Геохімічна типологія ландшафтів. Принципи геохімічної класифікації ландшафтів і ландшафтно-геохімічного картографування. Ландшафтно-геохімічні карти

Тема 3. Вплив господарської діяльності на навколишнє середовище.

Вплив господарської діяльності на зміну фізико-хімічних властивостей ландшафтів і формування техногенних ЛГС. Оцінка ступеня забрудненості території. Регіональні відмінності у рівнях техногенного впливу.

Тема 4. Ландшафтно-геохімічна оцінка стану навколишнього середовища.

Загальні принципи ландшафтно-геохімічної оцінки стану навколишнього середовища. Методика ландшафтно-геохімічної оцінки екологічного стану територій. Ландшафтно-геохімічний аналіз стану територій.

Тема 5. Геохімічні ландшафти України

Принципи і методика геохімічної класифікації ландшафтів України. Основні риси ландшафтно-геохімічної структури України. Геоекологічне районування території України.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	Усього	у тому числі					
		Лек.	Практ. (Семін.)	Лаб.	Консультації.	Сам. роб.	Контр. роб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль 1. Основи геохімії та геофізики							
Тема 1. Вступ. Предмет і задачі геохімії і геофізики ландшафту.	4	2	–	2	–	–	–
Тема 2. Основні поняття геохімії ландшафтів	4	2	–	2	–	–	–
Тема 3. Форми знаходження хімічних елементів в природі	8	2	–	2	–	4	–
Тема 4. Колоїдна форма знаходження хімічних елементів	8	2	–	2	–	4	–
Тема 5. Біогенна форма знаходження хімічних елементів	8	2	–	2	–	4	–
Тема 6. Техногенна форма знаходження хімічних елементів.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 7. Геофізичні характеристики природньо-територіальних комплексів (ПТК).	8	2	–	2	–	4	–
Тема 8. Чинники міграції хімічних елементів.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 9. Міграція хімічних елементів в біосфері.	10	4	–	2	–	4	–
Тема 10. Геохімічні бар'єри.	8	2	–	2	–	4	–
Разом за змістовим модулем 1	74	22	–	20	–	32	–
Змістовий модуль 2. Геохімія і геофізика сфер Землі							
Тема 11. Геохімічні особливості земної кори.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 12. Геохімія	8	2	–	2	–	4	–

атмосфери.							
Тема 13. Геофізика атмосфери.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 14. Геохімія гідросфери.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 15. Геофізика гідросфери.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 16. Геохімія біосфери.	8	2	–	2	–	4	–
Тема 17. Геохімія і геофізика педосфери.	8	2	–	2	–	4	–
Разом за змістовим модулем 2	56	14	–	14	–	28	–
Змістовий модуль 3. Геохімія і геофізика ландшафту							
Тема 18. Геохімічна характеристика ландшафтів.	10	2	–	2	2	4	–
Тема 19. Принципи і методи ландшафтно-геохімічного картування.	10	2	–	2	2	4	–
Тема 20. Вплив господарської діяльності на навколишнє середовище.	10	2	–	2	2	4	–
Тема 21. Ландшафтно-геохімічна оцінка стану навколишнього середовища.	10	2	–	2	2	4	–
Тема 22. Геохімічні ландшафти України	10	2	–	2	2	4	–
Разом за змістовим модулем 3	50	10	–	10	10	20	–
Усього годин	180	46	–	44	10	80	–

7. Індивідуальні завдання

Загальні вимоги до виконання:

- індивідуальне завдання повинно мати практичне спрямування та носити творчий, дослідницький характер;
- тип індивідуального завдання – розрахунково-графічний;

- виконується ІНДЗ з додержанням усіх технічних вимог до письмових робіт. Текст має бути надрукований на принтері через 1,5 міждрядкових інтервали на одному боці аркуша білого паперу формату А4. Шрифт Times New Roman, 14 пт. Текст розміщується на сторінці, яка обмежується полями: ліве – 25 мм, нижнє, верхнє – 20 мм, праве – 15 мм. За обсягом ІНДЗ має складати 15-20 сторінок. ІНДЗ починається з титульного аркуша, за ним розміщуються послідовно зміст ІНДЗ, основний текст (схеми, таблиці, графіки, карти, завдання з підзаголовками відповідно до змісту роботи), список використаних джерел (не менше 15), посилання на джерело інформації – обов'язкове;

- оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання:

Рівень виконання ІНДЗ	К-ть балів
ІНДЗ виконано відмінно: повно висвітлена тема із сформульованими власними висновками	5
Недостатньо висвітлена тема із нечітко сформульованими власними висновками	4
Задовільне виконання ІНДЗ – неповно висвітлено тему без власних висновків студента	3
Тема висвітлена без чіткого розуміння суті дослідження	2
Тема не висвітлена	1

8. Методи та засоби навчання.

У навчальному процесі застосовуються лекції з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН, лабораторні роботи, самостійна робота та консультації.

Серед методик та форм навчання даного курсу слід визначити такі *методики викладання*: методика проблемного навчання та евристичне навчання; *форми навчання*: аналітичні і проблемні лекції та дискусії, головна мета яких полягає розвитку у студентів логічного та самостійного осмислення додаткового матеріалу, який стосується сучасних процесів розвитку світової економіки; *методики навчання*: презентації, міні-проекти, які готують студенти самостійно та презентують для присутніх.

Лабораторні роботи плануються для кожної теми дисципліни і включають такі напрями роботи: підготовку до практичних занять за вказаним планом; виконання контрольних завдань; виконання завдань дослідницького характеру; критичний огляд наукових публікацій за обраною проблематикою; тренінги; рольові та ділові ігри; презентація результатів дослідження на задану тематику, у т. ч. виступ на конференціях.

Мета проведення лекцій полягає у формуванні у студентів знань про речовинний склад земної кори, історію розвитку Землі, геологічні процеси і

утворення корисних копалин.

Завдання лекційного курсу:

- дати уяву про форми знаходження хімічних елементів;
- пояснити процеси міграції хімічних елементів;
- розшифрувати процеси енергообміну в ландшафтах;
- дати основні фізичних процесів в геосферах;
- навчити аналізувати хімічний склад земної кори, та інших геосфер;
- пояснити принципи геохімічної класифікації ландшафтів України;

9. Форма підсумкового контролю успішності навчання.

Форма контролю – екзамен. В білеті 3 питання, кожне з яких оцінюється у 20 балів.

Питання і завдання для контролю

1. Предмет і задачі геохімії і геофізики ландшафту.
2. Форми знаходження хімічних елементів, їх роль в геохімії ландшафту.
3. Колоїдна форма знаходження хімічних елементів, процес старіння колоїдів.
4. Накопичення хімічних елементів рослинами, коефіцієнт біологічного поглинання.
5. Види, типи міграції хімічних елементів і їх роль в геохімії ландшафтів.
6. Зовнішні і внутрішні чинники міграції хімічних елементів.
7. Середній вміст елементу в земній корі, поняття про кларки, кларк концентрації.
8. Геохімічний фон, геохімічна аномалія, їх роль в геохімії ландшафту.
9. Принципи геохімічних класифікацій хімічних елементів, класифікації В.М. Гольдшмідта і В.І. Вернадського.
10. Класифікації А. І. Перельмана і Б.Б. Полинова в геохімії ландшафтів.
11. Ізоморфна форма знаходження хімічних елементів, види і чинники ізоморфізму.
12. Періодична система і основний закон геохімії.
13. Етапи формування земної атмосфери, роль живої речовини у її формуванні.
14. Походження катіонів і аніонів океанічних вод.
15. Походження і хімічний склад двох основних типів океанічних намулів, їх вплив на ландшафти Світового океану.
16. Поняття біогеохімічного циклу.
17. Поширеність хімічних елементів в земній корі, правило Оддо-Гаркінса.
18. Головна ланка киснево-вуглецевого біогеохімічного циклу.
19. Поняття таласофільності хімічних елементів, коефіцієнт таласофільності.
20. Поняття геохімічного бар'єру і його роль в геохімії ландшафту.
21. Класифікація геохімічних бар'єрів.
22. Варіанти вираження хімічного складу біологічного об'єкту.

23. Поняття зольних елементів, основні зольні елементи живої речовини.
24. Особливості біологічної міграції хімічних елементів в ландшафтах.
25. Основні параметри біологічного кругообігу хімічних елементів, дефіцитні та надлишкові елементи.
26. Поняття гранично допустимих концентрацій хімічних елементів. Переваги і недоліки цього показника для оцінки забруднення навколишнього середовища.
27. Основні вимоги до еколого - геохімічної оцінки стану ландшафтів біосфери.
28. Міграція Na і K, їх роль у формуванні ландшафтів.
29. Джерела енергії міграції хімічних елементів в біосфері.
30. Походження і ізотопний склад Ag в атмосфері Землі.
31. Організація речовини та енергії: основні поняття і процеси.
32. Горизонтальні і вертикальні границі ПТК.
33. Тимчасові зміни характеристик ПТК.
34. Екзогенні та ендегенні потоки енергії.
35. Аналіз основних зв'язків усередині геосистеми.
36. Фізичні чинники диференціації геосистем (геологічна будова, тектоніка, геоморфологічна структура геосистем).
37. Фізичні чинники диференціації геосистем (потоки речовини і енергії, показники тепла і вологи).
38. Фізичні чинники диференціації геосистем (первинне продукування органічної речовини).
39. Вплив організмів на хімічний склад ландшафту.
40. Атмосферна міграція хімічних елементів у ландшафті.
41. Техногенна міграція хімічних елементів у ландшафті.
42. Хімія техногенної міграції.
43. Техногенні аномалії і біогеохімічні ендемії.
44. Геохімічна класифікація ландшафтів, їх дослідження і картографування.
45. Геохімія лісових ландшафтів.
46. Геохімія ландшафтів хвойно-листяних лісів України.
47. Геохімія степових, пустельних і тундрових ландшафтів.
48. Геохімія азональні ландшафтів.
49. Геохімія ландшафтів Світового океану.
50. Оптика ландшафту.
51. Радіофізика ландшафту.
52. Теплофізика ландшафту.
53. Аномальні властивості води, які відіграють важливу роль в підтримці життя на Землі.
54. Ґрунти, їх склад і властивості, хімічне забруднення ґрунтів.
55. Геохімічна типологія ландшафтів.
56. Принципи геохімічної класифікації ландшафтів і ландшафтно-геохімічного картографування
57. Методика ландшафтно-геохімічного картографування.
58. Вплив господарської діяльності на зміну фізико-хімічних властивостей

ландшафтів і формування техногенних ЛГС

59. Регіональні відмінності у рівнях техногенного впливу.

60. Забруднення атмосферного повітря в Україні.

61. Загальні принципи ландшафтно-геохімічної оцінки стану навколишнього середовища.

62. Ландшафтно-геохімічний аналіз стану територій.

63. Класифікація елементарних ландшафтів.

64. Принципи і методика геохімічної класифікації ландшафтів України.

65. Основні риси ландшафтно-геохімічної структури України.

66. Геоекологічне районування території України.

10. Методи та засоби діагностики успішності навчання

У процесі вивчення дисципліни використовуються такі методи оцінювання:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання виконання ІНДЗ;
- екзамен.

11. Розподіл балів та критерії оцінювання

Загальна оцінка за курс складається як алгебраїчна сума оцінок за кожен з трьох модулів: поточне тестування (аудиторні заняття); контрольні роботи наприкінці кожного змістового модуля; самостійна та індивідуальна роботи впродовж семестру.

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою ECTS. На оцінку лабораторних робіт відводиться 30 балів, самостійної роботи і ІНДЗ – по 5 балів, модульні контрольні роботи оцінюються по 30 балів.

Наприкінці вивчення курсу, формою підсумкового контролю є екзамен, який оцінюється від 0 до 60 балів. Студент, який впродовж семестру набрав більше 60 балів має право не складати екзамен. При цьому йому зараховуються бали, які набрані впродовж семестру.

Модуль I передбачає перевірку якості засвоєння теоретичного курсу, виконання практичних робіт безпосередньо на заняттях. Загальна кількість тем цього модуля становить 6 (3 – I змістовий модуль, 3 – II змістовий модуль). Кожна з тем I і II змістового модулів оцінюється від 0 до 5 балів. Обчислюється накопичена сума балів різних видів робіт по кожному змістовому модулю і підбивається загальна сума балів поточного тестування, яка не може перевищувати 30 балів.

Модуль II передбачає перевірку виконання студентами індивідуальних завдань та самостійної роботи. Індивідуальна та самостійна робота оцінюється – від 0 до 5. Таким чином, максимально можлива оцінка за виконання модуля 2 становить 10 балів.

Модуль III передбачає перевірку підсумкових знань і вмінь студентів

шляхом написання контрольних робіт. Оцінка за модуль III виставляється за виконання студентом 3 контрольних робіт, які передбачають перевірку теоретичних знань. Контрольні роботи оцінюються за 30-бальною шкалою.

Поточний контроль (мах = 40 балів)						Модульний контроль (мах = 60 балів)		Загальна кількість балів
Модуль 1			Модуль 2			Модуль 2		
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			ІНДЗ	МКР 1	
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	10	30	30
5	5	5	5	5	5			

М - модуль, ЗМ - змістовий модуль, Т - тема, ІНДЗ - індивідуальна науково-дослідна робота.

Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82 – 89	B	Добре	
75 - 81	C	Задовільно	
67 -74	D		
60 - 66	E		
1 – 59	Fx	Незадовільно	Незараховано (з можливістю повторного складання)

12. Список джерел

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия/ В.А. Алексеенко / М.:Логос, 2000.-627 с.
2. Алексеенко В.А. Миграция и концентрация химических элементов в биосфере/ В.А. Алексеенко / М.: ГТУ, 1997.
3. Беручашвили Н.Л. Геофизика ландшафта/ Н.Л. Беручашвили / М.: Высш. Шк., 1990. – 287 с.
4. Малишева Л.Л. Геохимия ландшафтов / Л.Л. Малишева/ К.: Либідь, 2000.-466 с.
5. Перельман А.И. Геохимия/ А.И. Перельман/ М.: Высшая школа, 1989.
6. Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов/ А.И. Перельман/ М.: Недра, 1968.

7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта/ А.И. Перельман, Н.С. Касимов// Учебник. М., 1999, 610 с.
8. Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов / М.: ФОРУМ-ИНТРА-М, 2007. – 240 с.
9. Барабанов В. Ф. Геохимия/ В.Ф. Барабанов/ Л., 1985.
10. Браунлоу А. Х. Геохимия/ А.Х. Браунлоу/ Пер. с англ. М., 1984.
11. Войткевич Г. В., Закруткин В. В. Основы геохимии/ Г.В. Войткевич, В.В. Закруткин // Учеб. пособие. М., 1976.