

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ И.А. Старовойтова

Регистрационный № ТД-_____/тип.

ГЕОХИМИЯ

Типовая учебная программа

по учебной дисциплине для специальностей:

**1-31 02 01 География (по направлениям); 1-33 01 02 Геоэкология;
1-31 02 02 Гидрометеорология; 1-31 02 03 Космоаэрокартография;
1-31 02 04 Геотехнологии туризма и экскурсионная деятельность; 1-33 01 02
Геоэкология; 1-56 02 02 Геоинформационные системы (по направлениям)**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественнонаучному
образованию

_____ Д.Г. Медведев

(дата)

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А. Касперович

(дата)

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по экологическому образо-
ванию

_____ С.А. Маскевич

(дата)

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-
методической работе Государ-
ственного учреждения образования
«Республиканский институт выс-
шей школы»

_____ И.В. Титович

(дата)

Эксперт-нормоконтролер

(дата)

Минск 2022

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.А. Карпиченко, доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра географии и методики преподавания географии Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка;

В.С. Хомич, главный научный сотрудник лаборатории оптимизации геосистем Института природопользования НАН Беларуси, доктор географических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой почвоведения и геоинформационных систем Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 21.02.2022 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 18.03.2022 г.);

Научно-методическим советом по географии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 6 от 24.02.2022 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 5 от 22.03.2022 г.).

Ответственный за редакцию: А.А. Карпиченко

Ответственный за выпуск: А.А. Карпиченко

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Геохимия» предназначена для студентов первой ступени высшего образования, обучающихся по направлениям специальностей 1-31 02 01 География (по направлениям); 1-31 02 02 «Гидрометеорология»; 1-31 02 03 «Космоаэрокартография»; 1-31 02 04 «Геотехнологии туризма и экскурсионная деятельность»; 1-33 01 02 «Геоэкология»; 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)».

Геохимия изучает миграцию, концентрацию и рассеивание химических элементов на Земле под влиянием внешних и внутренних факторов миграции и геохимических процессов. В рамках учебной дисциплины изучаются основные законы химии и геохимии, происхождение химических элементов и их классификация, химическая связь, номенклатура неорганических и органических соединений, их свойства, геохимическая, биологическая и экологическая функции элементов в природе, методы определения элементов. В дальнейшем рассматриваются геохимические процессы и барьеры, виды миграции элементов, закономерности распространения химических элементов на Земле по природным зонам, трансформация токсических соединений в природе, геохимические особенности ландшафтов Беларуси.

Цель учебной дисциплины – познать общие законы геохимии природы, геохимические процессы и факторы, определяющие закономерности распространения химических элементов на Земле и в космосе, определить геохимические, биологические и экологические функции элементов.

Задачи учебной дисциплины: усвоение базового понятийно-терминологического аппарата химии и геохимии, познание основных законов и закономерностей геохимии, формирование представлений о механизмах образования, миграции химических элементов и экологических результатах взаимодействия между элементами, выявление эколого-геохимических ситуаций, возникающих при техногенезе и способах геохимической оптимизации ландшафтов.

Учебная дисциплина относится к государственному компоненту модуля «Основы естествознания» государственного компонента специальностей 1-31 02 01 География (по направлениям) направление специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность), 1-33 01 02 Геоэкология, 1-31 02 02 Гидрометеорология, 1-31 02 03 Космоаэрокартография, 1-31 02 04 Геотехнологии туризма и экскурсионная деятельность, к государственному компоненту модуля «Основы наук о Земле» государственного компонента специальности 1-56 02 02 Геоинформационные системы (по направлениям) направления специальности 1-56 02 02-01 Геоинформационные системы (земельно-кадастровые), 1-56 02 02-02 Геоинформационные системы (специальные).

Освоение учебной дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных студентами при изучении учебных дисциплин «Геология», «Почвоведение», «Общее землеведение». При этом, знания, приобретенные в результате освоения

учебной дисциплины «Геохимия», будут использованы студентами при изучении учебных дисциплин: «Ландшафтоведение», «Физическая география материков», «Геохимия ландшафтов» и др.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен знать:

- закономерности миграции, концентрации и рассеяния химических элементов на Земле;
 - факторы миграции, важнейшие геохимические процессы в зоне гипергенеза, формирование геохимических барьеров;
 - географические закономерности изменения и формирования химического состава компонентов ландшафта, геохимическую структуру природных и техногенных ландшафтов;
 - экологические последствия техногенеза и пути его минимизации;
- уметь:
- анализировать информацию по химическому составу компонентов ландшафта с применением основных геохимических коэффициентов;
 - использовать основные законы геохимии при охране природы;
 - картографировать геохимические ландшафты и барьеры;
- владеть:
- методами картографирования геохимических ландшафтов;
 - геохимическими методами поисков полезных ископаемых;
 - теорией геохимии для решения природоохранных задач.

Освоение учебной дисциплины «Геохимия» должно обеспечить формирование у студентов базовой профессиональной компетенции: использовать основные законы и закономерности в области геохимии и геофизики в профессиональной деятельности; быть способным использовать основные законы и закономерности естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; выявлять особенности структуры, состава и свойств географической оболочки, понимать взаимосвязи между компонентами географической оболочки для анализа закономерностей ее функционирования.

На изучение учебной дисциплины «Геохимия» отводится 112 часов, в том числе 62 аудиторных часа. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 40 часов, лабораторные занятия – 22 часа. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Рекомендуемая форма текущей аттестации по учебной дисциплине «Геохимия» – экзамен.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Название темы	Всего аудиторных часов	В том числе		
			лекций	лабораторных занятий	практических занятий
1	История развития. Прикладные аспекты геохимии. Основные законы химической природы	4	4		
2	Происхождение химических элементов. Химический состав Вселенной	8	4	4	
3	Факторы и условия миграции элементов	4	4		
4	Неорганические соединения в природе (минералы)	2	2		
5	Органические соединения в природе	2	2		
6	Химические элементы s-блока	4	2	2	
7	Химические элементы d-блока	6	4	2	
8	Химические элементы p- и f-блока	6	4	2	
9	Геохимические процессы и барьеры	6	4	2	
10	Водная миграция элементов	6	2	4	
11	Биогенная миграция элементов	4	2	2	
12	Атмосферная миграция элементов	2	2		
13	Техногенная миграция элементов	4	2	2	
14	Геохимические особенности Беларуси	4	2	2	
	Итого	62	40	22	

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. История развития. Прикладные аспекты геохимии. Основные законы химической природы

История развития и связь геохимии с другими дисциплинами. Классики геохимии: В.М. Гольдшмидт, Ф.У. Кларк, В.И. Вернадский, А.Е. Ферсман. Белорусская школа геохимии: К.И. Лукашев, В.К. Лукашев, В.Е. Бордон, М.П. Оношко, В.А. Кузнецов, Н.К. Чертко, В.С. Хомич, Т.И. Кухарчик и др.

Геохимия и здравоохранение. Химический состав природной среды и патологическое состояние организмов в зависимости от геохимических условий. Болезни, связанные с геохимическим фактором (избытком или недостатком химических элементов).

Прикладные аспекты геохимии. Геохимия и поиски полезных ископаемых. Выделение ореолов рассеяния химических элементов и элементов-индикаторов в пределах ореолов. Отбор образцов в зависимости от метода поисков полезных ископаемых. Сущность литогеохимического, гидрогеохимического, биогеохимического, атмогеохимического методов поиска полезных ископаемых. Основные законы химии и геохимии. Закон сохранения массы вещества. Закон постоянства состава. Закон эквивалентов. Закон кратных отношений. Закон Авогадро. Геохимические законы Гольдшмидта.

Тема 2. Происхождение химических элементов. Химический состав Вселенной

Образование Вселенной. Элементарные частицы и строение атома. Радиоактивность. Образование звезд. Происхождение химических элементов. Процессы, участвующие в образовании химических элементов.

Изотопы и их роль в решении практических задач геохимии. Варианты использования методов изотопной химии в решении научных и хозяйственных проблем. Геохимическая классификация химических элементов.

Химический состав космических объектов: Вселенной, Солнца, планет, метеоритов, пыли, космических лучей. Космическая распространенность химических элементов. Связь кларка с геохимическим поведением и миграцией химических элементов.

Химический состав Земли. Химический состав магматических, изверженных, метаморфических и осадочных пород.

Тема 3. Факторы и условия миграции элементов

Периодический закон Д.И. Менделеева. Связь периодического закона со строением атома, свойствами химических элементов, кларком. Связь кларка с геохимическим поведением элементов.

Периодическая система и миграция элементов. Радиус атом и иона, ионный потенциал, комплексные соединения, электронное сродство, энергия ионизации, электроотрицательность, металлические и неметаллические свойства элементов, валентность, степень окисления, координационное число.

Химическая связь и строение молекул. Энергия атомного ядра. Виды химической связи и их связь с миграцией элементов. Полярные молекулы. Кристаллические решетки. Химические реакции в земной коре.

Типы химических реакций. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. Скорость химических реакций.

Термодинамическая направленность геохимических процессов. Законы термодинамики.

Внешние факторы миграции: температура, давление, концентрация раствора и их влияние на миграцию и концентрацию элементов.

Тема 4. Неорганические соединения в природе (минералы)

Классификация неорганических соединений (минералов): оксиды, гидроксиды, кислоты, соли, комплексные соединения. Их встречаемость в природе, взаимодействие и результаты. Неорганические соединения техногенного происхождения, способы их нейтрализации.

Тема 5. Органические соединения в природе

Природа органических соединений, их классификация, номенклатура: углеводороды, кислородсодержащие, углеводы, азотсодержащие органические соединения. Функции органических соединений в природе. Химия органического синтеза. Способы нейтрализации и утилизации токсических органических соединений.

Тема 6. Химические элементы *s*-блока

Химические, физические и геохимические свойства элементов *s*-блока. Методы определения. Условия миграции, концентрации, рассеяния в земной коре и в зоне гипергенеза. Геохимическая, биологическая и экологическая функции химических элементов.

Тема 7. Химические элементы *d*-блока

Химические, физические и геохимические свойства элементов *d*-блока. Методы определения. Условия миграции, концентрации, рассеяния в земной коре и в зоне гипергенеза. Геохимическая, биологическая и экологическая функции химических элементов.

Тема 8. Химические элементы *p*- и *f*-блока

Химические, физические и геохимические свойства элементов *p*- и *f*-блока. Методы определения. Условия миграции, концентрации, рассеяния в земной коре и в зоне гипергенеза. Геохимическая, биологическая и экологическая функции химических элементов.

Тема 9. Геохимические процессы и барьеры

Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия. Водородный показатель воды и растворов. Кислотно-щелочные условия (pH) и их влияние на миграцию элементов. Закономерности изменения кислотно-щелочных условий по природным зонам и связь их с миграцией элементов.

Основы электрохимических процессов. Равновесный электродный потенциал металла. Ряд напряжений металлов. Реакции окисления-восстановления. Окислительно-восстановительный потенциал. Формирование окислительно-восстановительных условий и их виды. Миграционная способность соединений в зависимости от величины E_h и по природным зонам.

Формирование классов водной миграции и полей устойчивости минералов в зависимости от сочетания величин pH и E_h в природе. Типоморфные элементы и геохимические диктаторы. Классы водной миграции по природным зонам.

Сущность геохимических процессов и их влияние на миграцию химических элементов: гидролиз, гидратация, сорбция, изоморфизм, метасоматоз, химическая денудация, фотолиз, радиолиз, фотосинтез.

Геохимические барьеры и их виды: латеральные и радиальные. Роль геохимических барьеров в концентрации различных химических элементов. Механические, физико-химические, биологические и термодинамические барьеры и их проявление в ландшафтах Беларуси.

Тема 10. Водная миграция элементов

Свойства и состав воды. Диэлектрическая проницаемость, минерализация, химический состав, жесткость и агрессивность воды. Растворы. Дисперсные системы. Истинные растворы. Растворимость веществ в природе. Способы выражения концентрации раствора. Формы миграции химических элементов в воде: ионная, молекулярная, суспензионная, коллоидная, с живыми и отмершими организмами.

Геохимическая деятельность вод: поверхностных, речных, озерных, морских, океанических и результаты этой деятельности. Оценка водной миграции химических элементов с использованием коэффициента водной миграции. Группировка химических элементов по величине этого коэффициента.

Тема 11. Биогенная миграция элементов

Современные представления о биосфере. Биологический круговорот (бик) и критерии для его оценки: емкость, скорость и интенсивность. Оценка бика по природным зонам.

Образование живого вещества. Роль фотосинтеза и других процессов в синтезе органических соединений. Основные органические соединения и их роль в живых организмах. Роль химических элементов. Химический состав растений. Избирательная концентрация химических элементов растениями на уровне семейства и вида в зависимости от химического состава субстрата, периода вегетации, возраста. Распределение химических элементов по органам растений: базипетальное и акропетальное распределение. Биолиты.

Разрушение органического вещества в период роста и развития и после отмирания. Роль гидролиза, окисления, гумификации, минерализации в постепенной трансформации органического вещества с образованием трех конечных групп соединений: воды, газа, золы. Закономерности изменения зольности растений (на единицу веса и единицу площади) по природным зонам. Определение типа химизма растительных сообществ по химическому составу золы.

Влияние живых и отмерших организмов на химический состав компонентов ландшафта (воды, атмосферы, почв и пород). Формирование месторождений каустобиолитов: торфа, газа, нефти, углей и сланцев. Оценка биогенной миграции и аккумуляции химических элементов. Коэффициент биогенной аккумуляции. Группировка химических элементов по величине этого коэффициента.

Тема 12. Атмосферная миграция элементов

Происхождение газов и их классификация. Источники и химический состав примесей в атмосфере: пары воды, пыль, аэроионы, аэрозоли, фитонциды, эфирно-масличные соединения. Техногенные примеси в атмосфере. Самоочищение атмосферы.

География переноса и отложения химических элементов. Минерализация атмосферных осадков в зависимости от климата природной зоны, удаленности от океана, частоты выпадения осадков, времени года.

Оценка атмосферной миграции химических элементов.

Тема 13. Техногенная миграция элементов

Химия техногенной миграции. Классификация техногенных соединений по их токсичности относительно к живым организмам: нейтральные, полезные, вредные. Синтез органических соединений аналогичных природным и не встречающихся в природе, особенности их утилизации.

Влияние техногенеза на атмосферу, гидросферу, педосферу, биосферу (живые организмы). Классификация токсических соединений и химических элементов, включаемых в миграционный поток в природе. Воздействие токси-

ческих соединений на живые организмы. Самоочищение природы и способы нейтрализации токсических соединений.

Техногенные аномалии, связанные с поступлением избытка химических элементов. Формирование природных биогеохимических эндемий, связанных с избытком или недостатком одного или сочетания химических элементов. Смешанные природно-техногенные биогеохимические эндемии.

Культурные ландшафты (селитебные, аграрные, искусственные). Регулирование в них миграции и концентрации химических элементов. Создание оптимальных условий в культурных ландшафтах и стабилизация их во времени. Специфика техногенной геохимии агроландшафтов, горнодобывающих и городских ландшафтов, транспортных систем. Геохимические способы оптимизации ландшафтов.

Оценка техногенной миграции химических элементов. Коэффициенты технофильности и деструкционной активности техногенеза.

Тема 14. Геохимические особенности Беларуси

Элементарные геохимические ландшафты Беларуси. Геохимические ландшафты.

Специфика проявления водной, биогенной, атмосферной, техногенной миграции в ландшафтах Беларуси. Геохимия и география радионуклидов. Формирование биогеохимических эндемий. Тип химизма коры выветривания, почв, вод, растительности. Общие тенденции проявления техногенеза в Беларуси и оценка геохимического состояния природных систем. Используемые геохимические способы оптимизации. Особенности геохимического картографирования ландшафтов.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Чертко, Н.К. Геохимия / Н.К. Чертко. – Минск: БГУ, 2016. – 295 с.
2. Геохимия ландшафта: учеб. пособие / Н.К. Чертко, Н.В. Ковальчик, В.С. Хомич, А.А. Карпиченко, П.В. Жумарь, Т.А. Тимофеева; под ред. Н.К. Чертко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: БГУ, 2011. – 303 с.
3. Ковальчик, Н.В. Распространенность и виды миграции химических элементов. Практикум по геохимии: учеб.-метод. пособие / Н.В. Ковальчик, Л.И. Смыкович, А.А. Карпиченко. – Минск: БГУ, 2017. – 111 с.
4. Чертко, Н.К. Геохимия в схемах: [Электронный ресурс] / Н.К. Чертко. – Минск: БГУ, 2017.

Дополнительная

1. Алексеенко, В.А. Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов / В.А. Алексеенко, С.А. Бузмаков, М.С. Панин. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – 2013. – 359 с.
2. Алексеенко, В.А. Основы экологической геохимии: термины, понятия, законы: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В.А. Алексеенко, Т.В. Жуйкова, Н.В. Швыдкая. – Нижний Тагил, 2019. – 336 с.
3. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
4. Арбузов, С.И. Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие для вузов / С.И. Арбузов, Л.П. Рихванов. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2009. – 300 с.
5. Буланов, В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Буланов, С.А. Сасим. – М., 2021. – 165 с.
6. Глазовская, М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов: (ландшафтно-геохимические процессы) / М.А. Глазовская. – Москва: Географический факультет МГУ, 2007. – 350 с.
7. Городская среда: геоэкологические аспекты / В.С. Хомич [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 281 с.
8. Матвеев, А.В., Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А.В. Матвеев, В.Е. Бордон. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 191 с.
9. Махнач, А.А. Геохимия стабильных изотопов в платформенном чехле Беларуси / А.А. Махнач, Н.А. Махнач, Б.Г. Покровский. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 373 с.
10. Мычко, Д.И. Основы геохимии. Неорганическая химия: Учеб.-метод. комплекс / Д.И. Мычко. – Минск: БГУ, 2004. – 244 с.
11. Общая геохимия: учебное пособие / Д.А. Яковлев [и др.]. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 304 с.

12. Перельман, А.И. Геохимия / А.И. Перельман. – М.: Высш. шк., 1989. – 528 с.
13. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрей-2000, 1999.
14. Петухова, Н.Н. Геохимия почв Белорусской ССР / Н.Н. Петухова. – Минск.: Наука и техника, 1987. – 231 с.
15. Тарасова, Н.П. Химия окружающей среды: атмосфера: учеб. пособие для вузов / Н.П. Тарасова, В.А. Кузнецов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 228 с.
16. Хомич, В.С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик. – Минск: Минсктиппроект, 2004. – 260 с.
17. Чартко, М.К. Основы геохімії / М.К. Чартко. – Мінск: БДУ, 2001. – 69 с.
18. Чертко, Н.К. Геохимическая оптимизация ландшафтов / Н.К. Чертко. – Минск: Издательство «Четыре четверти», 2018. – 168 с.
19. Чертко, Н.К. Геохимическая структура ландшафтов Беларуси / Н.К. Чертко, А.А. Карпиченко // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2011. – № 3. – С. 121–124.
20. Чертко, Н.К. Геохимия и экология химических элементов / Н.К. Чертко, Э.Н. Чертко. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 135 с.
21. Чертко, Н.К. Теория, методика и практика геохимических исследований урболандшафтов / Н.К. Чертко, А.А. Карпиченко // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2016. – № 3. – С. 129–132.
22. White W.M. (ed.). Encyclopedia of Geochemistry: A Comprehensive Reference Source on the Chemistry of the Earth. Springer International Publishing, 2018. – 1574 p.

4.2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся организована путем изучения студентами отдельных тем программы. Регулярность освоения материала достигается необходимостью подготовки к тестированию по основным темам. Отдельные вопросы курса студенты усваивают, изучая дополнительную литературу при написании курсовых и дипломных работ. Часть самостоятельной работы приходится на выполнение лабораторных работ.

4.3. Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Формой аттестации по дисциплине «Геохимия» рекомендован экзамен. Итоговая оценка формируется на основе документов:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утв. Постановлением Мин. образования Республики Беларусь от 29.05.2012 г. № 53.

2. Критерии оценки знаний студентов по 10-бальной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь №21-04-01/105 от 22.12.2003 г.).

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами рекомендуется использовать следующие диагностические инструменты: электронные тесты, письменный отчет по лабораторным работам. Электронные тесты проверяют степень усвоения теоретического материала. Для оценки уровня выполнения лабораторных работ студенты готовят письменный отчет по лабораторным, практическим работам, проверяемый преподавателем.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад форм текущего контроля знаний в оценку текущей успеваемости: электронные тесты (среднеарифметическая величина оценок за все тесты) – 50%, письменные отчеты по лабораторным работам (среднеарифметическая величина оценок за все отчеты) – 50%.

Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационной оценки – 60 %.

4.4. Примерная тематика лабораторных занятий

1. Кларки горных пород.
2. Кларки почв.
3. Показатели водной миграции.
4. Показатели биогенной миграции.
5. Показатели техногенной миграции.
6. Ландшафтно-геохимическая структура территории.
7. Геохимические методы исследований.

4.5. Описание инновационных подходов и методов преподавания учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач по расчету ряда геохимических коэффициентов для оценки рассеяния и накопления химических элементов;
- приобретение навыков эффективного выполнения конкретных видов профессиональной деятельности;
- приобретение навыков для решения исследовательских задач по оценке техногенного накопления химических элементов в почвенном покрове и поверхностных водах.