

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра минералогии и петрографии**

Авторы-составители: **Илалтдинов Ильдар Ягфарович**

Рабочая программа дисциплины

**ГЕОХИМИЯ**

Код УМК 71486

Утверждено  
Протокол №9  
от «25» января 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Геохимия

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **05.03.01** Геология

направленность Геология и геохимия горючих ископаемых

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Геохимия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.01** Геология (направленность : Геология и геохимия горючих ископаемых)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

#### 4. Объем и содержание дисциплины

|   |  |
|---|--|
| <b>Направление подготовки</b>                                       | 05.03.01 Геология (направленность: Геология и геохимия горючих ископаемых)                                 |
| <b>форма обучения</b>   | очная  |
| <b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>            | 8  |
| <b>Объем дисциплины (з.е.)</b>                                      | 3  |
| <b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>                                   | 108  |
| <b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>   | 42   |
| <b>Проведение лекционных занятий</b>                                | 28   |
| <b>Проведение практических занятий, семинаров</b>                   | 0  |
| <b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b> | 14   |
| <b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>                             | 66   |
| <b>Формы текущего контроля</b>                                      | Входное тестирование (1)<br>Итоговое контрольное мероприятие (1)<br>Письменное контрольное мероприятие (2) |
| <b>Формы промежуточной аттестации</b>                               | Зачет (8 триместр)   |

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Геохимия. Первый семестр

Предмет и объекты изучения геохимии. Фундаментальное и прикладное значение геохимии. Происхождение Земли и планет. Модель строения Земли по К. Буллену. Распространенность химических элементов в оболочках Земли. Геохимические и химические классификации элементов. Особенности строения и состава Луны. Вещественный состав и строение планет земной группы. Модели строения внешних планет и особенности их состава. Космохимия звезд, нуклеосинтез. Распространенность химических элементов в магматических и осадочных породах. Ряды мантийности элементов ультраосновных пород. Понятие изотоп. Стабильные и радиоактивные изотопы. Правила стабильности изотопов. Искусственные и радиоактивные изотопы. Виды радиоактивного распада. Основные закономерности относительной распространенности изотопов. Стабильные изотопы водорода, кислорода, азота, серы и их распространенность. Основы ядерной геохронологии. Понятие радиоактивность, естественные радиоактивные изотопы. Абсолютная геохронология, закон радиоактивного распада, период полураспада. Свинцово-изотопный, калий-аргоновый, рубидий-стронциевый, самарий-неодимовый, радиоуглеродный, иониевый методы определения абсолютного возраста горных пород. Понятие форма нахождения. Миграция атомов, среда миграции, показатели интенсивности миграции. Характеристика внутренних и внешних факторов миграции. Виды миграции. Понятие геохимический барьер. Классификации геохимических барьеров. Геохимическая зональность систем. Понятие первичного, вторичного ореолов рассеяния. Понятие геохимическое поле, геохимическая аномалия. Типы систем в геохимии по А.И. Перельману. Геохимия систем минерального уровня. Геохимия магматических и метаморфических систем. Понятие гидротермальная система. Источники гидротермальных растворов. Среда миграции, состав атомов мигрантов и их зависимость от внешних факторов миграции. Элементарные формы нахождения атомов в гидротермальных системах. Характеристика геохимических барьеров гидротермальных систем. Значение метасоматоза для геохимии гидротермальных систем. Понятие биокосная система. Общие черты биокосных систем. Геохимия почв. Прикладные аспекты изучения геохимии почв. Понятие кора выветривания. Виды выветривания и их роль в формировании профиля коры выветривания. Геохимические барьеры коры выветривания. Стадии развития коры выветривания изверженных пород. Понятие осадок. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов осадков по А.И. Перельману. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность осадков. Понятие водоносный горизонт. Основные компоненты водных растворов водоносных горизонтов. Характеристика типов, классов, групп, семейств водоносных горизонтов. Вертикальная и горизонтальная гидрогеохимическая зональность водоносных горизонтов. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов водоносных горизонтов по А.И. Перельману. Понятие атмосфера. Характеристика надземной и подземной атмосферы. ации атомов. Геохимия гидросферы. Эволюция гидросферы. Понятия ландшафт, элементарный ландшафт с позиции геохимии. Границы и вертикальная неоднородность ландшафта. Характеристика типов геохимически сопряженных элементарных ландшафтов. Геохимия литосферы. Понятия техносфера, техногенез, техногенная миграция. Особенности процессов техногенеза, технофильность. Понятия биогеохимия, живое вещество. Биогеохимические функции живого вещества. Геохимия биосферы. Биогеохимия растений: гумидокатные и аридонитные растения. Биогеохимия животных. Биогеохимия микроорганизмов. Палеобиогеохимия. Прикладной аспект геохимии биологических систем. Принципы характеристики геохимии элемента. Краткая характеристика элементов I группы, II группы, III группы. Общие закономерности исторической геохимии. Физические основы спектральных методов анализа. Метрологические параметры аналитических методов. Классификация методов спектрального анализа, рентгенофлуоресцентный анализ. Физические основы методов, пробоподготовка, приборы, анализ геологических объектов.

### **Распространенность атомов химических элементов в природе**

Понятие «Геохимия», предмет и объекты изучения геохимии. История становления геохимии. Фундаментальное и прикладное значение геохимии. Происхождение Земли и планет. Эволюционный и катастрофический путь формирования Земли. Гипотезы происхождения Луны. Модель строения Земли по К. Буллену. Распространенность химических элементов в оболочках Земли. Геохимические и химические классификации элементов. Особенности строения и состава Луны. Вещественный состав и строение планет земной группы. Модели строения внешних планет и особенности их состава. Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон резко отличаются от планет земной группы малой плотностью ( $0,7—1,7$  г/см<sup>3</sup>), преобладанием в атмосфере Н и Не. Космохимия звезд, нуклеосинтез. Распространенность химических элементов в магматических и осадочных породах. Распределение макроэлементов в горных породах показывает, что их содержание может существенно отличаться, от их кларка в земной коре. Ряды мантийности элементов ультраосновных пород. Среднее содержание макроэлементов в главных типах осадочных горных пород.

### **Введение в геохимию**

Понятие "Геохимия", предмет и объекты изучения геохимии. История становления геохимии. Рождение Фундаментальное и прикладное значение геохимии.

### **Происхождение Земли и планет. Распространенность химических элементов в оболочках Земли**

Происхождение Земли и планет. Эволюционный и катастрофический путь формирования Земли. Гипотезы происхождения Луны. Модель строения Земли по К. Буллену. Распространенность химических элементов в оболочках Земли. Геохимические и химические классификации элементов.

### **Распространенность химических элементов в планетах Солнечной системы, главных типах горных пород**

Особенности строения и состава Луны. Вещественный состав и строение планет земной группы. Модели строения внешних планет и особенности их состава. Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон резко отличаются от планет земной группы малой плотностью ( $0,7—1,7$  г/см<sup>3</sup>), преобладанием в атмосфере Н и Не. Космохимия звезд, нуклеосинтез.

Распространенность химических элементов в магматических и осадочных породах. Распределение макроэлементов в горных породах показывает, что их содержание может существенно отличаться, от их кларка в земной коре. Ряды мантийности элементов ультраосновных пород. Среднее содержание макроэлементов в главных типах осадочных горных пород.

### **Геохимия изотопов**

Понятие изотоп. Стабильные и радиоактивные изотопы. Правила стабильности изотопов: правило симметрии, правило Оддо-Гаркинса. Искусственные и радиоактивные изотопы. Виды радиоактивного распада. Основные закономерности относительной распространенности изотопов. Значение исследования стабильных изотопы кислорода, углерода, серы, водорода и азота для решения геологических вопросов. Стабильные изотопы водорода протий, дейтерий и их распределение в геологических и природных объектах. Радиоактивный изотоп водорода тритий. Стабильные изотопы углерода <sup>12</sup>С, <sup>13</sup>С, их распространенность и геохимическая миграция в природе. Стабильные изотопы кислорода: <sup>16</sup>О, <sup>17</sup>О, <sup>18</sup>О, их распространенность в природных объектах и горных породах.

Стабильные изотопы азота:  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ . Стабильные изотопы серы:  $^{32}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{36}\text{S}$ , их распространенность в природных объектах, особенности геохимической миграции. Основы ядерной геохронологии. Понятие радиоактивность, естественные радиоактивные изотопы. Природный ядерный реактор (феномен Окло). Абсолютная геохронология, закон радиоактивного распада, период полураспада. Основные типы естественных ядерных превращений. Свинцово-изотопный метод геохронологии основан на радиоактивном распаде изотопов урана и тория ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ). Аргоновый (калий-аргоновый) метод основан на радиогенном накоплении аргона ( $^{40}\text{Ar}$ ) в калиевых минералах. Стронциевый (рубидий-стронциевый) метод основан на радиоактивном распаде рубидия  $^{87}\text{Rb}$  и превращении его в изотоп стронция  $^{87}\text{Sr}$ . Самарий-неодимовый, радиоуглеродный, иониевый методы определения абсолютного возраста горных пород.

### **Основные закономерности распространения изотопов**

Понятие изотоп. Стабильные и радиоактивные изотопы. Правила стабильности изотопов: правило симметрии, правило Оддо-Гаркина. Искусственные и радиоактивные изотопы. Виды радиоактивного распада. Основные закономерности относительной распространенности изотопов.

### **Изотопы водорода, углерода, азота, кислорода, серы**

Значение исследования стабильных изотопы кислорода, углерода, серы, водорода и азота для решения геологических вопросов. Стабильные изотопы водорода протий, дейтерий и их распределение в геологических и природных объектах. Радиоактивный изотоп водорода тритий. Стабильные изотопы углерода  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ , их распространенность и геохимическая миграция в природе. Стабильные изотопы кислорода:  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ , их распространенность в природных объектах и горных породах. Стабильные изотопы азота:  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ . Стабильные изотопы серы:  $^{32}\text{S}$ ,  $^{33}\text{S}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{36}\text{S}$ , их распространенность в природных объектах, особенности геохимической миграции

### **Способы определения абсолютных возрастов природных объектов**

Основы ядерной геохронологии. Понятие радиоактивность, естественные радиоактивные изотопы. Природный ядерный реактор (феномен Окло). Абсолютная геохронология, закон радиоактивного распада, период полураспада. Основные типы естественных ядерных превращений. Свинцово-изотопный метод геохронологии основан на радиоактивном распаде изотопов урана и тория ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ). Аргоновый (калий-аргоновый) метод основан на радиогенном накоплении аргона ( $^{40}\text{Ar}$ ) в калиевых минералах. Стронциевый (рубидий-стронциевый) метод основан на радиоактивном распаде рубидия  $^{87}\text{Rb}$  и превращении его в изотоп стронция  $^{87}\text{Sr}$ . Самарий-неодимовый, радиоуглеродный, иониевый методы определения абсолютного возраста горных пород.

### **Законы миграции химических элементов**

Понятие форма нахождения и её влияние на миграцию атомов химических элементов. Основные формы нахождения атомов и их характеристика: водные растворы, газовые растворы, кристаллы минералов, живое вещество, магма, плазма. Миграция атомов, среда миграции, показатели интенсивности миграции. Характеристика внутренних и внешних факторов миграции и их влияние на перемещение атомов в пространстве. Виды миграции: механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная. Типы миграции по В.А. Алексеенко.

Понятие геохимический барьер. Классификации геохимических барьеров. Характеристика геохимических барьеров механической группы природного типа: гидродинамического, аэродинамического, плотикового, фильтрационного. Характеристика геохимических барьеров физико-химической группы природного типа: барического, температурного, термобарического, кислого, щелочного, окислительного, восстановительного (глеевый, сероводородный), испарительно-концентрационного, сорбционного, инфильтрационно-диффузионного. Характеристика

геохимических барьеров биогеохимической группы природного типа: фитогенного, зоогенного, бактериального. Основные факторы концентрации химических элементов на биогеохимических барьерах. Характеристика комплексной группы геохимических барьеров. Краткая характеристика геохимических барьеров техногенного типа. Геохимическая зональность систем. Понятие первичного, вторичного ореолов рассеяния. Решение основной прикладной задачи геохимии путем анализа распределения содержаний химического элемента. Понятие геохимическое поле, геохимическая аномалия.

### **Миграция атомов химических элементов**

Понятие форма нахождения и её влияние на миграцию атомов химических элементов. Основные формы нахождения атомов и их характеристика: водные растворы, газовые растворы, кристаллы минералов, живое вещество, магма, плазма. Миграция атомов, среда миграции, показатели интенсивности миграции. Характеристика внутренних и внешних факторов миграции и их влияние на перемещение атомов в пространстве. Виды миграции: механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная. Типы миграции по В.А. Алексеенко.

### **Геохимические барьеры**

Понятие геохимический барьер. Классификации геохимических барьеров. Характеристика геохимических барьеров механической группы природного типа: гидродинамического, аэродинамического, плотикового, фильтрационного. Характеристика геохимических барьеров физико-химической группы природного типа: барического, температурного, термобарического, кислого, щелочного, окислительного, восстановительного (глеевый, сероводородный), испарительно-концентрационного, сорбционного, инфильтрационно-диффузионного. Характеристика геохимических барьеров биогеохимической группы природного типа: фитогенного, зоогенного, бактериального. Основные факторы концентрации химических элементов на биогеохимических барьерах. Характеристика комплексной группы геохимических барьеров. Краткая характеристика геохимических барьеров техногенного типа

### **Рассеянное и концентрированное состояние атомов в геологических телах**

Геохимическая зональность систем. Понятие первичного, вторичного ореолов рассеяния. Решение основной прикладной задачи геохимии путем анализа распределения содержаний химического элемента. Понятие геохимическое поле, геохимическая аномалия.

### **Геохимия геологических систем**

Типы систем в геохимии по А.И. Перельману. Геохимия систем минерального уровня. Минерал элементарная геологическая система. Способность элементов к минералообразованию. Парагенная и пространственная ассоциация элементов. Прикладной аспект изучения геохимии минералов: минералы-концентраты, минералы-индикаторы. Понятие магма, её главные катионы, тугоплавкие и летучие компоненты. Положение магмы по окислительно-восстановительным и щелочно-кислотным условиям в системах земной коры и Земли в целом. Влияние внешних факторов на особенности миграции атомов в магматических системах. Значение химической классификации магматических горных пород на их геохимические особенности. Факторы метаморфизма их роль в геохимии метаморфических систем. Прогрессивный, регрессивный, изохимический и аллохимический метаморфизм. Характер миграции атомов в метаморфических системах. Понятие гидротермальная система. Источники гидротермальных растворов: магматический, метаморфический, метеорный. Среда миграции, состав атомов мигрантов и их зависимость от внешних факторов миграции. Элементарные формы нахождения атомов в гидротермальных системах. Характеристика геохимических барьеров

гидротермальных систем. Значение метасоматоза для геохимии гидротермальных систем (метасоматическая зональность). Строение гидротермальной системы. Понятие биокосная система. Общие черты биокосных систем. Геохимия почв: понятие почва, геохимическая сущность почвообразования, генетические горизонты почвенного профиля. Виды и особенности миграции атомов химических элементов в почве. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность почв. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов почв по А.И. Перельману. Прикладные аспекты изучения геохимии почв. Понятие кора выветривания. Виды выветривания и их роль в формировании профиля коры выветривания. Геохимические барьеры коры выветривания. Стадии развития коры выветривания изверженных пород. Вертикальная и горизонтальная геохимическая зональность кор выветривания. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов кор выветривания по А.И. Перельману. Понятие осадок. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов осадков по А.И. Перельману. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность осадков. Понятие водоносный горизонт. Основные компоненты водных растворов водоносных горизонтов. Характеристика типов, классов, групп, семейств водоносных горизонтов. Вертикальная и горизонтальная гидрогеохимическая зональность водоносных горизонтов. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов водоносных горизонтов по А.И. Перельману. Понятие атмосфера. Характеристика оболочек надземной атмосферы по термодинамическим условиям, химическому составу, формам нахождения атомов, особенностям миграции атомов. Характеристика подземной атмосферы по составу газов, формам их нахождения, особенностям миграции. Понятие гидросфера. Формы нахождения атомов в гидросфере и химический состав океанических, морских и внутриматериковых поверхностных вод по Eh, температуре, рН. Особенность видов миграции и геохимических барьеров в гидросфере. Эволюция гидросферы. Понятия ландшафт, элементарный ландшафт с позиции геохимии. Границы и вертикальная неоднородность ландшафта. Характеристика типов геохимически сопряжённых элементарных ландшафтов: элювиального, супераквального, субаквального. Геохимическая классификация ландшафтов А.И. Перельмана. Геохимия литосферы. Понятия техносфера, техногенез, техногенная миграция. Особенности процессов техногенеза, технофильность. Характеристика техногенных аномалий по масштабам распространения и влиянию на окружающую среду. Классификация и характеристика техногенных барьеров. Управление техногенезом и оптимизация техносферы.

### **Геохимия геологических систем минерального уровня**

Типы систем в геохимии по А.И. Перельману. Геохимия систем минерального уровня. Минерал элементарная геологическая система. Способность элементов к минералообразованию. Парагенная и пространственная ассоциация элементов. Прикладной аспект изучения геохимии минералов: минералы-концентраторы, минералы-индикаторы.

### **Геохимия геологических систем породного уровня**

Понятие магма, её главные катионы, тугоплавкие и летучие компоненты. Положение магмы по окислительно-восстановительным и щелочно-кислотным условиям в системах земной коры и Земли в целом. Влияние внешних факторов на особенности миграции атомов в магматических системах. Значение химической классификации магматических горных пород на их геохимические особенности. Факторы метаморфизма их роль в геохимии метаморфических систем. Прогрессивный, регрессивный, изохимический и аллохимический метаморфизм. Характер миграции атомов в метаморфических системах. Понятие гидротермальная система. Источники гидротермальных растворов: магматический, метаморфический, метеорный. Среда миграции, состав атомов мигрантов и их зависимость от внешних факторов миграции. Элементарные формы нахождения атомов в гидротермальных системах. Характеристика геохимических барьеров гидротермальных систем. Значение метасоматоза для

геохимии гидротермальных систем (метасоматическая зональность). Строение гидротермальной системы. Понятие биокосная система. Общие черты биокосных систем. Геохимия почв: понятие почва, геохимическая сущность почвообразования, генетические горизонты почвенного профиля. Виды и особенности миграции атомов химических элементов в почве. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность почв. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов почв по А.И. Перельману. Прикладные аспекты изучения геохимии почв. Понятие кора выветривания. Виды выветривания и их роль в формировании профиля коры выветривания. Геохимические барьеры коры выветривания. Стадии развития коры выветривания изверженных пород. Вертикальная и горизонтальная геохимическая зональность кор выветривания. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов кор выветривания по А.И. Перельману. Понятие осадок. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов осадков по А.И. Перельману. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность осадков. Понятие водоносный горизонт. Основные компоненты водных растворов водоносных горизонтов. Характеристика типов, классов, групп, семейств водоносных горизонтов. Вертикальная и горизонтальная гидрогеохимическая зональность водоносных горизонтов. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов водоносных горизонтов по А.И. Перельману.

#### **Геохимия магматических и метаморфических систем**

Понятие магма, её главные катионы, тугоплавкие и летучие компоненты. Положение магмы по окислительно-восстановительным и щелочно-кислотным условиям в системах земной коры и Земли в целом. Влияние внешних факторов на особенности миграции атомов в магматических системах. Значение химической классификации магматических горных пород на их геохимические особенности. Факторы метаморфизма их роль в геохимии метаморфических систем. Прогрессивный, регрессивный, изохимический и аллохимический метаморфизм. Характер миграции атомов в метаморфических системах.

#### **Геохимия гидротермальных систем**

Понятие гидротермальная система. Источники гидротермальных растворов: магматический, метаморфический, метеорный. Среда миграции, состав атомов мигрантов и их зависимость от внешних факторов миграции. Элементарные формы нахождения атомов в гидротермальных системах. Характеристика геохимических барьеров гидротермальных систем. Значение метасоматоза для геохимии гидротермальных систем (метасоматическая зональность). Строение гидротермальной системы.

#### **Геохимия биокосных систем породного уровня: почвы, коры выветривания**

Понятие биокосная система. Общие черты биокосных систем. Геохимия почв: понятие почва, геохимическая сущность почвообразования, генетические горизонты почвенного профиля. Виды и особенности миграции атомов химических элементов в почве. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность почв. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов почв по А.И. Перельману. Прикладные аспекты изучения геохимии почв. Понятие кора выветривания. Виды выветривания и их роль в формировании профиля коры выветривания. Геохимические барьеры коры выветривания. Стадии развития коры выветривания изверженных пород. Вертикальная и горизонтальная геохимическая зональность кор выветривания. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов кор выветривания по А.И. Перельману.

#### **Геохимия биокосных систем породного уровня: осадки, водоносные горизонты**

Понятие осадок. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов осадков по А.И. Перельману. Горизонтальная и вертикальная геохимическая зональность осадков. Понятие водоносный

горизонт. Основные компоненты водных растворов водоносных горизонтов. Характеристика типов, классов, групп, семейств водоносных горизонтов. Вертикальная и горизонтальная гидрогеохимическая зональность водоносных горизонтов. Характеристика окислительного, глеевого, сероводородного рядов водоносных горизонтов по А.И. Перельману.

### **Геохимия геологических оболочек**

Понятие атмосфера. Характеристика оболочек надземной атмосферы по термодинамическим условиям, химическому составу, формам нахождения атомов, особенностям миграции атомов. Характеристика подземной атмосферы по составу газов, формам их нахождения, особенностям миграции. Понятие гидросфера. Формы нахождения атомов в гидросфере и химический состав океанических, морских и внутриматериковых вод. Классификация океанических и внутриматериковых поверхностных вод по Eh, температуре, рН. Особенность видов миграции и геохимических барьеров в гидросфере. Эволюция гидросферы. Понятия ландшафт, элементарный ландшафт с позиции геохимии. Границы и вертикальная неоднородность ландшафта. Характеристика типов геохимически сопряжённых элементарных ландшафтов: элювиального, супераквального, субаквального. Геохимическая классификация ландшафтов А.И. Перельмана. Геохимия литосферы. Понятия техносфера, техногенез, техногенная миграция. Особенности процессов техногенеза, технофильность. Характеристика техногенных аномалий по масштабам распространения и влиянию на окружающую среду. Классификация и характеристика техногенных барьеров. Управление техногенезом и оптимизация техносферы.

### **Геохимия атмосферы, гидросферы**

Понятие атмосфера. Характеристика оболочек надземной атмосферы по термодинамическим условиям, химическому составу, формам нахождения атомов, особенностям миграции атомов. Характеристика подземной атмосферы по составу газов, формам их нахождения, особенностям миграции. Понятие гидросфера. Формы нахождения атомов в гидросфере и химический состав океанических, морских и внутриматериковых вод. Классификация океанических и внутриматериковых поверхностных вод по Eh, температуре, рН. Особенность видов миграции и геохимических барьеров в гидросфере. Эволюция гидросферы

### **Геохимия ландшафта, техносферы**

Понятия ландшафт, элементарный ландшафт с позиции геохимии. Границы и вертикальная неоднородность ландшафта. Характеристика типов геохимически сопряжённых элементарных ландшафтов: элювиального, супераквального, субаквального. Геохимическая классификация ландшафтов А.И. Перельмана. Геохимия литосферы. Понятия техносфера, техногенез, техногенная миграция. Особенности процессов техногенеза, технофильность. Характеристика техногенных аномалий по масштабам распространения и влиянию на окружающую среду. Классификация и характеристика техногенных барьеров. Управление техногенезом и оптимизация техносферы.

### **Принципы биогеохимии**

Понятия биогеохимия, живое вещество. Биогеохимические функции живого вещества: концентрационная, энергетическая, газообразующая, средообразующая, трансформационная, энтропийная, биохимическая. Геохимия биосферы. Роль элементарного состава организмов в геохимии биологических систем. Биогеохимия растений: гумидокатные и аридонитные растения. Биогеохимия животных. Биогеохимия микроорганизмов. Палеобиогеохимия. Прикладной аспект геохимии биологических систем.

### **Общие особенности биогенной миграции**

Понятия биогеохимия, живое вещество. Биогеохимические функции живого вещества:

концентрационная, энергетическая, газообразующая, средообразующая, трансформационная, энтропийная, биохимическая. Геохимия биосферы.

#### **Геохимия биологических систем**

Роль элементарного состава организмов в геохимии биологических систем. Биогеохимия растений: гумидокатные и аридонитные растения. Биогеохимия животных. Биогеохимия микроорганизмов. Палеобиогеохимия. Прикладной аспект геохимии биологических систем.

#### **Геохимия отдельных элементов**

Принципы характеристики геохимии элемента. Краткая характеристика элементов I группы, II группы, III группы.

#### **Общие закономерности исторической геохимии. Геохимические циклы**

Общие закономерности исторической геохимии. Принципы выделения геохимических эпох. Геохимия катархея. Геохимические циклы архейского этапа. Геохимические циклы протерозоя. Геохимические циклы рифея. Фанерозойские геохимические циклы: каледонский, герцинский, альпийский.

#### **Способы измерений концентраций химических элементов в природных средах**

Физические основы спектральных методов анализа. Метрологические параметры аналитических методов. Классификация методов спектрального анализа: эмиссионный спектральный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ. Физические основы методов, пробоподготовка, приборы, анализ геологических объектов.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Перельман А. И. Геохимия:учебник/А. И. Перельман.-М.:Высш. шк.,1989.-528.
2. Чертко, Н. К. Геохимия : учебник для студентов, обучающихся по геологическим специальностям / Н. К. Чертко. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 291 с. — ISBN 978-5-4497-0030-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/83923.html>

### Дополнительная:

1. Максимович Н. Г.,Хайрулина Е. А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды:учебное пособие/Н. Г. Максимович, Е. А. Хайрулина.-Пермь,2011, ISBN 978-5-7944-1655-8.-1.  
<http://k.psu.ru/library/node/311941>
2. Стерленко, З. В. Общая геохимия : практикум / З. В. Стерленко, А. А. Рожнова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 148 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/66070.html>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://znanium.com> Электронно-библиотечная система Znanium.com

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Геохимия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Офисный пакет приложений.
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель).
4. Офисный пакет приложений «LibreOffice».
5. Дисциплина не предусматривает использования специализированного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для лекционных занятий, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультации: Отдел физико-химических методов исследования. Состав оборудования, учебно-наглядное пособие определено в паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы помещению научной библиотеки ПГНИУ, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: Отдел физико-химических методов исследования. Состав оборудования, учебно-наглядное пособие определено в паспорте лаборатории.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Геохимия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

| <b>Компетенция<br/>(индикатор)</b>  | <b>Планируемые результаты<br/>обучения</b>  | <b>Критерии оценивания результатов<br/>обучения</b>   |
|---|---|---|
| <p><b>ОПК.1.1</b><br/>Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> | <p>Знать представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук<br/>Владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук<br/>Уметь работать с базой и формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении геохимии.</p> | <p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук<br/>Не владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук<br/>Не умеет работать с базой и формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении геохимии.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук<br/>Не владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук<br/>Умеет работать с базой и формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении геохимии.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Не знает представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> |

| Компетенция<br>(индикатор) | Планируемые результаты<br>обучения | Критерии оценивания результатов<br>обучения   |
|----------------------------|------------------------------------|---|
|                            |                                    | <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук<br/> Умеет работать с базой и формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении геохимии.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук<br/> Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук<br/> Умеет работать с базой и формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении геохимии.</p> |

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов : 100**

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

| Компетенция (индикатор)   | Мероприятие текущего контроля  | Контролируемые элементы результатов обучения                                       |
|---|--|--|
| <b>Входной контроль</b>   | Введение в геохимию<br><b>Входное тестирование</b>   | Проверка остаточных знаний по изученным дисциплинам                                |
| <b>ОПК.1.1</b><br>Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук | Геохимические барьеры<br><b>Письменное контрольное мероприятие</b>   | Теоретические знания разделов геохимии   |
| <b>ОПК.1.1</b><br>Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук | Рассеянное и концентрированное состояние атомов в геологических телах<br><b>Письменное контрольное мероприятие</b> | Навыки и умение студента применять знания Геохимии при решении практических задач. |
| <b>ОПК.1.1</b><br>Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук | Способы измерений концентраций химических элементов в природных средах<br><b>Итоговое контрольное мероприятие</b>  | Теоретические знания разделов геохимии.  |

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Введение в геохимию

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания                        | Баллы |
|--|-------|
| Проверка знаний по минералогии и петрографии | 8     |
| Проверка знаний по общей геологии            | 6     |
| Проверка знаний по общей физике              | 4     |
| Проверка знаний по химии                     | 2     |

### Геохимические барьеры

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

| Показатели оценивания                     | Баллы |
|---|-------|
| Количество правильных ответов в задании 6 | 30    |
| Количество правильных ответов в задании 5 | 25    |
| Количество правильных ответов в задании 4 | 20    |
| Количество правильных ответов в задании 3 | 15    |
| Количество правильных ответов в задании 2 | 10    |
| Количество правильных ответов в задании 1 | 5     |
| Количество правильных ответов в задании 0 | 0     |

### Рассеянное и концентрированное состояние атомов в геологических телах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

| Показатели оценивания  | Баллы |
|--|-------|
| Изолинии карты геохимического поля восстановлены без ошибок.           | 30    |
| Изолинии карты геохимического поля восстановлены с ошибками на 20%.    | 25    |
| Изолинии карты геохимического поля восстановлены с ошибками на 30%.    | 20    |
| Изолинии карты геохимического поля восстановлены с ошибками на 50%.    | 15    |
| Изолинии карты геохимического поля восстановлены с ошибками на 50-65%. | 10    |
| Изолинии карты геохимического поля восстановлены с ошибками более 65%. | 5     |
| Карта геохимического поля не восстановлена.                            | 0     |

### Способы измерений концентраций химических элементов в природных средах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **19**

| Показатели оценивания | Баллы |
|-----------------------|-------|
|-----------------------|-------|

|  |    |
|--|----|
| Количество правильных ответов в задании 6. | 40 |
| Количество правильных ответов в задании 5. | 34 |
| Количество правильных ответов в задании 4. | 27 |
| Количество правильных ответов в задании 3. | 20 |
| Количество правильных ответов в задании 2. | 13 |
| Количество правильных ответов в задании 1. | 7  |
| Количество правильных ответов в задании 0. | 0  |