

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
с.н.с. **О.М. Прищепа**

Проректор по образовательной
деятельности
доцент **Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.02 Прикладная геология
Специализация:	Геология месторождений нефти и газа
Квалификация выпускника:	горный инженер-геолог
Форма обучения:	очная
Составитель:	профессор С.Г. Скублов

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Общая геохимия» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России №953 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология», специализация «Геология месторождений нефти и газа».

Составитель _____ д.г-м.н., профессор С.Г. Скублов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии от 07.02.2022 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой _____ д.г-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

_____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- Познакомить студентов с теоретическими основами и методами геохимии как науки о формах нахождения и путях миграции химических элементов и их изотопов в геологических средах, с тем, чтобы они могли правильно интерпретировать результаты геохимических исследований и применять их для решения конкретных геологических задач.

Основные задачи дисциплины:

- Изучение теоретических основ геохимии
- Изучение аналитических методов геохимии
- Владение основными методами геохимии и геохимическими методами поисков полезных ископаемых
- Формирование навыков использования данных по геохимии при решении геолого-петрологических проблем и задач прикладной геологии и металлогении
- Приобретение навыков практического применения полученных знаний и способностей для самостоятельной работы
- Развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области геологии нефти и газа методами геохимии

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Общая геохимия» относится к обязательной части «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Общая геохимия» являются «Химия элементов и их соединений», «Геология и геохимия нефти и газа», «Кристаллография и минералогия», «Петрография».

Дисциплина «Общая геохимия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин «Экология», «Теоретические основы поиска и разведки нефти и газа».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Общая геохимия» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ОПК-13	ОПК-13.1 - Знать методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд, основные геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых
		ОПК-13.2 - Уметь решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы
		ОПК-13.3 - Владеть: - навыками изучения и анализа вещественного состава и физико-механических свойств горных пород и руд

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	85	85
Лекции (Л)	51	51
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	23	23
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным занятиям	14	14
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины (ак. час.)	144	144
Общая трудоемкость дисциплины (зач. ед.)	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1. Общие вопросы геохимии	21	8	10		3
2.	Раздел 2. Изотопная геохимия и геохронология	17	6	8		3
3.	Раздел 3. Прикладная геохимия	16	6	8		2

		Виды занятий				
4.	Раздел 4. Основы аналитической геохимии	7	4	-		3
5.	Раздел 5. Геохимия эндогенных процессов	19	9	8		2
6.	Раздел 6. Геохимия экзогенных процессов	9	6	-		3
7.	Раздел 7. Геохимия элементов (на примере геохимии редкоземельных элементов)	4	2	-		2
8.	Раздел 8. Геохимия гидросферы и атмосферы	7	4	-		3
9.	Раздел 9. Биогеохимия и экологическая геохимия	8	6	-		2
Итого:		108	51	34	-	23

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Общие вопросы геохимии	Введение. Предмет геохимии, связь геохимии с другими науками. Основные проблемы геохимии: распространённость элементов и распределение элементов в природе. Возникновение геохимии. Происхождение элементов. Космогеохимия. Состояние (формы нахождения) элементов в природе. Распространённость элементов в космических телах и основных оболочках Земли (ядро, мантия, земная кора). Кларки. Геохимические классификации элементов. Основные законы геохимии.	8
2	Раздел 2. Изотопная геохимия и геохронология	Строение атома. Закон радиоактивного распада как основа изотопной геохронологии. Понятие изохроны. Основы Rb-Sr метода. Основы Sm-Nd метода. Геохимия изотопов Sr и Nd. Принципы U-Th-Pb метода. Изотопная U-Pb геохронология по циркону и другим минералам. Основы геотермохронологии. Принципы радиоуглеродного метода изотопного датирования. Основы геохимии стабильных изотопов. Геохимия изотопов H, O, C и S.	6
3	Раздел 3. Прикладная геохимия	Задачи прикладной геохимии. Геохимические съемки: литохимические, гидрохимические, атмосферические и биогеохимические. Сети геохимического опробования и требования к минимальной плотности сети. Прогнозно-поисковая геохимия и решаемые ею задачи. Геохимические поля, геохимические аномалии. Способы выявления геохимических аномалий и составления геохимических карт. Первичные, вторичные ореолы и потоки рассеяния месторождений полезных ископаемых:	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		литохимические, гидрохимические, атмосферические и биогеохимические. Породные аномалии и ландшафтные аккумуляции элементов. Понятие о геохимических методах поисков полезных ископаемых.	
4	Раздел 4. Основы аналитической геохимии	Определение содержаний элементов и форм их нахождения в геологических объектах - главная задача аналитической геохимии. Химический и физико-химический методы анализа. Методы спектрального анализа: эмиссионная спектроскопия, атомно-абсорбционный анализ, рентгеноспектральный метод. Масс-спектрометрические методы. Методы локального анализа. Нейтронно-активационный и другие ядерно-физические методы. Возможности и ограничения методов. Оптимальный выбор методов исследования.	4
5	Раздел 5. Геохимия эндогенных процессов	Геохимия магматических процессов. Фракционирование элементов в процессах генерации и кристаллизации магм. Элементы-примеси как индикаторы условий магматических процессов и источника магм. Геохимия метаморфических процессов. Типы и фации метаморфизма. Геохимические признаки исходного состава метаморфических пород. Геохимия гидротермально-метасоматических процессов. Информация о составе, источнике и физико-химических параметрах гидротермальных растворов. Влияние температуры и давления. Связь метасоматитов с различными типами руд.	9
6	Раздел 6. Геохимия экзогенных процессов	Геохимическая классификация осадочных образований. Химический состав и геохимические особенности различных типов осадочных пород. Относительная распространенность различных типов осадочных пород. Геохимический баланс летучих и других компонентов в осадочной оболочке. Поведение элементов в ходе выветривания. Геохимия кор выветривания. Миграция элементов. Типы геохимических барьеров. Геохимия почв. Геохимия нефти.	6
7	Раздел 7. Геохимия элементов (на примере геохимии редкоземельных элементов)	Общность поведения в геологических процессах - основа современной геохимической классификации элементов. Основные черты геохимии групп элементов (на примере РЗЭ): история открытия, методов исследования, закономерности распределения в породах и минералах, поведение в геологических процессах, прикладные аспекты использования.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
8	Раздел 8. Геохимия гидросферы и атмосферы	Гидросфера, ее строение, типы природных вод. Факторы, определяющие разнообразие природных вод. Геохимия океана. Состав, формы нахождения элементов. Консервативные и неконсервативные компоненты. Взаимодействие с атмосферой и горными породами. Роль процессов с участием живых организмов. Потоки и время пребывания в океане компонентов. Формирование солевой массы океана. Геохимия вод континентов. Генетические типы поверхностных и подземных вод, их состав. Процессы, формирующие состав подземных вод. Происхождение гидросферы. Эволюция ее состава в геологической истории. Состав и строение атмосферы. Постоянные и переменные компоненты. Происхождение и эволюция атмосферы. Роль биологических процессов. Время пребывания различных компонентов. Геохимия природных газов.	4
9	Раздел 9. Биогеохимия и экологическая геохимия	Биосфера, ее химический состав, состав и масса живого вещества. Геохимическая роль живого вещества. Биогеохимические процессы как геологический фактор. Неравновесность биологических систем. Органическое вещество в геохимии. Группы органических соединений, их распространенность, условия и формы накопления. Процессы синтеза и разложения органического вещества. Концентрирование редких и рассеянных элементов в органическом веществе. Человек и окружающая биогеохимическая среда. Понятие о ноосфере. Геохимические аспекты охраны окружающей среды. Источники загрязнения, геохимические особенности поведения элементов, прямые и косвенные признаки. Меры предупреждения. Геохимия техногенеза.	6
Итого:			51

4.2.4. Практические занятия

№п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Распространенность элементов (с использованием компьютерных программ графического представления данных). Построение и интерпретация спайдер-диаграмм, дискриминационных геохимических диаграмм (с использованием компьютерных программ графического представления данных).	10
2	2	Определение возраста горной породы (с использованием программы "мастер формул" Excel)	8

№п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
3	3	Картирование геохимической аномалии (с использованием при расчетах программы Statistica)	8
4	5	Геохимия элемента. Написание реферата, доклад (компьютерная презентация).	8
Итого:			34

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне промежуточной аттестации) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов). Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

Раздел 1. Общие вопросы геохимии.

1. Предмет геохимии, связь геохимии с другими науками.
2. Происхождение элементов.
3. Геохимические классификации.
4. Распространенность элементов.
5. Основные законы геохимии.

Раздел 2. Изотопная геохимия и геохронология.

1. Строение атома. Изотопы.
2. Стабильные изотопы.
3. Виды радиоактивного распада.
4. Закон радиоактивного распада.
5. Периода полураспада.

Раздел 3. Прикладная геохимия.

1. Геохимические аномалии.
2. Первичные ореолы.
3. Вторичные ореолы.
4. Геохимическая съемка.
5. Геохимические методы поисков.

Раздел 4. Основы аналитической геохимии.

1. Химический и физико-химический методы анализа.
2. Методы спектрального анализа.
3. Масс-спектрометрические методы.
4. Методы локального анализа.
5. Выбор методов исследования.

Раздел 5. Геохимия эндогенных процессов.

1. Геохимия магматических процессов.
2. Геохимия метаморфических процессов.
3. Геохимия метасоматических процессов.
4. Индикаторная роль редких элементов.
5. Геохимические диаграммы.

Раздел 6. Геохимия экзогенных процессов.

1. Геохимия осадочных процессов.
2. Геохимия процессов выветривания.
3. Миграция элементов.
4. Геохимия почв.
5. Геохимия нефти.

Раздел 7. Геохимия элементов (на примере геохимии редкоземельных элементов).

1. Химические свойства элементов.
2. Поведение в эндогенных процессах.
3. Поведение в экзогенных процессах.
4. Индикаторная роль элементов.
5. Геохимия элементов в составе пород и минералов.

Раздел 8. Геохимия гидросферы и атмосферы.

1. Гидросфера, ее строение, типы природных вод.
2. Геохимия Мирового океана.
3. Геохимия подземных вод.
4. Геохимия газов.
5. Геохимия горючих газов.

Раздел 9. Биогеохимия и экологическая геохимия.

1. Геохимическая роль живого вещества.
2. Геохимические циклы элементов.
3. Экологическая геохимия.
4. Геохимия техногенеза.
5. Геохимический мониторинг.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Предмет геохимии, связь геохимии с другими науками.
2. Происхождение элементов.
3. Геохимические классификации.
4. Распространенность элементов.
5. Основные законы геохимии.
6. Строение атома. Изотопы.
7. Стабильные изотопы.
8. Виды радиоактивного распада.
9. Закон радиоактивного распада.
10. Периода полураспада.
11. Геохимические аномалии.
12. Первичные ореолы.
13. Вторичные ореолы.
14. Геохимическая съемка.
15. Геохимические методы поисков.
16. Химический и физико-химический методы анализа.
17. Методы спектрального анализа.
18. Масс-спектрометрические методы.
19. Методы локального анализа.
20. Выбор методов исследования.
21. Геохимия магматических процессов.
22. Геохимия метаморфических процессов.
23. Геохимия метасоматических процессов.
24. Индикаторная роль редких элементов.
25. Геохимические диаграммы.
26. Геохимия осадочных процессов.
27. Геохимия процессов выветривания.
28. Миграция элементов.
29. Геохимия почв.
30. Геохимия нефти.
31. Химические свойства элементов.
32. Поведение в эндогенных процессах.
33. Поведение в экзогенных процессах.
34. Геохимия элементов в составе пород и минералов.
35. Гидросфера, ее строение, типы природных вод.
36. Геохимия Мирового океана.
37. Геохимия подземных вод.
38. Геохимия газов.
39. Геохимическая роль живого вещества.
40. Геохимические циклы элементов.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п.п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Изотопы – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Атомы различных элементов, ядра которых содержат одинаковое число нуклонов. 2. Атомы одного элемента, имеющие в ядрах одинаковое число протонов, но различное число нейтронов. 3. Атомы различных элементов, имеющие одинаковое число нейтронов, но разные массы A и числа протонов Z. 4. Атомы одного элемента, имеющие одинаковое число как протонов, так и нейтронов, но различную энергию ядер.
2.	Константа радиоактивного состава прежде всего зависит от изменения...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Температуры. 2. Времени, прошедшего с начала распада материнского изотопа. 3. Константа распада не зависит от внешних условий и практически постоянна. 4. Количества материнского изотопа, испытывающего радиоактивный распад.
3.	Общее количество различных атомных ядер (нуклидов)...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совпадает с количеством нестабильных изотопов. 2. Значительно превышает количество известных химических элементов. 3. Незначительно превышает количество известных химических элементов. 4. Совпадает с количеством стабильных изотопов.
4.	Период полураспада – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Время, необходимое для полного протекания всей цепочки распада. 2. Время, в течение которого распадаются все атомы данного изотопа. 3. Время, в течение которого распадается половина атомов данного изотопа. 4. Время, в течение которого распадается две трети атомов данного изотопа.
5.	Rb-Sr метод датирования основан на превращении...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ^{85}Rb в ^{87}Sr. 2. ^{87}Rb в ^{87}Sr. 3. ^{87}Sr в ^{87}Rb. 4. ^{87}Rb в ^{86}Sr.
6.	Возраст прямо пропорционален...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значению первичного изотопного отношения. 2. Тангенсу угла наклона изохроны. 3. Содержанию материнского изотопа. 4. Константе радиоактивного распада.

7.	Построенная изохрона не является доказательством...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одновозрастности. 2. Геохимической замкнутости. 3. Одинакового количества материнского изотопа до начала радиоактивного распада. 4. Одинакового первичного изотопного отношения до начала радиоактивного распада.
8.	Слюды оптимально подходят для Rb-Sr метода, потому что они...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Содержат много Ca, который замещает Rb. 2. Содержат много K, который замещает Sr. 3. Содержат много K, который замещает Rb. 4. Содержат в составе воду (гидроксил-группы).
9.	Коровые породы, по сравнению с мантийными, имеют...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Более высокое $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ отношение. 2. Более низкое $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ отношение. 3. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ отношение не отличается. 4. Более низкое содержание Rb.
10.	Sm-Nd метод основан на превращении...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ^{144}Nd в ^{147}Sm. 2. ^{147}Sm в ^{143}Nd. 3. ^{143}Nd в ^{147}Sm. 4. ^{143}Nd в ^{144}Nd.
11.	В Sm-Nd методе обычно используют минералы:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полевые шпаты и кварц. 2. Гранат и амфибол. 3. Циркон. 4. Циркон и монацит.
12.	Как правило, в ходе эволюции Sm/Nd и Rb/Sr отношение...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Положительно коррелируется. 2. Эти два отношения равны друг другу. 3. Отрицательно коррелируется. 4. Закономерности отсутствуют.
13.	Nd-модельный возраст – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Время гипергенного изменения породы. 2. Время последнего метаморфизма породы. 3. Время кристаллизации породообразующих минералов. 4. Предполагаемое время отделения вещества пород от DM.
14.	Sm-Nd метод обычно используют для...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Древних пород основного состава. 2. Молодых гранитоидов. 3. Метасоматических пород вне зависимости от возраста. 4. Осадочных пород вне зависимости от возраста.
15.	^{238}U превращается в ^{206}Pb в результате...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бета-распада. 2. Альфа-распада. 3. Сложной цепочки распада. 4. Кластерного деления.

16.	Конкордия – это графическое представление...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изохроны для Sm-Nd системы. 2. Двух U-Pb геохронометров. 3. Изохроны для Rb-Sr системы. 4. Первичных изотопных отношений.
17.	Дискордия – это линия, соединяющая...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несогласующиеся возраста, получаемые Sm-Nd методом 2. Несогласующиеся возраста, получаемые U-Pb методом 3. Несогласующиеся возраста, получаемые Rb-Sr методом 4. Одинаковые первичные отношения изотопов Nd
18.	Главный минерал-геохронометр	<ol style="list-style-type: none"> 1. монацит 2. ксенотим 3. циркон 4. перовскит
19.	Радиоуглеродный метод датирования применяют для пород ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. моложе 1 млн. лет 2. моложе 50 тыс. лет 3. древнее 50 тыс. лет 4. древнее 1 млн. лет
20.	Время эгсгумации комплексов пород определяется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. трековым анализом 2. Rb-Sr методом 3. Lu-Hf методом 4. Sm-Nd методом

Вариант 2

№ п.п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Возраст самых древних пород на Земле ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. около 4.56 млрд. лет 2. около 3 млрд. лет 3. около 4 млрд. лет 4. около 5 млрд. лет
2.	Самый надежный метод геохронологии - ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. U-Pb 2. Sm-Nd 3. Rb-Sr 4. K-Ar
3.	Самое древнее вещество на Земле - ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. монацит 2. ксенотим 3. циркон 4. перовскит
4.	Стабильные изотопы...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Испытывают радиоактивный распад ($T_{1/2}$ велик) 2. Испытывают радиоактивный распад ($T_{1/2}$ мал) 3. Не испытывают радиоактивного распада. 4. Испытывают спонтанное деление.
5.	В геохимии стабильных изотопов обычно используют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sm, Nd, Lu, Hf. 2. Sm, Nd, Y, Yb. 3. H, O, N, C. 4. Rb, Sr, K, Ar.

6.	Отношение стабильных изотопов к стандарту обозначают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Альфа. 2. Дельта. 3. Гамма. 4. Сигма.
7.	Отношение стабильных изотопов выражается в...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процентах по отношению к стандарту. 2. Промилле по отношению к стандарту. 3. Абсолютных величинах. 4. Процентах по отношению к двум стандартам.
8.	Изотопное фракционирование стабильных изотопов...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Носит обратимый характер. 2. Носит необратимый характер. 3. Практически не проявляется. 4. Проявляется только в области высоких температур.
9.	SMOW – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Средний состав углистого хондрита. 2. Средний состав примитивной мантии. 3. Средний состав морской воды. 4. Средний состав белемнита.
10.	Какое значение дельты ^{18}O соответствует мантийному веществу:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5.7 2. -5.7 3. -30 4. 0
11.	Сколько стабильных изотопов у водорода?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 2. 3 3. 2 4. 1
12.	Какое значение дельты ^{13}C соответствует мантийному веществу:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5,7 2. 0 3. -30 4. -6
13.	CDT – это стандарт для стабильных изотопов:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O 2. S 3. N 4. H
14.	Период полураспада ^{14}C составляет...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5730 лет. 2. 570 лет. 3. 57300 лет. 4. 17500 лет.
15.	Самый точный экспресс метод определения ^{14}C –	<ol style="list-style-type: none"> 1. TIMS. 2. SIMS. 3. ICP-MS. 4. AMS.
16.	Помимо геологии радиоуглеродный метод чаще применяют ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. В медицине. 2. В археологии. 3. В физике. 4. В химии.
17.	Преобразование ^{14}N в ^{14}C происходит под воздействием ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Солнечных лучей. 2. Соударения с метеоритами. 3. Космических лучей. 4. Внутреннего тепла Земли.

18.	Для построения Lu-Hf изохроны наиболее важен...	1. Амфибол. 2. Пироксен. 3. Молибденит. 4. Гранат.
19.	Как правило, в ходе эволюции Sm/Nd и Lu/Hf отношение...	1. Положительно коррелируется. 2. Эти два отношения равны друг другу. 3. Отрицательно коррелируется. 4. Закономерности отсутствуют.
20.	Первичное изотопное отношение Hf в породе определяют по...	1. Гранату. 2. Циркону. 3. Пироксену. 4. Слюде.

Вариант 3

№ п.п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Каким методом впервые был точно определен возраст Земли?	1. K-Ar. 2. Rb-Sr. 3. Pb-Pb. 4. Sm-Nd.
2.	Мю – это отношение	1. U/Pb. 2. Th/Pb. 3. Re/Os. 4. Sm/Nd.
3.	Для датирования рудных месторождений наиболее успешно используют изотопный метод	1. Sm-Nd. 2. Трековый анализ. 3. Lu-Hf. 4. Re-Os.
4.	Гамма – единица измерения отклонения изотопного состава...	1. Свинца. 2. Неодима. 3. Гафния. 4. Осмия.
5.	Re и Os наиболее богаты...	1. Породы мантии. 2. Метеориты. 3. Граниты. 4. Базальты.
6.	Непосредственно по отношению осмия датируют...	1. Молибденит. 2. Сульфиды. 3. Платиноиды. 4. Рениит.
7.	Наилучший минерал для K-Ar метода	1. Биотит. 2. Амфибол. 3. Пироксен. 4. К-полевой шпат.
8.	В $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ методе возраст определяется по ...	1. Углу наклона изохроны. 2. Нижним ступеням. 3. Верхнему пересечению дискордии. 4. Положению плато.

9.	Для какого метода не применяют локальных методик?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ar-Ar. 2. U-Pb. 3. Rb-Sr. 4. Изотопный состав O.
10.	Каким методом исследуют изотопный состав Hf?	<ol style="list-style-type: none"> 1. SIMS. 2. MC-ICP-MS. 3. AMS. 4. TIMS.
11.	Изотопы – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Атомы различных элементов, ядра которых содержат одинаковое число нуклонов. 2. Атомы одного элемента, имеющие в ядрах одинаковое число протонов, но различное число нейтронов. 3. Атомы различных элементов, имеющие одинаковое число нейтронов, но разные массы A и числа протонов Z. 4. Атомы одного элемента, имеющие одинаковое число как протонов, так и нейтронов, но различную энергию ядер.
12.	Константа радиоактивного состава прежде всего зависит от изменения...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Температуры. 2. Времени, прошедшего с начала распада материнского изотопа. 3. Константа распада не зависит от внешних условий и практически постоянна. 4. Количества материнского изотопа, испытывающего радиоактивный распад.
13.	Общее количество различных атомных ядер (нуклидов)...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совпадает с количеством нестабильных изотопов. 2. Значительно превышает количество известных химических элементов. 3. Незначительно превышает количество известных химических элементов. 4. Совпадает с количеством стабильных изотопов.
14.	Период полураспада – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Время, необходимое для полного протекания всей цепочки распада. 2. Время, в течение которого распадаются все атомы данного изотопа. 3. Время, в течение которого распадается половина атомов данного изотопа. 4. Время, в течение которого распадается две трети атомов данного изотопа.
15.	Rb-Sr метод датирования основан на превращении...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ^{85}Rb в ^{87}Sr. 2. ^{87}Rb в ^{87}Sr. 3. ^{87}Sr в ^{87}Rb. 4. ^{87}Rb в ^{86}Sr.
16.	Сколько стабильных изотопов у водорода?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 2. 3 3. 2 4. 1

17.	Какое значение дельты ^{13}C соответствует мантийному веществу:	1. 5,7 2. 0 3. -30 4. -6
18.	CDT – это стандарт для стабильных изотопов:	1. O 2. S 3. N 4. H
19.	Период полураспада ^{14}C составляет...	1. 5730 лет. 2. 570 лет. 3. 57300 лет. 4. 17500 лет.
20.	Самый точный экспресс метод определения ^{14}C –	1. TIMS. 2. SIMS. 3. ICP-MS. 4. AMS.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Интерпретация геохимических данных (Скляр Е.В. и др.). М.: Интернет Инжиниринг, 2001.
2. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989.
3. Родыгина В.Г. Курс геохимии. Томск: Изд-во НТЛ, 2006.
4. Чертко Н.К. Геохимия. Минск: Изд-во БГУ, 2008.
5. Матвеев А.А., Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: «Из-во «КДУ», 2011.
6. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989.
7. Макрыгина В.А. Геохимия отдельных элементов. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Оптимальный выбор методов изотопно-геохронологических и изотопно-геохимических исследований. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2007.
2. Современные методы исследования минералов, горных пород и руд. СПб.: Изд-во СПГИ, 1997.
3. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Логос, 2005.
4. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Изд-во «Логос», 2002.
5. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. М.: Изд-во МГУ, ИЦ «Академия», 2004.
6. Барабанов В.Ф. Геохимия. Л.: Недра, 1985.
7. Браунлоу А.Х. Геохимия. М.: Недра, 1984.
8. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004.
9. Наумов Г.Б. Геохимия биосферы. М.: ИЦ «Академия», 2010.
10. Птицын А.Б. Теоретическая геохимия. Новосибирск: Изд-во «Гео», 2006.
11. Справочник по геохимии. М.: Недра, 1990.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
<http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»:
<http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий

- мобильный интерактивный комплекс-1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий

- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-8 шт.
- доска белая Magnetoplan CC магнитно-маркерная с эмалевым покрытием (2000x1000)-1 шт.
- компьютерное кресло 7875 A2S оранжевое-17 шт.
- лазерный принтер Xerox Phaser 361 ODN-1 шт.
- моноблок Dell OptiPlex 7460 AIO CTO-18 шт.
- огнетушитель ОУ-3-ВСЕ-1 шт.
- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-2 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-8 шт., доска белая Magnetoplan CC магнитно-маркерная с эмалевым покрытием (2000x1000)-1 шт., компьютерное кресло 7875 A2S оранжевое-17 шт., лазерный принтер Xerox Phaser 361 ODN-1 шт., моноблок Dell OptiPlex 7460 AIO CTO-18 шт., огнетушитель ОУ-3-ВСЕ-1 шт., стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-2 шт.

8.3. Лицензионное программное обеспечение

ENVI 4.5 for Win (система обработки данных)
Geographic Calculator
Lab VIEW Professional (лицензия)
MapEdit Professional
Microsoft Office Standard 2019 Russian
Microsoft Windows 10 Professional
Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия)
Surfer 9.1 Win CD
Vertikal Mapper 3.5
ГИС MAP Info Pro 2019
ГИС Mapinfo Professional
ГИС Mapinfo Professional (академическая версия)
ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными для г. Кириши, каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными по г. Апатиты и Мончегорск)

Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"

Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"

Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер. 3.0 под локальный ключ 16542

Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)

Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ 175

Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)

Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)

Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)

Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175

Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с Каталогом шумовых характеристик

Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175

Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175

Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175

Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40 рабочих мест)

Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175

Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт

Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под локальный ключ 16541

Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния застройки

Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"

Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"

Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"

Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)

Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7.
2. Microsoft Windows 7 Professional.
3. Microsoft Windows Pro 7 RUS
4. Microsoft Windows 8 Professional
5. Microsoft Office 2007 Professional Plus
6. Microsoft Office Std 2007 RUS
7. Microsoft Office 2010 Professional Plus