



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП




(подпись)

Вовна Г.М.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Департамента ядерных технологий



(подпись)

О.В. Патрушева
(И.О. Фамилия)

« 23 » января 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Геохимия изотопов
Направление подготовки: 05.04.01 Геология
Региональная геология (совместно с ДВГИ ДВО РАН)
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **05.04.01 «Геология»** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 августа 2020 г. № 925.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента ядерных технологий протокол от « 23 » января 2023 г. № 05

И.о. директора Департамента ядерных технологий
Составитель:

О.В. Патрушева
д.г.-м.н., профессор Г.М. Вовна

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор Департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор Департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор Департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор Департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель – ознакомление студентов с теоретическими основами и методами изотопной геологии как науки, о формах присутствия и путях миграции химических элементов и их изотопов в геологических объектах, с тем, чтобы они могли правильно интерпретировать результаты изотопно-геохимических исследований и применять их для решения конкретных геологических задач (датирования геологических объектов, реконструкции эволюции магматических, метаморфических и осадочных горных пород).

Задачи: дать общие представления о теоретических основах геохимии изотопов, применяемых в ней аналитических методах, основных методах изотопной геохронологии, возможностях использования данных по геохимии изотопов при решении геолого-петрологических проблем и задач прикладной геологии и металлогении.

Практические работы предусматривают углубленное изучение наиболее актуальных тем читаемого курса, выступления студентов на семинарах и самостоятельного составления ими презентаций, работы с литературой, обработки, анализа геохимических и аналитических материалов.

Дисциплина «Геохимия изотопов» опирается на освоенные знания и умения, полученные при изучении дисциплин естественнонаучного и профессионального цикла бакалавриата: «Общая геология», «Геохимия», «Основы минералогии и петрографии», «Геотектоника», «Литология» «Стратиграфия с основами палеонтологии».

Место дисциплины в структуре ОПОП (учебном плане):

Кореквизитами для дисциплины «Геохимия изотопов» являются дисциплины «Методология научных исследований в области геологии», «Геодинамика», «Геохимия элементов и процессов», «Изотопная геология», «Магматические и метаморфические формации», «Геология дна океана», «Геология материков».

Постреквизитами для дисциплины «Геохимия изотопов» являются

дисциплины профессионального циклов: «Металлогения», «Структурно-генетические типы рудных месторождений». «Рациональная методика прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки рудных месторождений», «Геоэкология».

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 05.04.01 Геология «Региональная геология (совместно с ДВГИ ДВО РАН)». Дисциплина является дисциплиной вариативной части блока 1 (Б1.В.ДВ.02.01).

Для успешного изучения дисциплины «Геохимия изотопов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции, установленные ОПОП:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-1. Способен формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1. Анализирует специализированные знания фундаментальных разделов геологических наук и смежных областей науки и техники, формирует диагностические решения профессиональных задач	Знать специализированные знания фундаментальных разделов геологических наук и смежных областей науки и техники, формирует диагностические решения профессиональных задач Уметь анализирует специализированные знания фундаментальных разделов Владеть навыками по углублению своего научного мировоззрения для создания интеграционной картины на стыке наук
		ПК-1.2. Выбирает и применяет теоретические и экспериментальные методы и средства решения поставленных задач	Знать применение теоретических и экспериментальных методов и средств решения поставленных задач Уметь выбирать и применять теоретические и экспериментальные методы и средства решения поставленных задач Владеть навыками применения и выбора теоретических и

			экспериментальных методов и средств решения поставленных задач
		ПК-1.3. Готовит отчеты по научно-исследовательской работе и научные публикации в соответствующей области знаний	Знать принципы подготовки отчетов по научно-исследовательской работе и научных публикации в соответствующей области знаний Уметь готовить отчеты по научно-исследовательской работе и научные публикации в соответствующей области знаний Владеть навыками подготовки отчетов по научно-исследовательской работе и научных публикации в соответствующей области знаний
	ПК-2 Способен самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации, проводить обработку и анализ результатов изотопных и геохимических исследований	ПК-2.1 Планирует эксперимент в профессиональной области изотопной геологии и геохимии, применяя теоретические знания по разработке материалов	Знать основы эксперимента в профессиональной области изотопной геологии и геохимии, применяя теоретические знания по разработке материалов Уметь планировать эксперимент в профессиональной области изотопной геологии и геохимии Владеть навыками эксперимента в профессиональной области изотопной геологии и геохимии, применяя теоретические знания по разработке материалов
		ПК-2.2 Определяет необходимые методы анализа исходного материала	Знать необходимые методы анализа исходного материала Уметь определять необходимые методы анализа исходного материала Владеть навыками в определении необходимых методов анализа исходного материала

		<p>ПК-2.3 Обрабатывает и анализирует полученные данные, делает выводы для составления заключений и рекомендаций</p>	<p>Знать принципы обработки и анализа полученных данных Уметь обрабатывать и анализировать полученные данные, делать выводы для составления заключений и рекомендаций Владеть навыками обработки и анализа полученных данных, навыками выводов для составления заключений и рекомендаций.</p>
	<p>ПК-6. Способен активно внедрять новейшие достижения геологической теории и практики в своей научной и практической деятельности</p>	<p>ПК-6.1 Выбирает методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований</p>	<p>Знать методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в своей профессиональной деятельности Уметь выбирать методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в своей профессиональной деятельности Владеть навыками в применении методов и средств планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в своей профессиональной деятельности</p>
		<p>ПК-6.2. Анализирует новейшие достижения геологической теории и практики, новые направления исследований в соответствующей области знаний</p>	<p>Знать современные достижения геологической теории и практики, новые направления исследований в соответствующей области знаний Уметь анализировать достижения геологической теории и практики для проведения исследований Владеть навыками анализа новейших достижений геологической теории и практики</p>

		<p>ПК-6.3 Предлагает возможные пути внедрения (или осуществляет внедрение) результатов научно-исследовательских работ в практическую деятельность</p>	<p>Знать общепрофессиональные методы в области внедрения результатов научно-исследовательских работ в практическую деятельность, в геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ</p> <p>Уметь использовать результаты профессиональных исследований и разработок в своей научной деятельности</p> <p>Владеть навыками внедрения результатов профессиональных исследований и разработок</p>
--	--	---	--

2. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа.

3. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Изотопная геология	1	10	08	00	0	44		
2	Геохимия изотопов	1	08	08	00	0	30		
Итого:			18	16	00	0	74		

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Занятие 1. Общетеоретические положения изотопной геологии

Введение. Цели, задачи и значение курса, связь его с другими геологическими дисциплинами. Строение атома. Изотопы и изобары. Радиоактивный распад, спонтанное деление, фракционирование изотопов. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада как основа изотопной геохронологии. Физический смысл константы скорости радиоактивного распада, периода полураспада, среднего времени жизни атомов, зависимости между ними.

Занятие 2. Аналитические методы, применяемые в изотопной геохимии

Основные системы масс-спектрометров: источник, анализатор и система регистрации. Две основные задачи, решаемые с помощью масс-спектрометров в изотопной геохронологии: исследование изотопного состава и определение элементных концентраций. Метод изотопного разбавления. Локальные методы изотопного анализа - ионный микрозонд и лазерная абляция.

Занятие 3. Геохимия радиогенных изотопов Sr, Nd, Hf.

Радиогенные изотопы Sr и Nd в магматических породах. Сравнение геохимических свойств Sr, Rb, Sm, Nd. Первичный изотопный состав Sr и Nd. Геохимия радиогенных изотопов Sr, Nd и Hf в осадочной оболочке.

Занятие 4. Геохимия изотопов водорода и кислорода.

Изотопы кислорода и водорода в гидросфере и атмосфере. Процессы разделения изотопов водорода и кислорода в воде и водяном паре. Уравнение и линия Крэйга, связывающие изотопный состав водорода и кислорода. Изотопы кислорода и водорода в геотермальных водах и рассолах, примеры генетических применений. Изотопы кислорода и водорода в литосфере: изотопное фракционирование кислорода в породообразующих минералах и магматических породах. Диапазон вариаций изотопного состава. Изотопные вариации кислорода при контаминации вулканических пород коровыми.

Занятие 5. Геохимия изотопов углерода.

Изотопный состав углерода. Многообразие химических форм углерода - восстановленная, окисленная, нейтральная. Основные процессы изотопного фракционирования – фотосинтез и изотопный обмен с карбонат-ионом. Диапазон вариаций изотопного состава углерода на Земле. Изотопные вариации во взвешенном веществе. Эндогенный углерод. Изотопный состав углерода карбонатитов и алмазов. Равновесие алмаз-графит. Вариации изотопного состава углерода в изверженных породах, ювенильных газах, в графите, мраморе. Фракционирование углерода в метаморфических процессах.

Занятие 6. Геохимия изотопов серы.

Изотопный состав серы. Диапазон вариаций изотопного состава сера на Земле и во взвешенном веществе. Два основных типа изотопного фракционирования серы: восстановление сульфат-иона и реакции изотопного обмена. Многообразие окислительно-восстановительного состояния серы - условие изотопного фракционирования. Геохимия изотопов серы в осадочных породах докембрийского возраста - роль в исследовании биологической эволюции в архее. Изотопная эволюция морских сульфатов. Изотопный состав серы сульфидов месторождений (осадочных, изверженно-гидротермальных, стратиформных и др.). Изотопы серы в рудообразующих флюидах: фракционирование между различными химическими формами серы, связь с температурой, pH, fO_2 , возможности реконструкции условий рудообразования. Изотопный состав серы в магматических породах. Причины вариаций изотопного состава – сульфатредукция, контаминация серой морской воды, улетучивание SO_2 . Изотопный состав серы в атмосфере. Применения при изучении уровня загрязнения окружающей среды. Сульфиды как изотопные геотермометры.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные занятия

Раздел 1. Изотопная геология

Занятие 1. Основы изотопной масс-спектрометрии. Основные системы масс-спектрометров: источник, анализатор и система регистрации. Блок-схема изотопного магнитного масс-спектрометра. Основные параметры масс-спектрометров: разрешающая способность, диапазон масс, чувствительность, вероятная погрешность изотопного анализа.

Типы и принципы действия источников ионов: газофазный, твердофазный, с индуктивно-связанной плазмой, с лазерной абляцией, вторично-ионные источники. Типы и принципы действия анализаторов: с секторным магнитом, времяпролетный и квадрупольный.

Занятие 2. Ускорительная масс-спектрометрия. Магнитный анализатор масс-спектрометра: две основные функции – дисперсия по массам и фокусировка расходящихся пучков ионов. Уравнения, определяющие закономерности движения ионов в электростатическом и магнитном полях. Соотношение радиусов траекторий движения ионов в магнитном поле масс-спектрометра.

Занятие 3. Системы регистрации. Два основных метода регистрации ионных токов в изотопных масс-спектрометрах: электрометрический усилитель и вторично-электронный умножитель. Одноколлекторные и многоколлекторные системы регистрации – особенности и области их применения

Раздел 2. Геохимия изотопов.

Занятие 5. Локальные методы изотопного анализа - ионный микрозонд и лазерная абляция. Исследование изотопного состава образца и определение элементных концентраций методом LA-ICP-MS.

Занятие 6. Изотопные стандарты. Масс-спектрометрические методы исследования малых изотопных вариаций. Термодинамический (равновесный) изотопный эффект.

Занятие 7. Сравнительный анализ влияния температуры и давления на термодинамический и кинетический изотопные эффекты. Зависимость коэффициентов изотопного фракционирования от разности масс изотопов, "правило плеяд", масс-независимые и нелинейные изотопные эффекты.

6. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Изотопная геология	ПК-1.1.	Знает специализированные знания фундаментальных разделов геологических наук и смежных областей науки и техники, формирует диагностические решения профессиональных задач Умеет анализирует специализированные знания фундаментальных разделов Владеть навыками по углублению своего научного мировоззрения для создания интеграционной картины на стыке наук	Устный опрос (УО-1) Дискуссия (УО-4)	Тестовый контроль (ПР-1)
		ПК-1.2.	Знает применение теоретических и экспериментальных методов и средств решения поставленных задач Умеет выбирать и применять теоретические и экспериментальные методы и средства решения поставленных задач Владеть навыками применения и выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения поставленных задач	Устный опрос (УО-1) Дискуссия (УО-4)	Тестовый контроль (ПР-1)
		ПК-1.3	Знает принципы подготовки отчетов по научно-исследовательской работе и научных публикации в соответствующей области знаний Умеет готовить отчеты по научно-исследовательской работе и научные публикации в соответствующей области знаний Владет навыками подготовки отчетов по научно-исследовательской работе и научных публикации в соответствующей области знаний	Устный опрос (УО-1) Дискуссия (УО-4)	Тестовый контроль(ПР-1)
		ПК-4.2	Знает особенности построения геологических разрезов, профилей, колонок Умеет применять навыки обработки геологического материала, составления документации Владеет навыками работы с геологическими и геофизическими материалами, приемами историко-геологических реконструкций, методами седиментологического, палеонтологического и геохимического анализов	Устный опрос (УО-1) Дискуссия (УО-4)	Тестовый контроль(ПР-1)
2	Геохимия изотопов	ПК-1.1.	Знает специализированные знания фундаментальных разделов геологических наук и смежных областей науки и техники, формирует диагностические решения профессиональных задач	Устный опрос (УО-1) Дискуссия	Тестовый контроль (ПР-1)

		<p>Умеет анализирует специализированные знания фундаментальных разделов</p> <p>Владеть навыками по углублению своего научного мировоззрения для создания интеграционной картины на стыке наук</p>	(УО-4)	
	ПК-1.2.	<p>Знает применение теоретических и экспериментальных методов и средств решения поставленных задач</p> <p>Умеет выбирать и применять теоретические и экспериментальные методы и средства решения поставленных задач</p> <p>Владеть навыками применения и выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения поставленных задач</p>	<p>Устный опрос (УО-1)</p> <p>Дискуссия (УО-4)</p>	Тестовый контроль (ПР-1)
	ПК-1.3	<p>Знает принципы подготовки отчетов по научно-исследовательской работе и научных публикации в соответствующей области знаний</p> <p>Умеет готовить отчеты по научно-исследовательской работе и научные публикации в соответствующей области знаний Владет навыками подготовки отчетов по научно-исследовательской работе и научных публикации в соответствующей области знаний</p>	<p>Устный опрос (УО-1)</p> <p>Дискуссия (УО-4)</p>	Тестовый контроль(ПР-1)
	ПК-4.2	<p>Знает особенности построения геологических разрезов, профилей, колонок</p> <p>Умеет применять навыки обработки геологического материала, составления документации</p> <p>Владеет навыками работы с геологическими и геофизическими материалами, приемами историко-геологических реконструкций, методами седиментологического, палеонтологического и геохимического анализов</p>	<p>Устный опрос (УО-1)</p> <p>Дискуссия (УО-4)</p>	Тестовый контроль(ПР-1)

7. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает углубленное изучение отдельных вопросов изотопной геохимии посредством написания рефератов по предложенным темам.

Самостоятельная работа Изучение закономерности диффузии химических элементов и их изотопов в геологических объектах. Познакомиться с современными данными мировых лабораторий по изотопной геохимии различных геологических объектов Земли, Луны и разнообразных метеоритов. Изучение методов интерпретации изотопных геохимических данных магматических и метаморфических пород, осадочных толщ, рудного вещества и полигенных- полиметаморфических пород.

Для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы студентам представляются:

- методические и учебные пособия, подготовленные преподавателями кафедры;
- учебные пособия по специальности, приобретенные кафедрой;
- примерные темы рефератов и рекомендации к их написанию;
- словарь основных терминов по предложенной тематике.

Методические указания к пункту «Подготовка реферата»

Цель реферата – научить студента работать с научной литературой, составлять аналитический обзор по той или иной проблеме, закрепить материал по курсу «Геохимия изотопов», научиться публично докладывать (защищать) результаты своей работы посредством подготовки презентаций.

Требования к реферату:

При работе над рефератом должна использоваться рекомендуемая научно–аналитическая литература, но поощряется, что очень важно, если студент использует и более серьезные материалы из специализированных монографий и статей отечественной и зарубежной периодической печати.

При подготовке к реферату рекомендуется использовать лекции и вебинары информационной платформы Geowebinar.

Такое условие дает возможность более глубокого изучения предмета и объекта исследования и требует от студента работы в академических и университетских библиотеках, а также и контактов со специалистами в этой области геологических знаний.

1. Работа представляет собой аналитический обзор современной научной литературы по выбранной теме. Такой анализ предполагает не механическое переписывание фрагментов из тех или иных литературных источников, а осмысление прочитанного и его краткое переизложение собственными словами с критическими замечаниями состояния изучаемого вопроса. Важно разобраться, что же по данному вопросу уже хорошо изучено, что изучено недостаточно, а что практически до сих пор не известно.

2. Залог успешной подготовки реферата – систематическая работа студента, чтение литературы, постоянный контакт с преподавателем.

3. Объем рукописи не должен превышать 25 стр. текста (не считая табл. и рис.).

4. Все важнейшие положения, факты, закономерности и т.п., упоминаемые в работе, должны содержать ссылки на авторов.

5. Данные, используемые из Интернета, должны содержать ссылки на соответствующие сайты и их авторов.

6. Работа должна быть проиллюстрирована рисунками (фото, диаграммы, графики и т.п.) и таблицами. Рисунки (формат jpg. или tif. с разрешением 300 пикселей) и таблицы (выполняются программой Excel), помещаемые в работе обязательно должны содержать ссылки на авторов.

7. Работа должна быть аккуратно оформлена. Титульный лист работы выполняется по прилагаемому образцу.

8. Работа может быть подготовлена на компьютере программой Word (шрифт Times New Roman, обычный, размер кегля 12, через полтора интервала).

9. В конце работы приводится алфавитный список использованной литературы.

10. Проработанная литература должна содержать как отечественные, так и иностранные публикации, включая периодические научные издания.

11. Последняя страница работы подписывается студентом.

Структура реферата.

1. Титульный лист.

2. Содержание (оглавление).

3. Введение с изложением актуальности рассматриваемой проблемы, цель и задачи данной работы, сроки ее выполнения и ф.и.о. научного руководителя.

4. Основную часть (разбиваемую на главы или разделы).

5. Заключение с выводами по рассматриваемым задачам.

6. Список использованной литературы.

Во «Введении» должна быть поставлена основная цель исследований и обозначен круг задач, который необходимо выполнить. Здесь же освещается основная научная проблема и актуальность темы, которой посвящен реферат. Важно привести во введении описание элементов методики проведения исследования, использование компьютерных технологий. В последующих разделах последовательно рассматривается решение поставленных автором задач, необходимых для реализации цели работы. В конце работы пишется «Заключение», в котором формулируются основные выводы по проделанной работе. Алфавитный и пронумерованный список литературы оформляется по существующему ГОСТу издательства Наука (можно познакомиться с правилами по подготовке рукописей к печати в издательстве Дальнаука ДВО РАН) или же использовать стандарт издательства ДВФУ.

В критерии оценки качества реферата входят:

- знание проблематики выбранной темы;
- умение анализировать отечественную и зарубежную научную литературу;
- научная и практическая ценность автореферата;
- качество выполнения доклада и презентации;
- ответы на вопросы.

Ориентировочный список российских научных периодических изданий (журналов) для подготовки рефератов:

Геология и геофизика

Геология рудных месторождений

Геотектоника

Доклады Академии наук

Записки Всероссийского минералогического общества

Известия Вузов. Геология и разведка.

Известия Академии наук

Литология и полезные ископаемые
Отечественная геология;
Реферативный журнал. Геология;
Стратиграфия. Геологическая корреляция;
Тихоокеанская геология

Перечень основных понятий и терминов курса «Геохимия изотопов»

1. **Геохимический цикл углерода** (круговорот углерода в природе) – это процесс, посредством которого углерод циркулирует между атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами (биосферой).
2. **Геохимический цикл серы** – это биогеохимический цикл, в котором сера перемещается между породами, водными путями и живыми системами.
3. **Изобары** — нуклиды разных элементов, имеющие одинаковое массовое число; например, изобарами являются ^{40}Ar , ^{40}K , ^{40}Ca . Хотя массовое число (т. е. число нуклонов) $A = N + Z$ в ядрах-изобарах одинаково, числа протонов Z и нейтронов N различаются.
4. **Изотопная геохимия**-это аспект геологии, основанный на изучении естественных вариаций относительного содержания изотопов различных элементов. Вариации изотопного изобилия измеряются с помощью масс-спектрометрии отношения изотопов и могут выявить информацию о возрасте и происхождении горных пород, воздуха или водных объектов, а также о процессах смешивания между ними.
5. **Изотопный обмен** - химический процесс, заключающийся в перераспределении изотопов какого-либо элемента между реагирующими веществами. При изотопном обмене происходит замещение одного изотопа какого-либо элемента на другой его изотоп в молекулах данного вещества без изменения их элементарного состава.
6. **Изотопы** – разновидности одного и того же химического элемента, близкие по своим физико-химическим свойствам, но имеющие разную атомную массу.
7. **Масс-спектрометры**, приборы для разделения ионизированных частиц вещества (молекул, атомов) по их массам, основанные на воздействии магнитных и электрических полей на пучки ионов, летящих в вакууме. В масс-спектрометре регистрация ионов осуществляется электрическими методами, в масс-спектрографах — по потемнению чувствительного слоя фотопластинки, помещаемой в прибор.

8. **Метод изохрон** - помогает решить проблемы, связанные с привнесом или потерей материнского или дочернего изотопа. Он работает независимо от изначального количества дочернего изотопа и позволяет установить, были ли в истории объекта обмен веществом с окружающей средой. Этот метод основан на сравнении данных по разным образцам из одного геологического объекта, которые имеют заведомо одинаковый возраст, но отличаются элементным составом (следовательно, содержанием материнского радионуклида). Изотопный же состав каждого элемента в начальный момент должен быть одинаковым во всех образцах. Также эти образцы должны содержать вместе с дочерним изотопом какой-либо другой изотоп того же элемента. Образцы могут представлять как разные минералы из одного куска горной породы, так и разные части одного геологического тела.
9. **Нуклид** — вид атомов, характеризующийся определённым массовым числом, атомным номером и энергетическим состоянием ядер и имеющий время жизни, достаточное для наблюдения.
10. **Радиоизотопное или радиометрическое датирование** — метод определения возраста различных объектов, в составе которых есть какой-либо радиоактивный изотоп. Основан на определении того, какая доля этого изотопа успела распасться за время существования образца. По этой величине, зная период полураспада данного изотопа, можно рассчитать возраст образца.
11. **Радиоактивный распад** — спонтанное изменение состава нестабильных атомных ядер (заряда Z , массового числа A) путём испускания элементарных частиц или ядерных фрагментов. Процесс радиоактивного распада также называют радиоактивностью, а соответствующие элементы радиоактивными. Радиоактивными называют также вещества, содержащие радиоактивные ядра.
12. **Температура закрытия** - если минерал, кристаллическая решётка которого не удерживает дочерний нуклид, достаточно сильно разогревается, этот нуклид диффундирует наружу. Таким образом, «радиоизотопные часы» обнуляются: время, прошедшее с этого момента, и получается в результате радиоизотопной датировки. При остывании ниже некоторой температуры диффузия данного нуклида прекращается: минерал становится закрытой системой в отношении этого нуклида. Температура, при которой это происходит, называется температурой закрытия

8. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Не менее трех источников основной литературы, указанных в РПД, должны быть доступны обучающимся в одной или нескольких электронно-библиотечных системах (электронных библиотеках), сформированных на основании прямых договорных отношений с правообладателями. В данном случае необходимо привести полное библиографическое описание источника и рабочую гиперссылку на соответствующий электронный ресурс. Каталог электронных ресурсов размещен на сайте ДВФУ <http://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/russian-database.php>.

В список основной литературы также включаются печатные издания (учебники, учебные пособия, монографии), имеющиеся в фондах НБ ДВФУ, с таким расчетом, чтобы суммарное количество экземпляров каждого из изданий составляло не менее указанного в п.4.3 ФГОС. Наряду с полным библиографическим описанием источника помещается рабочая гиперссылка на электронный каталог НБ ДВФУ.

Все издания дополнительной литературы также должны быть представлены либо в электронно-библиотечных системах (электронных библиотеках), сформированных на основании прямых договорных отношений с правообладателями, либо в НБ ДВФУ в количестве, предусмотренном соответствующим ФГОС ВО.

Основная литература

1. Козлов В.Д. Введение в геохимию: учеб. пособие / В. Д. Козлов ; Иркутский гос. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2007 - 219 с.
2. Allegre C.J. Isotope geology. Cambridge Univ. Press, 2008. 512 p.
3. Рассказов С. В. Радиоизотопные методы хронологии геологических процессов: учеб. пособие / С. В. Рассказов, И. С. Чувашова ; Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012 - 300 с.
4. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 590 с.
<http://web.ru/db/msg.html?mid=1179022>
5. Дубинчук В.Т. и др. Ядерно-геофизические методы в гидрогеологии и инженерной геологии. Москва: "Недра", 1988.-223 стр.
<http://www.twirpx.com/file/792115/>
6. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода. М.: Недра, 1968. - 226с. <http://www.twirpx.com/file/859644/>

Дополнительная литература

1. Ежова А.В. Изотопная геология. Краткий курс: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского технического университета, 2014. – 102 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34674.html>

Жданов В.М. Тайны разделения изотопов / Жданов В.М. - М.:НИЯУ "МИФИ", 2011. – 224 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=608746>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" <http://znanium.com/>
3. Электронная библиотека "Консультант студента" КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - электронная библиотека технического вуза. <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно - библиотечная система образовательных и просветительских изданий в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. <http://www.iqlib.ru>
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online» ЭБС по тематике охватывает всю область гуманитарных знаний и предназначена для использования в процессе обучения в высшей школе, как студентами преподавателями, так и специалистами гуманитариями. www.biblioclub.ru
6. Неофициальный сервер геологического факультета МГУ <http://window.edu.ru/resource/795/4795>
7. Российская национальная библиотека - www.nnir.ru
8. Национальная электронная библиотека - www.nns.ru
9. Российская государственная библиотека - www.rsi.ru

Научные периодические издания:

Геодинамика и тектонофизика. Режим доступа:

<https://e.mail.ru/compose/1450688598000000291/drafts/>

Геология и разведка.

Геология и геофизика.

Геология рудных месторождений.

Геотектоника.

Геофизика.

Доклады Академии наук.

Записки Всероссийского минералогического общества.

Известия Вузов. Геология и разведка.

Изотопная геология и полезные ископаемые

Отечественная геология;

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Сайт Программы ООН по окружающей среде www.unep.org

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

- Договор № 1415-17 от 26.01.2018. ЭБС «Лань» период действия договора 01.02.2018-31.01.2019.
- Договор № РТ-046/18 от 15.06.2018 РУКОНТ электронные версии учебных и научных изданий на русском языке, период действия договора 01.03.2018-28.02.2019.
- Договор № Р-656-18 от 12.07.2018 ЭБС ИНФРА-М (ЭБС ZNANIUM.COM), период действия договора 01.08.2018-31.07.2019.
- Договор №Р-803-18 от 14.08.2018 ООО «Ай Пи Эр Медиа» ЭБС IPRbooks (базовая версия), период действия договора 01.09.2018- 31.08.2019.
- Сублицензионное соглашение Blackboard (№ 2906/1 от 29.06.2012). Срок действия: бессрочно. Доступ: <https://bb.dvfu.ru>.
- Лицензионный договор (лицензия) на использование программного обеспечения TANDEMUNIVERSITY (б/н, 2013 год). Срок действия: бессрочно. Доступ: <https://tandem.dvfu.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для изучения учебной дисциплины необходимо вспомнить и систематизировать знания, полученные ранее по данной отрасли научного знания. При изучении материала по учебнику нужно, прежде всего, уяснить существо каждого излагаемого там вопроса. Главное - это понять изложенное в учебнике, а не «заучить». Сначала следует прочитать весь материал темы

(параграфа), особенно не задерживаясь на том, что показалось не совсем понятным: часто это становится понятным из последующего. Затем надо вернуться к местам, вызвавшим затруднения и внимательно разобраться в том, что было неясно. Особое внимание при повторном чтении необходимо обратить на формулировки соответствующих определений, формулы и т.п.; в точных формулировках, как правило, существенно каждое слово и очень полезно понять, почему данное положение сформулировано именно так. Однако не следует стараться заучивать формулировки; важно понять их смысл и уметь изложить результат своими словами. Закончив изучение раздела, полезно составить краткий конспект, по возможности не заглядывая в учебник (учебное пособие).

При изучении учебной дисциплины особое внимание следует уделить приобретению навыков решения профессионально-ориентированных задач. Для этого, изучив материал данной темы, надо сначала обязательно разобраться в решениях соответствующих задач, которые рассматривались на практических занятиях, приведены в учебно-методических материалах, пособиях, учебниках, ресурсах Интернета, обратив особое внимание на методические указания по их решению. Затем необходимо самостоятельно решить несколько аналогичных задач из сборников задач, и после этого решать соответствующие задачи из сборников тестовых заданий и контрольных работ. Закончив изучение раздела, нужно проверить умение ответить на все вопросы программы курса по этой теме (осуществить самопроверку). После практических занятий со специализированными базами данных и программами следует закрепить пройденные задания и повторить алгоритмы самостоятельно.

Подготовка к экзамену. Экзаменационные мероприятия включают устный опрос по вопросам теоретического раздела дисциплины и практическое задание. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебным планом дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о.Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
L540, L 541	<p>Специализированная лаборатория Департамента: Лаборатория пробоподготовки: Ноутбук Lenovo IdeaPad S205 BraC50/2G/320Gb/int/11/6' 8 шт. Микроскопы Eclipse 50iPOL (комплектация №1) 5 шт. Стереомикроскоп Leica EZ4 D 5 шт. Микроскоп в комплекте Sreteo Lumar V12 1 шт. Микроскоп в комплекте AXIO Imager M1 1 шт. Молоток геологический. Горный компас. Рулетка (2-10 м) для замеров мощности слоев в обнажении. Лупа минералогическая. Кислота соляная 10% для диагностики карбонатных пород и минералов.</p>	
Мультимедийная аудитория	<p>Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ- камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)</p>	
Помещения для самостоятельной работы:		
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер- цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер- диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскопечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; -</p>

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

	<p>увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p>	<p>лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/- RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	