



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра полезных ископаемых**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан геологического факультета,  
С.П. Примина  
2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

***Б1.В.ОД.4 Изотопная геохимия***

Наименования дисциплины: Б1.В.ОД.2 Методы диагностики минералов

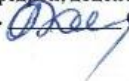
Специальность: 21.05.02 « Прикладная геология»

Специализация: «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых»

Квалификация выпускника: горный инженер-геолог

Форма обучения: заочная

Согласовано с УМК геологического факультета  
Протокол № 6 от «22» 03 2019 г.  
Председатель,  
доцент  А.Ф. Летникова

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 6  
От «26» 03 2019 г.  
Зав. кафедрой, доцент,  
к.г.-м.н.  С.А. Сасим

Иркутск 2019 г.

## Содержание

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
  - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины
  - 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами
  - 5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий
  - 5.4 Перечень лекционных занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
  - 6.1. План самостоятельной работы студентов
  - 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:
  - а) основная литература;
  - б) дополнительная литература;
  - в) программное обеспечение;
  - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

Преподавание дисциплины должно сформировать у студента цельную систему представлений об определении возраста геологических объектов, использовании изотопов атомов при исследовании природных процессов и возможности реконструкций параметров геологических процессов.

*Цели* – дать систематические знания о существующих изотопных методах исследований и показать возможности использования разных аналитических методов в практике геолого-разведочных и научно-исследовательских работ.

*Задачи:*

- ознакомить студентов с внутренним строением атомов элементов, соотношением частиц их составляющих и показать сходство и различие свойств образующихся при этом нуклидов;
- ознакомить студентов с теоретическими основами различных изотопных методов датирования горных пород и возможностями реконструкции палеообстановок;
- показать значение и области применения каждого метода в практике научно-исследовательских работ;
- объяснить причины, влияющие на выбор того или иного метода изотопно-геохимических исследований;
- освоить интерпретацию изотопно-геохимических данных и использовать различные способы их обработки.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП:** Изотопно-геохимические методы исследований в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования относятся к базовым дисциплинам.

Дисциплина базируется на знаниях и навыках, приобретенных студентами в рамках изучения курсов «Общая геология», «Химия», «Минералогия», «Общая геохимия» «Физическая химия». Материал дисциплины и приобретенные навыки необходимы для освоения последующих дисциплин, таких как «Методы исследования пород и руд» и «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций специалистов ПК-1, 12, 13, 14.

ПК-1- готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией;

ПК-12- способность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению;

ПК-13- способность изучать, критически оценивать научную и научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования геологического направления;

ПК-14- способность планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы

В результате изучения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- общетеоретические представления об изотопно-геохимических методах исследования.

*Уметь:*

- выбирать и применять методы изотопно-геохимических исследований для реконструкции физико-химических обстановок и возраста горных пород и образцов;

- строить и анализировать полученный материал в графической и табличной форме;

- на основе полученных данных делать выводы о датировках изучаемых объектов.

*Владеть:*

- навыками сбора, хранения и обработки геохимических проб;

- навыками представления геохимических данных;

- принципами лабораторного исследования геохимических проб современными аналитическими методами.

## **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Курс			
		3			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	14	14			
В том числе:					
Лекции		4			
Практические занятия (ПЗ)		10			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	90	90			
В том числе:	-	-			
Доклады					
Рефераты					
Контроль		4			
Вид промежуточной аттестации	зачет	зач			
<b>Контактная работа (всего)</b>	14	14			
Общая трудоемкость	часы	108			
	зачетные единицы	3			

## 5. Содержание дисциплины.

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

#### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины . Все разделы и темы нумеруются.

- Предмет и истоки изотопной геологии. Основы масс-спектрометрического анализа. Возраст Земли и накопление знаний о нем. История развития изотопной геохимии как самостоятельного раздела наук о Земле и методов исследования.
- Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада. Систематика ядер: изотопы, изотоны, изобары; атомная масса; стабильность ядер и распространенность изотопов; законы радиоактивного распада и накопления. Распад радиоактивного родительского нуклида до стабильного дочернего нуклида.
- Rb-Sr метод определения возраста пород. Геохимия рубидия и стронция; датирование рубидийсодержащих минералов в магматических горных породах; датирование магматических пород и изохронный метод; датирование метаморфических пород.
- Изотопная систематика двухкомпонентных смесей. Химические составы двухкомпонентных смесей; двухкомпонентные смеси, имеющие различные отношения  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ; бинарные смеси двух элементов с различными изотопными отношениями.
- Sm-Nd метод определения возраста и изотопная геология Nd и Sr в породах. Геохимия самария и неодима; изотопная эволюция неодима; определение возраста самарий – неодимовым методом магматических и метаморфических пород.
- U-Pb и Th-U методы определения возраста. Геохимия урана и тория; ряды распад урана и тория; изотопные U, Th - Pb методы определения возраста, U - Th – Pb конкордии.

#### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)											
		2	3	4	5	6							
1.	Методы исследования пород и руд												
2.	Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых												

### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	1	Предмет и истоки изотопной геологии. Основы масс-спектрометрического анализа.	0,5	1			10	
2.	2	Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада	0,5	2			20	
3.	3	Rb-Sr метод определения возраста пород.	0,5	2			20	
4.	4	Изотопная систематика двухкомпонентных смесей.	1	2			15	
5.	5	Sm-Nd метод определения возраста и изотопная геология Nd и Sr в породах	0,5	2			15	
6.	6	U-Pb и Th-U методы определения возраста	1	1			10	

### 5.4 Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
	Предмет и истоки изотопной геологии. Основы масс-спектрометрического анализа.	составление развернутых и кратких конспектов	<b>0,5</b>	УО	ПК-1, 12, 13, 14
	Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада	составление развернутых и кратких конспектов	<b>0,5</b>	УО	ПК-1, 12, 13, 14
	Rb-Sr метод определения возраста пород.	составление развернутых и кратких конспектов	<b>0,5</b>	УО	ПК-1, 12, 13, 14
	Изотопная систематика двухкомпонентных смесей.	составление развернутых и кратких конспектов	<b>1</b>	УО	ПК-1, 12, 13, 14

	Sm-Nd метод определения возраста и изотопная геология Nd и Sr в породах	составление развернутых и кратких конспектов	<b>0,5</b>	УО	ПК-1, 12, 13, 14
	U-Pb и Th-U методы определения возраста	составление развернутых и кратких конспектов	<b>1</b>	УО	ПК-1, 12, 13, 14

#### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1.	1	Основы масс-спектрометрического анализа.	2	УО	ПК-1, 12, 13, 14
2.	2	Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада.	2	УО	ПК-1, 12, 13, 14
3	3	Rb-Sr метод определения возраста пород.	1		ПК-1, 12, 13, 14
4	4	Изотопная систематика двухкомпонентных смесей.	1		ПК-1, 12, 13, 14
5	5	Sm-Nd метод определения возраста.	1		ПК-1, 12, 13, 14
6	6	U-Pb и Th-U методы определения возраста.	1		ПК-1, 12, 13, 14

#### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	Предмет и истоки изотопной геологии. Основы масс-спектрометрического анализа.	Работа с учебно-методическими материалами	Изучить литературу по предложенной теме и подготовить вопросы для более глубокого рассмотрения	Из списка рекомендуемой и периодической литературы в соответствии с темой	10
2	Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада.	Работа с учебно-методическими материалами	Изучить литературу по предложенной теме и подготовить вопросы для более глубокого рассмотрения	Из списка рекомендуемой и периодической литературы в соответствии с темой	20
3	Rb-Sr метод определения возраста пород.	Работа с учебно-методическими материалами	Изучить литературу по предложенной теме и подготовить вопросы для более глубокого рассмотрения	Из списка рекомендуемой и периодической литературы в соответствии с темой	20
4	Изотопная систематика двухкомпонентны	Работа с учебно-методическими материалами	Изучить литературу по предложенной	Из списка рекомендуемой и периодической	15

	х смесей.		теме и подготовить вопросы для более глубокого рассмотрения	литературы в соответствии с темой	
5	Sm-Nd метод определения возраста.	Работа с учебно-методическими материалами	Изучить литературу по предложенной теме и подготовить вопросы для более глубокого рассмотрения	Из списка рекомендуемой и периодической литературы в соответствии с темой	15
6	U-Pb и Th-U методы определения возраста.	Работа с учебно-методическими материалами	Изучить литературу по предложенной теме и подготовить вопросы для более глубокого рассмотрения	Из списка рекомендуемой и периодической литературы в соответствии с темой	10

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа обучающихся с учебно-методическими материалами из списка рекомендуемой литературы в соответствии с темой осуществляется в помещениях научно-библиотечного фонда (читальные залы библиотек или аудитории факультета) во время сессии и по месту жительства в свободное от работы с профессорско-преподавательским составом время.

### 7. Примерная тематика курсовых работ

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

Козлов В.Д. Введение в геохимию [Текст] : учеб. пособие / В. Д. Козлов ; Иркутский гос. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2007. - 219 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 211-215. - ISBN 978-5-9624-0153-9 (86 экз)

б) дополнительная литература

Титаева Н.А. Геохимия природных радиоактивных рядов распада [Текст] / Н. А. Титаева ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Геолог. фак., Рос. Фонд фундам. исслед. - М. : Геос, 2005. - 226 с. : ил., портр. ; 24 см. - Библиогр.: с. 215-224. - ISBN 5-89118-356-7 : (3 экз.).

в) программное обеспечение Windows Professional XP SP3, MS Office 2003-2013

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/library.ru>
- Всё о геологии - Неофициальный сайт геологического факультета МГУ - <http://geo.web.ru/>
- Горная энциклопедия — специальная энциклопедия в пяти томах, выпущенная издательством «Советская энциклопедия» в период 1984—1991 годов. Посвящена горному делу и полезным ископаемым. Электронная версия - <http://www.mining-enc.ru/>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- графический и демонстрационный материал для соответствующих лекционных и практических занятий

- персональный портативный компьютер и мультимедийный проектор для демонстрации соответствующих материалов.

### 10. Образовательные технологии:

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: на лекционных занятиях – дискуссии, IT-методы, индивидуальное обучение и обучение на основе опыта; на лабораторных занятиях – дискуссия, работа в команде, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта, исследовательский метод.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- закрепление теоретического материала при проведении практических занятий с использованием демонстрационного и наглядного (графического) материалов, специальной литературы, выполнение индивидуальных заданий.

**11. Оценочные средства (ОС):**

11.1. Для входного контроля предусматриваются - собеседование.

11.2. Для текущего контроля предусматриваются – устный опрос.

11.3. Для промежуточной аттестации предполагается проведение зачета.

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий контроль – устный опрос	Раздел 1	ПК-1, 12, 13, 14
2	Текущий контроль – устный опрос	Раздел 2	ПК-1, 12, 13, 14
3	Промежуточная аттестация - зачет	Все разделы	ПК-1, 12, 13, 14

**Примерный перечень вопросов к собеседованию:**

Назовите элементарные частицы из которых состоят атомы элементов.

Что такое радиоактивность и закон радиоактивного распада?

Какие типы излучения Вы знаете?

Назовите элементарные частицы из которых состоят ядра атомов.

Что такое изотопы?

Что такое оптический спектр?

Что такое атомная масса?

**Примерный перечень вопросов к устным опросам:**

Назовите важнейшие задачи изотопной геологии.

Назовите основные системы масс-спектрометров и охарактеризуйте их назначение.

Дайте характеристику различным масс-спектрометрам

Назовите элементарные частицы, имеющие отношение к обсуждению проблем изотопной геологии.

Что такое радиоактивность и закон радиоактивного распада?

Что такое диаграмма нуклидов?

Назовите единицы измерения соотношения количеств природных изотопов одного элемента.

Объясните парадокс дефекта масс нуклидов.

Дайте характеристику изотопам, изобарам и изотонам.

Назовите основные методы изотопной геохронологии.

От чего зависит стабильность нуклидов?

Уравнение определения возраста геологических объектов.

**Примерный перечень вопросов к зачету:**

Предмет и истоки изотопной геологии.

Основы масс-спектрометрического анализа.

Возраст Земли и накопление знаний о нем.

История развития изотопной геологии как самостоятельного раздела наук о Земле и методов исследования.

Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада.

Систематика ядер: изотопы, изотоны, изобары; атомная масса; стабильность ядер и распространенность изотопов; законы радиоактивного распада и накопления.

Распад радиоактивного родительского нуклида до стабильного дочернего нуклида.

Rb-Sr метод определения возраста пород.

Геохимия Rb и Sr.

Датирование рубидийсодержащих минералов в магматических горных породах.

Датирование магматических пород Rb-Sr методом.



Датирование метаморфических пород Rb-Sr методом.  
Химические составы двухкомпонентных смесей.  
Sm-Nd метод определения возраста.  
Изотопная эволюция Nd.  
Определение возраста магматических пород Sm-Nd методом.  
Определение возраста метаморфических пород Sm-Nd методом.  
U-Pb метод определения возраста.  
Th-U метод определения возраста.

Разработчик:



от. прпсз

Иванов Р. С.

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых  
« 26 » 03 2019 г.

Протокол № 6  
Зав. кафедрой



С.А. Сасим

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.